

## CAPITOLO 2

### 2.1. ATTUALE LIVELLO DI CONOSCENZA DEL TERRITORIO

#### 2.1.1 Elementi conoscitivi di riferimento

Per la redazione degli studi sono stati utilizzati : le pubblicazioni specificatamente indicate in bibliografie, gli studi e i progetti di Amministrazioni Pubbliche, Aziende pubbliche e private, le foto aeree in dotazione all'Amministrazione Provinciale e, ovviamente, l'esame diretto sul territorio.

Per il rilevamento di campagna e la stesura finale è stata utilizzata la cartografia 1:10.000 C.T.R., mentre i tematismi più importanti sono stati prodotti anche su base informatizzata.

Tutte le carte sono state redatte in conformità alle legende emanate sotto forma di "Raccomandazioni" dall'Autorità di Bacino di Rilievo regionale.

#### 2.1.2 Inquadramento geografico, geologico e vegetazionale

L'area oggetto dello studio ha una superficie complessiva di circa **16.05 Km<sup>2</sup>** ed è suddivisa all'interna dei territori dei comuni di Bordighera, Seborga, Vallebona e Ospedaletti.

Il perimetro complessivo del bacino è di circa 22,18 km mentre lo sviluppo della linea di costa è di 9,12 km.

La longitudine media è di circa 7° 42,5 ' ed il territorio è compreso tra la Cima Ferrisconi a nord , Capo nero a levante e Capo Ampelio a ponente.

Gli spartiacque di perimetrazione sono quelli del t. Sasso a ponente e del rio Crosio a levante.

Il supporto cartografico di base è fornito dalle carte Tecniche regionali scala 1:10000 nr 271010 e 258230, al cui interno è compreso l'intero ambito di bacino.

Il comprensorio è stato suddiviso in undici bacini imbriferi di cui nove insistenti nel golfo di Ospedaletti, fra Capo Nero e Punta Madonna della Ruota e due insistenti nel golfo di Arziglia tra Madonna della Ruota e Capo Sant'Ampelio :

Comprensorio Ospedaletti

- rio Crosio
- rio Noce
- rio Porrine
- rio Pelotta
- rio Termini
- rio Undici
- rio Castagna
- rio Giunchetto
- rio Curtassa

## Comprensorio Arziglia

- Rio Sasso
- Rio Lunassa

Oltre ai suddetti bacini sussistono alcune aree in cui non è ben definito alcun corso d'acqua ubicate in prossimità dei tre capi .

Tutti i bacini imbriferi , ad esclusione dei bacini del rio Crosio e del rio Sasso, hanno una superficie inferiore a 1 kmq ed in generale sono tutti caratterizzati da una elevata pendenza.

Nella seguente tabella sono sintetizzati i più significativi dati morfologici:

<b>torrente</b>	<b>Superficie (kmq)</b>	<b>Altezza massima (m.sl.m.)</b>	<b>Lunghezza asta principale (km)</b>	<b>Pendenza media (%)</b>
<b>Crosio</b>	<b>3.03</b>	<b>795</b>	<b>3.60</b>	<b>22</b>
<b>Noce</b>	<b>0.82</b>	<b>660</b>	<b>2.00</b>	<b>33</b>
<b>Porrine</b>	<b>0.95</b>	<b>660</b>	<b>2.15</b>	<b>31</b>
<b>Pelotta</b>	<b>1.01</b>	<b>606</b>	<b>2.16</b>	<b>28</b>
<b>Termini</b>	<b>0.64</b>	<b>606</b>	<b>1.35</b>	<b>45</b>
<b>Undici</b>	<b>0.18</b>	<b>560</b>	<b>1.30</b>	<b>43</b>
<b>Castagna</b>	<b>0.50</b>	<b>550</b>	<b>1.25</b>	<b>44</b>
<b>Giunchetto</b>	<b>0.49</b>	<b>485</b>	<b>1.19</b>	<b>41</b>
<b>Curtassa</b>	<b>0.26</b>	<b>332</b>	<b>0.70</b>	<b>47</b>
<b>Lunassa</b>	<b>0.60</b>	<b>425</b>	<b>2.10</b>	<b>20</b>
<b>Sasso</b>	<b>5.81</b>	<b>875</b>	<b>7.22</b>	<b>12</b>

Dal punto di vista geologico le formazioni pre-quadernarie affioranti nell'area dei bacini studiati appartengono esclusivamente al dominio paleogeografico dei "Flysch ad Elmintoidi" della Liguria occidentale, qui rappresentato con i termini della successione dell'Unità Sanremo-M. Saccarello, ad eccezione del "complesso di base", non essendo neanche stata rinvenuta la presenza di sedimenti asclivibili al Ciclo Pliocenico ligure.

Il caratteristico assetto dell'Unità Sanremo-M. Saccarello in megapieghe ribaltate verso i settori sudoccidentali aventi assi circa NW-SE, si mantiene nei caratteri generali, ma subisce in questo lembo sudoccidentale una vistosa rotazione oraria che porta gli assi principali ad acquisire direzione NNE-SSW, sulla quale sono chiaramente impostati i principali corsi d'acqua. L'emergenza dei vari termini stratigrafici delle unità segue la configurazione delle grandi pieghe, ove queste risultano ben conservate.

Per quanto riguarda gli aspetti vegetazionali e di uso del suolo, il bacino è caratterizzato da un intenso sfruttamento agricolo rappresentato da coltivazioni floricole, in serra e in piena aria, da oliveti ed ex coltivi costituiti da oliveti in abbandono.

La vegetazione naturale si sviluppa principalmente nella parte alta del bacino e, più in generale, lungo i crinali. Essa è rappresentata da arbusteti con specie tipiche della macchia mediterranea e da formazioni boscate con composizione mista di specie del piano litoraneo.

### **2.1.3 Profilo storico delle aree insediate**

#### *BORDIGHERA*

La città di Bordighera è delimitata a monte dai Comuni di Vallebona, Vallecrosia e san Biagio della Cima, a levante dalla città di Ospedaletti, a ponente dalla città di Ventimiglia.

Il sistema insediativo risulta a sviluppo lineare a media densità, per la parte a mare; discontinuo ed eterogeneo nelle aree di contorno escluso, gli insediamenti annessi di Sasso e Borghetto S. Nicolò, fino a divenire sparso nelle aree di medio versante.

Il nucleo storico dal quale si sviluppò l'attuale Bordighera ha una storia relativamente recente, poiché risale all'ultimo scorcio del Medioevo.

L'area di Bordighera resta, comunque nell'ombra, praticamente ignorata durante tutto l'alto Medioevo.

Intorno all'anno Mille sorge la chiesa medioevale protoromanica dedicata al culto di S. Ampelio che approdò a Punta S. Ampelio che da lui prese il nome.

L'Abbazia di S. Ampelio fu fondata al principio del secolo XI per una probabile donazione dei Conti di Ventimiglia al Monastero arelatense di Mont Major.

L'Atlante idrografico di Luxoro del tardo medioevo, ha fatto sorgere l'ipotesi che sul Capo di Bordighera fosse localizzato verso il Mille un villaggio chiamato Sepe, i cui ruderi pare affiorino ancora presso l'attuale torre Sapergo, all'interno, sulla collina soprastante Bordighera.

E' dalla collina di Sapergo, prima che dal Borghetto del 1470, che probabilmente è partito nel secolo XI, in concomitanza con la fondazione dell'Abbazia di S. Ampelio, della chiesa e del ricrearsi delle possibilità di vita sul mare, il primo impulso al ripopolamento della futura Bordighera.

Notizie più precise sulla formazione del nucleo di Bordighera si hanno relativamente al periodo delle guerre tra Genova e Ventimiglia. Intorno alla chiesa di S. Ampelio furono insediate alcune postazioni, a carattere difensivo, per l'osservazione e l'avvistamento verso il mare e la costa di levante.

E' questa la prima esatta citazione della località di Bordighera che da adesso in poi resta legata al nome di S. Ampelio. Nel 1238 i Genovesi riuscirono ad entrare a Ventimiglia e costrinsero gli abitanti a fuggire e a rifugiarsi presso il convento dei Benedettini ove si fortificarono. Questo castrum fortificato prese il

nome di Villa di Bordigheta che verrà fondata nel 1470; ove vivevano famiglie dedite alla coltivazione del terreno.

“Villa Burdigheta” esisteva, da alcuni dati reperiti, già nella seconda metà del secolo XIII proprio sulla dorsale dove è attualmente insediata Bordighera vecchia.

L'ipotesi più plausibile localizza il nucleo medioevale proprio nel luogo dove è insediato l'attuale paese vecchio.

Nel 1470 trentun famiglie si associarono per fondare un nuovo centro abitato in riva al mare sul Capo di Ampelio.

Nasce in questo modo il nuovo centro chiamato Bordighera che venne ad essere l'ottava delle “Ville Ventimigliesie” e fu sottoposta alla città di Ventimiglia, mentre praticamente faceva parte del territorio sottomesso alla Repubblica di Genova.

Nel 1700 Bordighera si presentava come un castello fortificato sull'alto del capo di S. Ampelio e mantenne questa conformazione urbana per altri due secoli circa, secondo quanto appare dalle prime piante che esistono di essa, appartenenti alla seconda metà del secolo XVIII.

Dopo il terremoto del 1832, che creò danni rilevanti alle case più alte, furono gettati gli archi di sostegno, attualmente esistenti, tra gli edifici attraverso i vicoli.

E' di questi anni la formazione dell'attuale Bordighera nuova che non deriva dall'espansione dell'abitato precedente, ma trova sede più in basso, in riva al mare nella piana a ponente del Capo.

Dopo questi brevi cenni storici si ipotizza la formazione dell'organismo urbano così strutturata:

- Il primo insediamento avvenuto spontaneamente rispettando i comportamenti di tipo naturalistico, come quello di seguire l'andamento delle curve di livello o l'esposizione al sole, sembra quello identificabile ad est rispetto alla discesa del crinale che permette alla città l'affaccio al mare nel punto più avanzato della costa che va da Ventimiglia a Capo Migliarese.

Importante è il tessuto che si incontra nel punto più pianeggiante attorno al campanile, anche se risulta difficile porre questo tessuto in una sequenza di tipo formativo rispetto al contesto edilizio del paese in quanto è dubbio il suo inquadramento in qualche fase di formazione certa. E' da escludere, comunque, che la sua formazione sia avvenuta per un fenomeno di intasamento, in quanto, se ciò fosse avvenuto, lo sviluppo del nucleo si sarebbe disposto secondo un impianto seriale ad aggregazioni lineari seguendo una esperienza precedente e di conseguenza il tessuto sarebbe in sintonia con il contesto del paese.

- Nella seconda fase di formazione lo sviluppo edilizio avvenne probabilmente nella zona nord-est.

- Questo nuovo nucleo presenta le caratteristiche di un tessuto pianificato che ha rispettato, nel suo sviluppo, una legge di impianto lottizzativo modulare che presenta ripetizioni su tutti i prospetti.

- La successiva espansione sembra essere avvenuta lungo la via di Mezzo, un percorso lungo cinquanta metri con un dislivello tra i suoi estremi di tre metri.

- La quarta fase si identifica con il momento delle costruzioni delle mura. In questo tessuto, così formato, non è possibile identificare una tipologia edilizia per lo più inquadrata come elementi a schiera.

Con l'ultima fase si ha l'edificazione completa del centro storico di Bordighera, occupando i lotti ancora liberi. Tipico di questa fase è l'intasamento non essendo rimasti più spazi liberi, si occupano quelli rimasti tra i tessuti già formati.

Quando l'insediamento generale raggiunge una fase di saturazione si iniziò un forte incremento verticale degli elementi a schiera, che vennero snaturati dal loro contenuto tipologico e quindi fruitivo.

L'espansione edilizia di Bordighera dal 1840 al 1853, venne caratterizzata dalla edificazione di più di venti caseggiati sia fuori dalle mura che alla Marina.

Bordighera ormai aveva già preso l'aspetto di roccaforte chiusa nelle mura, poiché venne abbattuta in alcuni punti la cinta e vennero eretti numerosi edifici davanti alle mura. Nella città affluirono turisti stranieri e vennero edificate ville e alberghi.

Nel 1892, anno della redazione del nuovo Piano di Ampliamento, l'abitato del borgo marina aveva ormai raggiunto uno sviluppo ed una importanza tale da essere riconosciuto come la nuova Bordighera.

Nel 1900 la città di Bordighera presentava uno sviluppo edilizio ormai consolidato ricco di abitazioni e stabilimenti industriali già formati.

Lo sviluppo della città risultò molto ben avviato per i primi quindici anni, poi subì un arresto negli anni del primo conflitto mondiale, una successiva ripresa si manifesterà nel 1924.

La configurazione urbana della città da questi anni in poi non subì notevoli variazioni fino al 1927, quando il raggiunto sviluppo urbano di Bordighera ottenne conferma ufficiale dall'annessione delle frazioni di Sasso e Borghetto.

Al termine del secondo conflitto mondiale la città si trovò in una situazione precaria con circa un terzo dei fabbricati seriamente danneggiati; gli anni a seguire vennero, pertanto, impiegati per riparare i danni subiti.

Successivamente a questa data avvenne il grosso sviluppo della città che portò a saturare quasi completamente la parte già edificata e ad intasare la restante parte fino al rio Borghetto e le vallate del rio stesso.

La città di Bordighera conserverà tale configurazione fino ai giorni d'oggi.

## SEBORGA

Il comune di Seborga è collocato nell'immediato entroterra di Bordighera, ha una estensione territoriale di 481 ettari e comprende la parte alta della valle del rio Sasso, la valle secondaria del rio Cuneo e il versante est della valle del rio Battagli.

Il suo territorio confina ad est, lungo la dorsale che da Monte Caggio scende verso mare, con i comuni di Sanremo e Ospedaletti, a nord e ad ovest con il comune di Perinaldo e a sud, ed ancora, ad ovest con quello di Vallebona.

Il comune si raggiunge, partendo da Bordighera, con un percorso che si snoda lungo il crinale che divide le valli dei torrenti Borghetto e Sasso.

Il centro storico è adagiato su una spianata del suddetto crinale, ad una altezza di 517 m. s.l.m. in una invidiabile posizione panoramica che gli permette di abbracciare visivamente il mare.

Il territorio comunale è costituito dall'insieme di due valli parallele, quelle del rio Battagli, poi torrente Borghetto e quella del rio Sasso; tali valli sono scandite dal fascio di crinali che hanno il loro congiungimento e polo strategico nel monte Caggio, ove ritrovamenti portano a supporre l'esistenza di un piccolo castello (età del ferro) o quanto meno di una struttura fortificata coeva.

Il principio d'uso del territorio di Seborga è storicamente e saldamente legato alla dinamica di sviluppo dei suoi itinerari e dei propri insediamenti, infatti le vie di crinale lungo le displuviali di Vallebona, Borghetto, Sasso e Seborga fino all'inizio del XX Secolo e cioè fino alla realizzazione delle rotabili.

Le maggiori direttrici di crinale, a conferma della loro importanza nel processo di utilizzo e sviluppo del territorio, presentano una serie di singole emergenze storico-archeologiche.

Lungo il crinale di Vallebona viene evidenziato il Castello dei Gabbiani (XIX Secolo) ed il Castellaro del Monte Bellavista (età del Ferro), il quale si collega idealmente e visivamente con quello di Sapergo, sul crinale del Sasso, ove le tracce della Liguria arcaica si sovrappongono alla presenza della più recente opera difensiva ossia la torre omonima (XVI secolo).

Di grande rilevanza risultano essere gli insediamenti di crinale di origine medioevale come Sasso e, soprattutto, Seborga.

Sasso conserva ancora buona parte delle proprie strutture fortificate che si riferiscono alla cinta muraria; l'aggregato vero e proprio è costituito da poche unità inglobate esse stesse nelle antiche mura e si relaziona nella sua storia alla vicina Bordighera di cui fu, forse, componente del sistema di difesa ed avvistamento più esterno, insieme alle torri Mostaccini e Sapergo, e del cui territorio comunale, attualmente, è parte integrante.

Seborga, legata alla storia del monastero Benedettino delle isole di Lerino, occupa una posizione strategica del punto difensivo e mercantile.

Il borgo, caratterizzato, da una tessitura a carattere difensivo e situato sulla dorsale secondaria che divide le due valli dei Torrenti Borghetto e Sasso, come già accennato, era il nodo itinerario delle mulattiere che dal mare portavano ai centri montani e nel basso Piemonte, favorendo il commercio di sale e legname.

Ugualmente significativi, gli insediamenti di mezza costa di Vallebona e Borghetto S. Nicolò.

Il primo è localizzato sul crocevia delle mulattiere provenienti da Sasso per Vallecrosia e dal mare per gli altri crinali, posizione strategica sottolineata dal tessuto urbano di tipo difensivo.

Il secondo, circa un chilometro a sud di Vallebona, ne ripete in tono minore le caratteristiche principali del tessuto urbano e dell'architettura.

L'organismo territoriale è, comunque, caratterizzato da un assetto insediativo differenziato.

Nella valle del torrente Borghetto, verso l'abitato di Bordighera, si possono trovare insediamenti diffusi di edificazione recente che, certamente, hanno compromesso la situazione paesistica d'insieme.

L'aggregato urbano di Seborga, invece, è quello di origine medioevale e post-medioevale, legato alle vicende del Monastero Benedettino di Lerino già citato, a partire dal VIII secolo ed ha, nel corso dei secoli, mantenuto la propria identità senza essere coinvolto in sviluppi insediativi recenti.

L'attuale configurazione dell'organismo urbano presenta un tessuto ad impianto assiale, il cui asse principale è l'antico itinerario connesso con uno ad impianto radiale concentrico il quale dal punto più elevato della dorsale scende sul versante collinare.

## VALLEBONA

Profilo storico (cenni) ed ipotesi di formazione.

Il territorio comunale di Vallecrosia ha una superficie complessiva di 599 ettari che interessano prevalentemente il bacino imbrifero del rio Battagli, corrispondente a circa il 75% dell'intero territorio comunale ed è inciso da alcuni corsi d'acqua minori, il più importante dei quali è il rio Sasso che corre parallelamente al rio Battagli.

L'intera superficie comunale può essere suddivisa in cinque parti, così descritte da ponente verso levante:

- l'area di versante con prevalente esposizione ovest-nord ovest che nella sua parte alta si pone in relazione al nucleo di San Martino in comune di Soldano e che scendendo verso il mare si estende ai piedi del Castello dei Gabbiani;
- il versante in sponda destra del rio Battagli con esposizione sud est, sul quale sono localizzati sia il centro capoluogo, sia una notevole quantità di case rurali sparse a testimonianza della vocazione agricola di questa porzione di territorio;
- il versante con prevalente esposizione ovest-nord ovest che dalla località di Madonna della Neve scende sino alla sponda sinistra del rio Battagli e che è interessato in gran parte da coltivazioni a pieno campo;
- le aree di crinale su cui è ubicata la chiesa della Madonna della Neve ed il versante, avente ridotta superficie territoriale, in sponda destra del rio Sasso che, come detto, sono connotati da una minima utilizzazione antropica;
- il versante in sponda sinistra del rio Sasso, pendice del Monte Nero, caratterizzato da una presenza antropica nulla e da un ambiente vegetale costituito da una macchia omogenea con qualche rara zona di vegetazione d'alto fusto.

La genesi insediativa di Vallebona viene fatta risalire al VI secolo, quando un gruppo di frati dell'ordine Benedettino, dopo aver costruito un convento a Seborga, iniziarono la bonifica dell'intera zona, che verrà chiamata Vallebona, valle fertile.

La prima citazione documentale a testimonianza dell'esistenza di un nucleo urbano chiamato Vallebona risale al 1174, mentre già nel 1064 lo stesso toponimo veniva attribuito al torrente che in origine doveva dare il nome all'intero bacino vallivo: la fertilità della zona giustifica il fatto che per tutta l'epoca medioevale, Vallebona fosse seconda solo a Camporosso.

Al pari di tutte le altre ville del Contado orientale, Vallebona seguì la sorte e le alterne vicende che hanno contrappuntato la storia del Capoluogo di Ventimiglia sotto la cui giurisdizione ricadeva e dopo la conquista Genovese avvenuta alla fine del XIV secolo, venne venduta dalla Repubblica di Genova al Banco di San Giorgio.

Dopo numerosi assalti da parte della popolazione turca, Vallebona tornò lentamente a finire e ad intrattenere nuovi e più cospicui traffici con le realtà limitrofe. Si costituì libero comune nei primi anni del secolo successivo.

Negli anni a seguire Vallebona iniziò un periodo di notevole prosperità non interrotto allorché Vallebona entrò a far parte dell'Impero Francese.

Il tessuto urbano di Vallebona evidenzia in modo inequivocabile gli elementi tipici di un borgo pianificato a carattere difensivo, la cui localizzazione assolve ad una ben precisa funzione di controllo dei traffici commerciali locali, in quanto risulta ubicata all'incrocio delle mulattiere da Sasso per Vallecrosia e dalla costa per gli alti crinali, in allora cinto da poderose mura e con quattro porte di accesso, una delle quali oggi risulta in discreto stato di conservazione; inoltre è stata in parte mantenuta anche una torre di avvistamento.

La particolare conformazione territoriale ha profondamente inciso sullo sviluppo urbano, che presenta un notevole grado di compiutezza formale, con percorsi di impianto che si dipartono a pettine dal percorso matrice ed un forte intasamento dei lotti in prossimità di quest'ultimo, mentre si verifica, via via allontanandosi, un progressivo aumento delle aree di pertinenza non edificate.

In base alla preesistenza di una forma insediativa chiusa, tipica della città murata, le forme insediative delle aree esterne alle mura in cui si iniziò a costruire "fuori porta" per l'avvenuto intasamento del nucleo storico, hanno dovuto tenere conto sia della significativa e predominante presenza di questa forma racchiusa in se stessa sia della diversificata pendenza delle aree libere disponibili per l'edificazione.

Il risultato che ne è scaturito di conseguenza, anche per la forte spinta all'edificazione di abitazioni che si è verificata in particolare nell'ultimo decennio, è quello di una forma insediativa diffusa, alquanto casuale e senza evidenti regole ordinatrici se si esclude quella di ricercare un qualche allineamento lungo il percorso principale.

La crescita esponenziale dell'edificato ha determinato, di recente, la fase maggiormente modificativa degli assetti insediativi sedimentati nel tempo, in quanto, la popolazione di Vallebona, dapprima, costretta entro le ridotte dimensioni urbane racchiuse dalle mura di difesa, su un territorio decisamente più vasto, quello tradizionalmente destinato all'agricoltura.

In conseguenza, si è assistito di recente all'insorgere di fenomeni di sostituzione delle famiglie dapprima residenti nel centro storico e poi trasferite in una nuova abitazione nel contesto agricolo con la diffusa destinazione edilizia di spazi vissuti per secoli in esclusiva funzione agricola.

### *OSPEDALETTI*

La cittadina di Ospedaletti ha origine antiche: un rogito notarile datato 1259 tratta di un legato a favore dell'ospedale e della chiesa eretta nei pressi della via Aurelia da alcuni cavalieri, reduci dalla Terra santa, fermatisi nella zona tra Capo nero e Capo Sant'Ampelio.

Trovata piacevole per il clima mite e la bellezza del luogo, l'insenatura scoperta, vi si stabilirono costruendo poi l'ospizio e la chiesa dedicata a San Giovanni battista.

Sorse così il primo nucleo abitato che andò via via ingrandendosi lungo la valle e sul vicino colle estendendo le coltivazioni nei territori circostanti.

Nel 1500 fu inaugurato un piccolo porto nominato Rotta e gli abitanti iniziarono l'attività di marinai e pescatori; per alcuni secoli l'attività marittima perdurò costante e florida , poi , nel 1881 , con l'avvento della ferrovia e l'accresciuta comodità dei trasporti via terra, il commercio via mare andò decrescendo.

Nello stesso anno la Società Fonciere Lyonnaise di Parigi , attratta dalle possibilità turistiche rivelate da Ospedaletti, iniziò la costruzione di un complesso alberghiero e programmò un piano regolatore stradale grandioso al quale oggi la cittadina deve la bellezza delle vie e la semplificazione del traffico viario.

Con il turismo fiorente ed il nuovo aspetto di elegante centro climatico Ospedaletti si trasformò da centro agricolo-marittimo a centro vacanziero, attività che si estrinsecò nella creazione di numerose ville , alberghi e centri ricreativi che a tutt'oggi caratterizzano l'aspetto della cittadina.

Parallelamente si sviluppò sui versanti collinari l'attività agricola della floricoltura, attività che ha modificato e modifica tuttora radicalmente le caratteristiche dell'uso del suolo.

## 2.2 SPECIFICA TECNICA DELLE ATTIVITA'

### 2.2.1 Assetto geologico

#### 2.2.1.1 stratigrafia

Il rilevamento geologico, completo e originale, è stato realizzato con tecniche e standard classici e consolidati, tuttavia secondo i più moderni criteri di riconoscimento e di attribuzione basati essenzialmente su associazioni di litofacies. Questo ha consentito una delimitazione cartografica rigorosa delle varie unità formazionali, di particolare rilevanza per i suoi numerosi riflessi applicativi.

La presenza nella letteratura di numerosi termini formazionali, locuzioni informali e sigle diverse, conseguenza in qualche modo inevitabile di studi e ricerche condotte in tempi così distanti fra loro, con varie finalità e finanche da autori di diversa nazionalità, potrebbe rendere difficoltoso il confronto con altri riferimenti cartografici e bibliografici esistenti. Per questo, nelle descrizioni che seguono, formazione per formazione, accanto alla sigla utilizzata nella legenda, sono ricordate le locuzioni classiche e d'uso più frequente.

#### UNITA' SANREMO-M. SACCARELLO

5) maELM - FLYSCH DI SANREMO (LITOTIPI MARNOSO-ARENACEI). Alternanze, in ordine di importanza decrescente, di: torbiditi marnose, con o senza base calcareo-arenacea, in strati da sottili a spessi con prevalenza dei primi; torbiditi siltoso-arenacee (prevalentemente quarzoso-micacee), generalmente fini o medie, in strati e banchi; marne argillose e argilliti marnose; calcari micritici in strati sottili e medi.

L'unità corrisponde allo "H<sup>2</sup>" di Franchi, alla "Série à dominante marneuse" degli AA. francesi, alla "Imperiaserie" p.p. di Richter e alla "Litofacies d" di Sagri (1984). Affiora solo nel grande sinclinorio di Sanremo e al nucleo della sinclinale del T. Borghetto, anche se assai più ridotta di quanto non sia rappresentata sul foglio 102 "S. Remo" della Carta Geologica d'Italia. La base stratigrafica è omogeneamente costituita dal Flysch di Sanremo in facies calcareo-marnosa cmELM (H<sup>1</sup> di Franchi), mentre il tetto non è definibile, poiché non è conosciuta alcuna formazione che le risulti sovrapposta stratigraficamente.

E' costituita dalla successione ritmica dei seguenti tipi di strato:

a) Marne siltose (più frequenti), marne calcaree e marne argillose con o senza base calcareo-arenacea in facies del tutto analoga a quella precedentemente descritta presente al tetto dello cmELM, con l'unica differenza che lo spessore degli strati è mediamente inferiore e che i giunti emipelagitici possono essere spessi anche alcuni decimetri;

b) Arenarie quarzoso-micacee, generalmente qui a grana medio-fine e associate a siltiti, con rapporto arenite/pelite  $\approx 1$  e facies sedimentaria prevalente D<sub>2</sub>. Si ricorda che in altre aree di affioramento estranee al bacino considerato, sono presenti strati arenacei di diverso tipo, costituiti da arenarie medio-grossolane in strati da spessi a molto spessi, talora costituenti grossi corpi lenticolari assumibili a membri all'interno della formazione;

c) Calcari micritici in strati submetrici analoghi a quelli già descritti presenti nel sottostante cmELM

La transizione tra cmELM e maELM avviene di norma, come detto, in maniera molto graduale, attraverso una fascia a prevalente composizione marnosa di non meno di una cinquantina di metri di spessore presente al tetto dello cmELM. La distinzione tra le due unità è stata posta proprio sulla base della comparsa degli strati arenaceo-siltosi del tipo descritto al punto b) in sequenze ripetute e la scomparsa dei banchi marnoso-calcarei potenti.

L'età della formazione, secondo Manivit & Prud'Homme (1990), è maastrichtiana superiore.

4) - cmELM - FLYSCH DI SANREMO (LITOTIPI CALCAREO-MARNOSI). Torbiditi marnoso-calcaree e calcareo-marnose a base calcareo arenacea, in strati da medi a spessi, fino a plurimetrici, calcari micritici e rare argilliti costituenti i giunti di strato. Verso l'alto, il passaggio a maELM è definito da litofacies francamente marnose e a stratificazione più sottile; verso il basso, il passaggio a arBOR è segnato dalla comparsa di strati isolati di arenarie grossolane e dall'infittirsi di calcari micritici in strati metrici

Quest'unità si identifica con lo "H<sup>1</sup>" di Franchi, la "Série à dominante calcaire" degli AA. francesi, la "Saccarelloserie" di Richter e le "Litofacies a, b e c" di Sagri (1984). Nell'area rilevata, affiora estensivamente con sostanziale omogeneità, ed il suo limite stratigrafico inferiore è costantemente dato da arBOR (Arenarie di Bordighera), verso le quali il passaggio è rapido anche se progressivo, mentre quello superiore sfuma assai gradualmente nello maELM (H<sup>2</sup> di Franchi).

Come descritto da Sagri (1984), la formazione si compone della sequenza monotona di due tipi di strati torbiditici fondamentali:

a) Strati e banchi di spessore da metrico a plurimetrico dati da una coppia marna calcarea/calcareo arenaceo con quest'ultimo costituente la base dello strato, il cui rapporto stratimetrico arenite/pelite è di norma  $< 1$ . Gli strati raramente mostrano una sequenza Bouma completa, ma più spesso sequenze tronche alla base di tipo T<sub>bcd</sub>, T<sub>cde</sub>, riconducibili a prevalenti facies sedimentarie Mutti & Ricci Lucchi D<sub>2</sub>. Alla base degli strati più potenti, è frequente la ripetizione degli intervalli basali (T<sub>bc-bc-cd..</sub>), dovuta, secondo Rupke (1976) e Hiscott & Pickering (1984), a frequenti "rimbalzamenti" delle correnti di torbida in fosse ristrette; in questi casi lo spessore degli strati supera facilmente i 6-7 m

Tra le varietà di strato che si differenziano da questo tipo fondamentale, ne segnaliamo una perché sempre presente in larga prevalenza al passaggio col soprastante SRE2, associata a strati isolati di

"megatorbiditi" marnoso-calcaree del tipo sopra descritto, costituito da marna o da marna argillosa, con suola calcareo-arenacea assente o data da un sottile intervallo c o cd, in facies sedimentaria D<sub>3</sub>.

b) Strati metrici e submetrici di calcari micritici, con sequenza prevalente T<sub>(d)e</sub>, e facies sedimentaria D<sub>3</sub>. Alla base è spesso presente un velo di calcare sabbioso, e chiude normalmente la sedimentazione un intervallo netto di emipelagite argillitica (intervallo f di Hesse).

L'età della formazione è stata di recente precisata da Manivit & Prud'Homme (1990), e sarebbe secondo questi ultimi compresa tra il Maastrichtiano medio e il Maastrichtiano superiore.

Lo spessore dell'unità lo spessore raggiunge i 300 m tra la costola di M. Nero e Ospedaletti.

3) - arBOR - ARENARIE DI BORDIGHERA. Torbiditi arenacee a prevalente composizione quarzoso-feldspatica, con frequenti episodi microconglomeratici alla base degli strati, nei quali si riconoscono ciottoli e frammenti di rocce cristalline. Sono presenti in strati medi e spessi, o in banchi di spessore plurimetrico a stratificazione mal definita

Le Arenarie di Bordighera corrispondono allo "Ha" di Franchi e alla "Série à dominante gréseuse" degli AA. francesi. Sono riconducibili ad un complesso di conoide sottomarina del tipo "a bassa efficienza di trasporto" (Mutti, 1979), caratterizzata da elevato spessore in rapporto al volume complessivo e da contenuto espansione areale. In questa zona si rinvengono le facies più tipiche e peculiari, ed è qui che si trovano le caratteristiche aree di affioramento che hanno dato il nome alla formazione.

L'unità è formata da sequenze di strati torbiditici arenacei, arenaceo-conglomeratici e, in subordine, arenaceo-siltosi. Le arenarie hanno una composizione essenzialmente quarzoso-feldspatico-micacea e nei frammenti litici di taglia maggiore sono riconoscibili graniti, porfidi, gneiss, ecc. Gli strati hanno spessore variabile in relazione ai caratteri sedimentologici delle diverse zone dell'apparato torbiditico, anche se, nel complesso nell'area rilevata e, in modo particolare, nella zona costiera, sono frequenti le facies canalizzate più prossimali e tipicamente grossolane, costituite da strati massicci a stratificazione amalgamata, con sequenze torbiditiche Bouma T<sub>a</sub> e, più raramente, T<sub>a-e</sub>, con frequenti passate microconglomeratiche alla base, passanti talora a veri e propri conglomerati (facies sedimentaria Mutti-Ricci Lucchi A<sub>1</sub> e, meno frequentemente C<sub>1</sub>). Non è raro osservare piccoli lembi e fiocchi pelitici, marnosi o argilloso-siltosi, strappati dagli strati sottostanti e inglobati nella matrice arenacea.

E' la formazione che affiora più diffusamente estendosi in una ampia fascia dalla costa, tra Ospedaletti e Capo Sant'Ampelio, al limite NE del bacino.

L'età della formazione è riferibile in maniera indiretta, sulla base dei rapporti stratigrafici con le formazioni sottostanti e sovrastanti, al Campaniano-Maastrichtiano p.p.

Lo spessore della formazione non è qui determinabile con sicurezza, ma non dovrebbe essere inferiore a 500 m nella zona di M. Nero.

2) - sccBOR - ARENARIE DI BORDIGHERA (MEMBRO DI BASE). Alternanze di torbiditi calcareo-marnose e calcareo-arenacee, torbiditi arenacee medio-fini e più raramente grossolane, e di calcari micritici in strati regolari sottili e molto sottili

Questa unità corrisponde allo "H" di Franchi e alla "Série grésocalcaire finement litée" degli AA. francesi. Questi ultimi la considerano facente parte del "complesso di base" della falda dell'Unità Sanremo-M. Saccarello, mentre Sagri (1980) ha riconosciuto la tipica associazione delle facies di frangia di apparato torbiditico, collegandola geneticamente alla conoide delle Arenarie di Bordighera.

Gli affioramenti rilevati sono molto limitati e si trovano lungo il crinale tra Monte Nero e Passo del Bandito, intercalati, senza apparente ordine, all'interno delle superiori Arenarie di Bordighera s.s. (arBOR); secondo Sagri (1980) rappresentano depositi di frangia di lobo di progradazione.

Questo membro è dato dall'alternanza molto fitta e serrata di strati di:

- calcari marnosi micritici a frattura pseudoconcoide;
- calcari arenacei;
- marne calcaree con tracce di *Helmintoides* e *Chondrites*;
- arenarie quarzose prevalentemente medio-fini;
- argilliti costituenti i giunti di strato.

Verso l'alto, il passaggio alle Arenarie di Bordighera s.s. è preannunciato dalla comparsa di strati isolati, dapprima molto sottili, poi anche metrici e più che metrici, di arenarie massicce grossolane via via più frequenti.

L'età della formazione è stata attribuita di recente al Campaniano superiore (Manivit & Prud'Homme, 1990).

Lo spessore della formazione è in quest'area indeterminabile; nelle zone dei maggiori affioramenti (Valle Argentina), lo spessore non supera comunque i 40÷50 m.

## **QUATERNARIO**

Si segnala la presenza di un deposito quaternario esteso costituito da sabbia cementata con grossi massi inglobati e ghiaie. Infatti presso la loc Madonna della ruota è stata morfologicamente rilevata una zona pianeggiante compresa tra la curva di livello 75 e il mare che viene assimilata ad una spianata morfologica. Si tratta quindi di materiale rimaneggiato dal mare.

Tali depositi presentano, nei termini a maggiore componente sabbiosa, tracce di piani di sedimentazione con giacitura degli strati immergente verso Sud

### 2.2.1.2 Elementi di tettonica

Come detto nella parte iniziale della descrizione dei terreni, il substrato appartiene al dominio paleogeografico del Flysch ad Elmintoidi di Sanremo-M. Saccarello affetto da una tettonica polifasata complessa.

La migrazione delle pulsazioni orogeniche dall'interno verso l'esterno dell'edificio alpino ha avuto come conseguenza una diversa successione delle fasi deformative nei diversi domini. L'unità del Flysch ad Elmintoidi è interessata da ripiegamenti a tutte le scale, riferibili ad almeno due fasi principali sovrapposte:

- a) una prima fase si materializza soprattutto nel "complesso di base", non affiorante nell'area oggetto di indagine, e nelle unità pelitiche a stratificazione sottile con pieghe isoclinali e subisoclinali e una scistosità poco inclinata rispetto alle superfici litologiche; essa ha lasciato rarissime tracce nell'Unità Sanremo-M. Saccarello per la posizione sommitale rispetto all'edificio strutturale che essa ha assunto durante la traslazione;
- b) la seconda fase principale è quella responsabile della formazione delle grandi pieghe chilometriche ad assi all'incirca NW-SE, perlopiù cilindriche e concentriche, con piano assiale immergente verso NE, che caratterizzano tutte le unità flyscioidi. In quest'area, le strutture plicative riferite alla suddetta fase subiscono una rotazione assiale in senso orario, verosimilmente legata a fasi tardive.

Su queste si sono successivamente impostate deformazioni di tipo fragile, espresse soprattutto da faglie dirette e/o trascorrenti che dovevano essere attive sin dalle fasi iniziali della deposizione pliocenica. Esse hanno direzioni riferibili a due sistemi principali: l'uno diretto N120-150 e l'altro all'incirca N40. Le maggiori deformazioni rigide si riverberano alla mesoscala in fratture e disgiunzioni che identificano un sistema di giunti subverticali coniugati aventi le medesime direzioni dominanti (Marini, 1987).

Procedendo da W verso E, le principali strutture deformative e di interesse tettonico-strutturale sono le seguenti:

- la stretta sinclinale del T. Borghetto-Rio Battagli, nella fascia di confine con il Bacino dei Torrenti Borghetto e Vallecrosia, avente a nucleo il litotipo marnoso-arenaceo del Flysch di Sanremo (maELM), che affiora con notevole estensione longitudinale ma spessore limitato, mentre i fianchi, molto ravvicinati, sono dati dal litotipo calcareo marnoso (cmELM) affiorante sia nel fondovalle in serie diritta, sia superiormente in serie rovesciata. All'altezza dell'abitato di Seborga, il fianco superiore della struttura appare lacerato, con gli strati calcareo-marnosi in spesse bancate e con giacitura rovesciata che si sovrappongono bruscamente alle marne diritte;
- la grande anticlinale M. Nero-M. Carparo, che prosegue fino a M. Caggio fuori dal bacino in oggetto, di cui è ben individuabile la superficie assiale sulle pendici sud occidentali del M. Carparo, con le bancate di arenarie che, diritte sul crinale, si rovesciano rapidamente poche decine di metri al di sotto, giungendo a sovrapporsi ai calcari marnosi. Il fianco diritto dell'anticlinale realizza una struttura tabulare immergente

a SE con angolo complessivamente superiore a quello del pendio, a parte ripetute inversioni di polarità degli strati dovute a ripiegamenti parassiti di raggio decametrico che porta ad affiorare alle spalle di Ospedaletti la formazione calcareo marnosa (cmSRE1) e, più in basso, quella marnoso-arenacea (mSRE2). La grande struttura si collega all'ampia sinclinale di Ospedaletti, avente a nucleo lo mSRE2 (poco visibile per la scarsità di affioramenti), responsabile del riaffioramento a Capo Nero delle Arenarie di Bordighera (arBOR1) in giacitura fortemente raddrizzata.

## **2.2.2 Assetto geomorfologico**

### *2.2.2.1 interpretazione morfo-strutturale*

La "lettura" morfostrutturale degli elementi, sopra semplicemente constatati e descritti, è decisamente importante per poter avvicinare gli aspetti diagnostici ed evolutivi del capitolo successivo dedicato alla geomorfologia.

Nel complesso, appare oltremodo evidente che la struttura morfologica è "controllata" in modo quasi assoluto dalla tettonica, dalla tessitura, dalla litologia e dai ritmi formazionali.

Agli assi delle strutture plicative, al loro "andamento", al sovrapporsi di più fasi deformative e alla segnalata debole rotazione degli stessi assi, si devono infatti:

- il "disegno" complessivo di cui al punto a) del paragrafo sui caratteri unificanti;
- l'asimmetria di cui al punto l) dello stesso paragrafo.

In particolare, è evidente come i versanti più acclivi corrispondano regolarmente ai fianchi molto raddrizzati delle megastrutture plicative. Tipicamente, la valle del Rio Sasso ha il ripidissimo versante destro dato dal fianco inverso verticalizzato della sinclinale del Rio Borghetto, mentre il versante sinistro, assai meno acclive, comprende la zona di cerniera e il fianco superiore diritto dell'anticlinale successiva.

Alle lineazioni più marcate, alle quali è stato attribuito il significato di faglie di vario tipo, segnatamente ai due sistemi diretti N 120 e N 40 si devono:

- i lineamenti della costa;
- gran parte delle deviazioni assiali dei solchi erosivi e dei crinali spartiacque, soprattutto interni all'ambito;
- l'andamento prevalente dei solchi erosivi principali, ma soprattutto la direzione dei corrivi secondari, segnatamente nella zona apicale.

Ai sistemi di fratture coniugate si debbono le repentine e piccole o medie deviazioni dei solchi erosivi (meandri e salti di fondo), caratteristicamente diretti N120 e N40.

L'evidente curvatura del tratto terminale del T. Sasso è verosimilmente legata alla presenza di paleosolchi curvilinei al margine delle terminazioni periclinali delle grandi pieghe dell'unità del Flysch ad Elmintoidi, legate ad una generalizzata inclinazione degli assi verso Sud e ai successivi basculamenti dei settori costieri, come visibile nel modello schematico di seguito riportato.

#### 2.2.2.2 Geomorfologia dei versanti

Un "disegno" morfostrutturale elementare, come quello descritto nei paragrafi precedenti, nella realtà attuale è "turbato" e alterato, peraltro assai modestamente, per un verso dalla neo-tettonica presunta, o embrionalmente delineata da alcuni autori, comunque non facilmente delineabile a scala locale e puntuale, ma soprattutto dai maggiori "fenomeni" geomorfologici quiescenti e attivi.

Ciò che in tutto l'ambito analizzato è particolarmente evidente e rilevante è il controllo che sui lineamenti della geomorfologia esercitano non solo le diverse litologie presenti, ma anche il loro diverso succedersi ritmico e il particolare sovrapporsi delle formazioni a costituzione litologica particolarmente diversa.

Sul Flysch ad Elmintoidi si sviluppano fenomeni ed assetti geomorfologici tipici e piuttosto noti, tra i quali meritano particolare attenzione i seguenti:

- le grandi "zolle" in Arenarie di Bordighera (arBOR) si segnalano per aver determinato, nel caso di assetto sub-orizzontale o a reggipoggio versanti discretamente acclivi soggetti a diffusi fenomeni di dissesto per "crollo" o per "movimento rotazionale", più raramente per "ribaltamento" nelle sezioni di versante verticalizzato, o, nel caso di assetto a franapoggio, per aver determinato versanti conformi o mediamente poco acclivi, assai spesso discretamente colonizzati per la presenza di una coltre terrosa ottimamente drenata e sostanzialmente stabile, anche se di spessore modesto.
- le zone di affioramento dei litotipi a prevalenza calcareo-marnosa (cmELM) sono caratterizzate dalla presenza di vasti "corpi" connessi a fenomeni di "scivolamento" (movimento traslativo) sia in roccia (corpi rocciosi collassati, detritizzati) sia in materiale misto (frane e paleofrane di solo materiale detritico) e, più spesso ancora, di corpi di frana in roccia (scorrimenti traslativi di roccia in blocco) degenerati superficialmente in frane di materiali sciolti. In questo paesaggio lito-morfologico, sono altresì assai frequenti i versanti in condizioni di "sub-affioramento", del substrato roccioso, coperto solo dalle coltri terrazzate di presumibile origine parzialmente antropica;
- le zone di affioramento del Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM), sono altrettanto tipicamente caratterizzate dalla presenza di coperture molto estese, anche se talvolta di spessore

modesto, e in condizioni di instabilità attiva o latente. La natura, le caratteristiche geotecniche e idrogeologiche e soprattutto i "comportamenti" di queste coperture dipendono da tre fattori congeniti:

- a) la connaturata tendenza all'alterazione, scompaginazione e dissesto che caratterizza più di ogni altra questa formazione flyschoidale,
- b) la presenza di una discreta componente limoso-argillosa nella matrice delle coltri eluviali e colluviali e anche in quelle detritico-colluviali, quindi le caratteristiche geotecniche delle "terre" che sono prevalentemente da mediocri a cattive,
- c) infine, la possibilità che si determini un marcato contrasto di permeabilità tra copertura e substrato, in ragione della sostanziale impermeabilità della formazione e del fatto che molte coltri che lo coprono traggono origine da settori di versante nei quali affiorano formazioni diverse capaci di produrre coltri vistosamente permeabili per porosità .

Infine, in generale, rispetto ad altri paesaggi geomorfologici anche assai prossimi, quello in esame si segnala per lo scarso sviluppo (o per la scarsa conservazione) di elementi geomorfologici legati alla dinamica fluviale antica (terrazzi sospesi ingombri di alluvioni, tra loro raccordabili secondo superfici erosive antiche abbandonate e di altre alluvioni sospese su paleo-superfici di spianamento, ecc..).

#### 2.2.2.3 a Coltri di pendio,

Il rilevamento ha messo in evidenza la presenza di notevoli "unità" geomorfologiche con caratteri di:

Le coltri di copertura, di origine sia detritica, sia colluviale, sia mista, sono molto diffuse, tant'è che la condizione di roccia effettivamente affiorante riguarda una superficie molto ridotta dell'intero bacino. Tuttavia, per convenzione regionale (Raccomandazione 3 bis del CTR), sono state inglobate nella voce "roccia affiorante e subaffiorante" le molte coperture di spessore inferiore a m 1 presenti in modo discontinuo sui versanti e si sono segnalate solo le unità con spessore medio stimato compreso tra 1 e 3 m e quelle con spessore medio stimato superiore a 3 m.

A seconda del substrato su cui appoggiano e della natura del substrato della porzione di versante da cui traggono origine, le coltri di potenza media da 1 a 3 metri possono essere raggruppate in quattro soli macro-tipi:

- I) - coltri con componente detritica molto abbondante, talvolta prevalente sulla matrice, e con matrice siltoso-sabbiosa a basso contenuto argilloso, su substrato arenaceo o calcareo-marnoso;
- II) - coltri con componente detritica molto abbondante, talvolta prevalente sulla matrice, e con matrice siltoso-sabbiosa a basso contenuto argilloso, su substrato flyschoidale ad elevata componente marnoso-argillosa;
- III) - coltri con componente detritica scarsa, sempre suvalente rispetto alla matrice fine o finissima e con matrice a medio o alto contenuto argilloso, più spesso limoso, su substrato arenaceo o calcareo marnoso;

IV) - coltri con componente detritica scarsa, sempre suvalente rispetto alla matrice fine o finissima e con matrice a medio o alto contenuto argilloso, più spesso limoso, su substrato flyschoidi ad elevata componente marnoso-argillosa.

Nella cartografia specifica è resa in modo indicativo, ove analizzabile seppure macroscopicamente sul terreno, la "classe" granulometrica prevalente o caratterizzante.

Nelle coltri di potenza media superiore a m3 predominano due tipi:

- Coltri detritico-colluviali caratterizzate da blocchi in matrice sabbioso-ghiaioso, siltosa e siltoso-limosa
- Coltri detritico-colluviali caratterizzate da frazione clastica ghiaiosa e abbondante matrice sabbiosa e sabbioso-limoso-argillosa

#### 2.2.2.3 b) I corpi di frana

Le unità geomorfologiche classificate come "corpi di frana" sono state cartografate sulla Carta Geomorfologica e qui distinte con un codice identificativo nel quale appare la tipologia, lo stato di attività e il comune di appartenenza.

Per i dissesti più significativi sono state compilate delle schede in allegato al piano.

Inoltre, limitatamente ai corpi di frana attivi, il piano è stato aggiornato sulla scorta di nuovi rilevamenti effettuati a seguito dell'evento alluvionale del Novembre 2000: sono stati individuati 65 nuovi dissesti, riportati nella Carta dei Movimenti franosi del Novembre 2000, e ad ognuno di essi corrisponde una scheda dei movimenti franosi in allegato.

Statisticamente prevalgono fenomeni di scivolamento superficiale traslativo di detrito, da estremamente rapido a lento, nelle parti più elevate dei versanti, e del tipo scorrimento rotazionale-colamento, da lento a estremamente lento, nelle parti medio-inferiori e al piede dei versanti.

Svariati elementi morfologici come la frequenza relativa dei paleofenomeni rispetto ai fenomeni più recenti o attuali forniscono il quadro di una franosità a grande scala in fase di tendenziale quiescenza.

I principali corpi di paleofrana sono stati evidenziati nella carta geomorfologica con il simbolo P.

#### 2.2.2.4 Cave e discariche

Allo stato attuale non ci sono esercizi di cava e/ o di discarica attivi nel territorio in oggetto.

Sulla Carta Geomorfologica è stata perimetrata la zona di discarica del materiale di scavo delle gallerie dell'Autostrada; è una discarica assimilabile ad un riporto, ormai dismessa da tempo, rinverdata e inserita nel Tessuto urbano.

## 2.2.3 Assetto idrogeologico

### 2.2.3.1 analisi morfometrica dei bacini

#### 2.2.3.1.1 Definizione del sistema superficiale di ricezione, ritenzione, scorrimento e di diffusione delle acque di precipitazione – Densità di drenaggio

Da un attento studio delle carte, studio supportato da un'approfondita indagine sul territorio, si sono ottenute utili informazioni al fine di descrivere i bacini in oggetto.

I bacini oggetto dello studio sono i seguenti:

- rio Crosio
- rio Noce
- rio Porrine
- rio Pelotta
- rio Termini
- rio Undici
- rio Castagna
- rio Giunchetto
- rio Curtassa
- rio Lunassa
- rio Sasso

Oltre ai suddetti torrenti vi sono all'interno del comprensorio alcune aree drenanti caratterizzate dalla mancanza di veri e propri rii (comprensorio di capo nero, comprensorio di capo Sant'Ampelio e comprensorio della Madonna della Ruota).

Tutti i torrenti hanno superfici comprese tra 0,18 kmq (rio Undici) e 5,81 Kmq (rio Sasso) ed hanno forma vagamente allungata caratterizzati da uno o al massimo due rami principali; fanno eccezione i due rii maggiori del comprensorio (rio Crosio e rio Sasso) che hanno forma tozza e dentritica il primo e allungata e dentritica il secondo.

I rii di Ospedaletti Crosio e Noce presentano il tratto terminale completamente tombinato e i rimanenti rii presentano diversi interventi antropici lungo l'asta.

Il rio Sasso scorre in alveo naturale per la gran parte del suo percorso ad esclusione della zona di Arziglia in cui scorre all'interno di canali artificiali ed attraversa i ponti dell'Aurelia e della ferrovia.

L'area complessiva del comprensorio è di 16,05 kmq con un perimetro di 22,18 km compreso lo sviluppo della costa pari a 9,12 km.

La massima cima presente nel comprensorio è la cima Ferrissoni 758 mslm.

### 2.2.3.1.2. Il coefficiente di forma

Un modo per caratterizzare gli undici bacini è quello di utilizzare quelli che vengono definiti "fattori di forma".

Il primo, F1, è dato dal rapporto tra la lunghezza dell'asta principale e la radice quadrata della superficie; il secondo, F2, è dato dal rapporto tra la larghezza media del bacino e la lunghezza dell'asta principale, il terzo, F3, detto anche coefficiente di uniformità, è dato dal rapporto tra il perimetro dello spartiacque topografico del bacino e la circonferenza del cerchio avente superficie pari a quella del bacino:  $F3 = 1$  significativa che la forma del bacino è "circolare", al crescere dell'irregolarità cresce il valore di F3.

torrente	S (kmq)	La (km)	Largh (km)	Per (km)	Ra (km)	F1	F2	F3
<b>Crosio</b>	3.03	3.60	0.84	9.00	0.55	<b>2.1</b>	<b>0.2</b>	<b>2.6</b>
<b>Noce</b>	0.82	2.00	0.41	5.60	0.29	<b>2.2</b>	<b>0.2</b>	<b>3.1</b>
<b>Porrine</b>	0.95	2.15	0.44	5.80	0.31	<b>2.2</b>	<b>0.2</b>	<b>3.0</b>
<b>Pelotta</b>	1.01	2.16	0.47	5.30	0.32	<b>2.1</b>	<b>0.2</b>	<b>2.6</b>
<b>Termini</b>	0.64	1.35	0.47	4.10	0.25	<b>1.7</b>	<b>0.4</b>	<b>2.6</b>
<b>Undici</b>	0.18	1.30	0.14	3.00	0.14	<b>3.1</b>	<b>0.1</b>	<b>3.5</b>
<b>Castagna</b>	0.50	1.25	0.40	3.50	0.23	<b>1.8</b>	<b>0.3</b>	<b>2.5</b>
<b>Giunchett</b>	0.49	1.19	0.41	3.30	0.22	<b>1.7</b>	<b>0.3</b>	<b>2.4</b>
<b>Curtassa</b>	0.26	0.70	0.37	2.10	0.16	<b>1.4</b>	<b>0.5</b>	<b>2.1</b>

### 2.2.3.1.3. La curva ipsografica

A partire dai dati ricavabili dalla cartografia ufficiale è stato possibile disegnare la curva ipsografica costruita mettendo in ascissa la superficie che si ha al di sopra della quota riportata in ordinate.

Questa curva ci fornisce una rappresentazione schematica dello sviluppo planimetrico del bacino.

<b>Rio Crosio</b>		h max	795	Mslm		
S > 500 m.	0.5	16.50%				
S > 250 m.	1.64	54.13%				
S > 100 m.	2.69	88.78%				
S > 0 m.	3.03	100,00%				
h media	307	Mslm				
<b>Rio Noce</b>		h max	660	Mslm		
S > 500 m.	0.05	6.10%				
S > 250 m.	0.40	48.78%				
S > 100 m.	0.64	78.05%				
S > 0 m.	0.82	100,00%				
h media	231	Mslm				

<b>Rio Porrine</b>		h max	660	Mslm		
S > 500 m.	0.16	16.84%				
S > 250 m.	0.69	72.63%				
S > 100 m.	0.88	92.63%				
S > 0 m.	0.95	100,00%				
h media	358	Mslm				

<b>Rio Pelotta</b>		h max	606	Mslm		
S > 500 m.	0.12	11.88%				
S > 250 m.	0.57	56.44%				
S > 100 m.	0.82	81.19%				
S > 0 m.	1.01	100,00%				
h media	282	Mslm				

<b>Rio Termini</b>		h max	606	Mslm		
S > 500 m.	0.10	15.63%				
S > 250 m.	0.37	57.81%				
S > 100 m.	0.52	81.25%				
S > 0 m.	0.64	100,00%				
h media	304	Mslm				

<b>Rio Undici</b>		h max	560	Mslm		
S > 500 m.	0.01	5.56%				
S > 250 m.	0.09	50.00%				
S > 100 m.	0.15	83.33%				
S > 0 m.	0.18	100,00%				
h media	236	Mslm				

<b>Rio Castagna</b>		h max	550	Mslm		
S > 500 m.	0.04	8.00%				
S > 250 m.	0.30	60.00%				
S > 100 m.	0.44	88.00%				
S > 0 m.	0.50	100,00%				
h media	278	Mslm				

<b>Rio Giunchetto</b>		h max	485	Mslm		
S > 500 m.	0.00	0.00%				
S > 250 m.	0.03	6.12%				
S > 100 m.	0.45	91.84%				
S > 0 m.	0.49	100,00%				
h media	245	Mslm				
<b>Rio Curtassa</b>		h max	332	Mslm		
S > 500 m.	0.00	0.00%				
S > 250 m.	0.05	19.23%				
S > 100 m.	0.18	69.23%				
S > 0 m.	0.26	100,00%				
h media	117	Mslm				
<b>Rio Lunassa</b>		h max	425	Mslm		
S > 500 m.	0.00	0.00%				
S > 250 m.	0.26	43.33%				
S > 100 m.	0.44	73.33%				
S > 0 m.	0.60	100,00%				
h media	182	Mslm				
<b>Rio Sasso</b>		h max	875	Mslm		
S > 500 m.	1.4	24.10%				
S > 250 m.	3.80	65.40%				
S > 100 m.	5.33	91.74%				
S > 0 m.	5.81	100,00%				
h media	376	Mslm				

### 2.2.3.2 Gerarchizzazione dei corsi d'acqua

#### 2.2.3.2.1. L'ordinamento secondo Strahler

La classificazione di un bacino può essere fatta ricorrendo a metodologie di ordinamento gerarchico nei corsi d'acqua del bacino.

Per classificare le reti idrografiche dei bacini oggetto di questo studio si è utilizzato il metodo proposto da Strahler, che ha modificato quello di Horton.

Strahler propose i seguenti criteri di ordinamento dei rami della rete:

- le sorgenti originano rami e canali di ordine 1;
- quando due rami di ordine diverso si congiungono il ramo risultante assume l'ordine massimo dei due;
- quando due rami dello stesso ordine si congiungono il ramo risultante assume l'ordine superiore a quello dei due;
- due o più rami in successione, aventi medesimo ordine, formano un canale del loro stesso ordine;
- l'ordine del bacino di drenaggio corrisponde a quello del canale di ordine massimo.

La classificazione gerarchica della rete idrografica dei bacini in oggetto con il metodo Horton-Strahler porta ai seguenti risultati:

- rio Crosio	ordine massimo:	3
- rio Noce	ordine massimo:	2
- rio Porrine	ordine massimo:	3
- rio Pelotta	ordine massimo:	2
- rio Termini	ordine massimo:	3
- rio Undici	ordine massimo:	2
- rio Castagna	ordine massimo:	3
- rio Giunchetto	ordine massimo:	2
- rio Curtassa	ordine massimo:	1
- rio Lunassa	ordine massimo:	2
- rio Sasso	ordine massimo:	3

#### 2.2.3.2.2 I rapporti di biforcazione

Un metodo di confronto tra i diversi corsi d'acqua deriva dall'analisi di quelli che si definiscono rapporti di biforcazione che sono dati dal rapporto tra il numero di aste di ordine 'n-1' e quelle di ordine 'n' dove 'n' varia tra 1 e l'ordine massimo (secondo Strahler) del reticolo idrografico che si analizza.

Si indicano con R1 il rapporto tra i rami di ordine 1 e quelle di ordine 2, con R2 il rapporto tra i rami di ordine 2 e quelle di ordine 3, ....

I risultati di tale analisi sono i seguenti:

		R1	R2
- rio Crosio	ordine massimo:	1.73	1.57
- rio Noce	ordine massimo:	2	/
- rio Porrine	ordine massimo:	1.25	8
- rio Pelotta	ordine massimo:	1.5	/
- rio Termini	ordine massimo:	2.5	2
- rio Undici	ordine massimo:	2	/
- rio Castagna	ordine massimo:	2.5	2
- rio Giunchetto	ordine massimo:	1.5	/
- rio Curtassa	ordine massimo:	/	/
- rio Lunassa	ordine massimo:	1.5	/
- rio Sasso	ordine massimo:	2.8	0.6
- MEDIA		1.9	2.8

Una prima osservazione dei risultati ottenuti evidenzia, almeno per quanto riguarda la ramificazione del sistema di drenaggio superficiale, una certa omogeneità fra i diversi corsi d'acqua sul rapporto di biforcazione R1 ed una notevole difformità sul rapporto R2.

Tale difformità diventa molto evidente nel caso del rio Sasso e del rio Porrine che rappresentano i due estremi

### 2.2.3.3 Caratteristiche idrogeologiche delle unità'

Tra le unità quaternarie e prequaternarie affioranti nell'ambito oggetto di studio si passa da terreni semipermeabili, a rocce e terreni molto permeabili per porosità e fessurazione. Per grado di permeabilità decrescente, sono stati distinti i seguenti gruppi:

#### FORMAZIONI E TERRENI PERMEABILI PREVALENTEMENTE PER POROSITÀ

Appartengono a questo gruppo tutti i depositi quaternari di natura alluvionale, fluviali o fluvio-marini (am e ar), e le coperture detritiche.

#### FORMAZIONI E TERRENI PERMEABILI PER FESSURAZIONE E FRATTURAZIONE

Appartengono a questo gruppo il Flysch di Sanremo in facies marnoso-calcareo (cmELM) e le Arenarie di Bordighera, sia nella facies calcareo-marnosa straterellata di base (sccBOR), sia nella facies arenaceo-siltosa e arenacea grossolana (arBOR); in quest'ultimo caso, spesso si rileva anche una marcata permeabilità per porosità acquisita, limitata al livello alterato superficiale.

## FORMAZIONI E TERRENI SEMIPERMEABILI

Appartiene a questo gruppo il Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM); si tratta di una permeabilità per fessurazione/fratturazione, legata alle fratture e diaclasi presenti generalmente nel solo livello più superficiale e allentato dell'ammasso roccioso.

### *2.2.3.4 i principali dispositivi idrogeologici*

Si tratta di dispositivi complessi, solo in qualche caso riconducibili a schemi semplici "per limite" e "per soglia di permeabilità".

Tra le formazioni presenti, la più permeabile è quella delle Arenarie di Bordighera (arBOR) che, in determinate situazioni strutturali, può fungere da discreta "roccia-serbatoio".

Numerose emergenze puntuali si determinano sul fianco inverso di pieghe coricate, al contatto tra le Arenarie di Bordighera a tetto e il Flysch di Sanremo in facies marnoso-calcareo a letto. Tra le due formazioni, infatti, pur essendo state definite entrambe permeabili, esiste un sensibile contrasto di permeabilità relativa. Analogo meccanismo è responsabile delle emergenze, generalmente di minor portata, presenti al contatto tra il Flysch di Sanremo in facies marnoso-calcareo (cmELM) e il Flysch di Sanremo in facies marnoso-arenacea (maELM).

E' abbastanza frequente il caso in cui le emergenze si producono non esattamente al contatto tra le due diverse litologie, bensì più in alto, ancora nel "corpo" della sovrastante formazione più permeabile, presumibilmente per fenomeni di riempimento e successivo trabocco in seno alla roccia acquifera.

Lungo le dorsali montuose più prominenti e particolarmente esposte alle correnti umide marine, come si verifica sullo spartiacque dell'anfiteatro di Ospedaletti, sono presenti diverse sorgenti di modesta portata, che non traggono origine da un limite di permeabilità connesso alla presenza di diverse litologie, ma da fenomeni di condensazione del vapor acqueo all'interno della rete di fessurazioni dell'ammasso roccioso.

## 2.2.4 Assetto dell'uso del suolo

### Caratteri generali

Dall'analisi degli aspetti vegetazionali emerge una forte utilizzazione antropica che ha modificato l'aspetto del soprassuolo naturale a causa di un intenso sfruttamento agricolo dei versanti.

Tuttavia, se il presidio del territorio è riconosciuto quale elemento indispensabile al mantenimento delle condizioni di funzionalità idrogeologica di un bacino, è altrettanto vero che l'utilizzo delle risorse naturali (suolo, acqua, vegetazione ecc.) debba avvenire secondo criteri idonei ad una situazione di equilibrio con l'ambiente. In caso contrario, le conseguenze possono rivelarsi non meno dannose di quelle provocate dall'abbandono delle attività produttive, aspetto che verrà in seguito approfondito. Le difficili condizioni morfologiche dell'area in esame, soprattutto le forti pendenze dei versanti, accentuano la necessità di operare correttamente, curando in particolare lo smaltimento delle acque con sistemazioni idraulico agrarie adeguate, limitando fenomeni erosivi e dissesti provocati dai deflussi incontrollati.

Il territorio si contraddistingue per la presenza diffusa di imprese floricole specializzate il cui indirizzo produttivo è rivolto alle colture da fiore reciso, da fronda ed alle piante ornamentali (da appartamento o da giardino) sia in piena aria, sia sotto copertura, in prevalenza su terreni acclivi terrazzati ma anche nelle esigue aree pianeggianti lungo le valli principali.

Uno studio che riguarda gli usi del suolo, per la conoscenza e la pianificazione del territorio, non può quindi prescindere dagli effetti che produce una tale diffusione di impianti nei quali vengono sfruttati i fattori produttivi in maniera intensiva.

Risulta sicuramente utile alla comprensione dei fattori che hanno determinato l'attuale situazione, un'analisi di carattere socio-economico. A tale scopo è stata utilizzata come riferimento, l'"Indagine socio-economica - città di Ventimiglia" condotta dalla Società Ricerca & Progetto s.a.s. di Genova.

Da questo studio si può apprendere come nell'estremo Ponente ligure, le strutture tecniche per l'orto floro vivaismo raggiungano forti concentrazioni con grandi investimenti di capitali per unità di superficie; si evince altresì come la redditività di queste colture sia elevata, anche rispetto alla media europea.

Le tendenze più significative, in atto da alcuni anni, sono: il trasferimento delle attività agricole verso l'entroterra, dove la competizione con altri usi del territorio, in particolare turistici, risulta più attenuata; l'acquisizione di terreni e fabbricati rurali da parte di cittadini stranieri, provenienti in particolare dalla Germania, i quali hanno scoperto, in questa parte di Liguria, una località ideale per trascorrere periodi di ferie e per insediamenti prolungati ed attività più stabili.

Dal punto di vista tecnico l'immane opera di sistemazione dei versanti, eseguita con i terrazzamenti, oltre a rappresentare l'unica opportunità di sfruttamento delle vallate più acclivi, costituisce un efficace sistema di controllo delle acque e interessa quindi gli aspetti idrogeologici, agronomici, paesaggistici e culturali.

Per garantire ai terrazzamenti la funzione idraulica auspicata è però necessaria la presenza delle opere di regimazione (canalette di raccolta, acquedotti, ecc.) che debbono essere costantemente oggetto di

manutenzione insieme agli stessi muri di sostegno. In assenza di tali opere o delle cure periodiche, lo smaltimento delle acque avviene in maniera sempre più difficoltosa sino a dare luogo a veloce scorrimento superficiale. In caso di precipitazioni prolungate il drenaggio, assicurato dalla perfetta efficienza dei manufatti, viene a mancare e lo smaltimento dell'acqua risulta così difficoltoso; il terreno saturo di acqua accresce il proprio peso fino a che la forza di gravità produce una spinta che supera i valori di resistenza dei muri stessi. In corrispondenza dei punti di maggiore debolezza, si determina il crollo delle opere di sostegno, dando spesso origine a forme di dissesto sempre più gravi. La presenza diffusa su tutto il territorio di versanti terrazzati impone pertanto la necessità di porre una particolare attenzione a questo fondamentale aspetto territoriale.

La grande diffusione di imprese floricole provoca un problema altrettanto rilevante legato allo smaltimento delle acque. Le pratiche colturali di tali imprese, infatti, hanno l'esigenza di operare in ambiente coperto per anticipare l'epoca di fioritura, di ottenere più di un ciclo produttivo durante l'anno ed essere il più possibile svincolati dall'andamento climatico che, soprattutto nel caso di colture pregiate, rappresenta sempre un fattore di rischio.

Una considerevole quota della superficie è resa perciò praticamente impermeabilizzata da serre ed altri impianti e solo raramente questo fenomeno è bilanciato da misure adeguate ad un corretto smaltimento delle acque ricche di residui dei trattamenti impiegati nella produzione delle colture floricole.

#### 2.2.4.1 *carta di copertura e d'uso del suolo*

La realizzazione della carta di copertura e d'uso del suolo in scala 1:10.000 è avvenuta utilizzando come cartografia di partenza la carta della vegetazione reale e come ulteriori termini di confronto sia la carta di uso del suolo in scala 1:25.000 relativa al Piano Territoriale di Coordinamento per le Aree a Vocazione Agricola della Provincia di Imperia.

Le categorie riscontrate sono state riportate su carta e verificate sul terreno mediante sopralluoghi.

Le classi di uso del suolo presenti nella carta sono:

##### 1. Territori modellati artificialmente

1.1.1 tessuto urbano continuo

1.1.2 tessuto urbano discontinuo

1.2 Zone industriali commerciali e reti di comunicazione

1.2.2 reti autostradali, ferrovie e spazi accessori

1.4 Zone verdi non agricole

1.4.1 aree verdi urbane

1.4.2 aree sportive e ricreative

## 2 Territori agricoli

- 2.1.2 Seminativi in aree irrigue
  - 2.1.2.1 seminativi, vivai, colture ortofloricole in pien'aria
  - 2.1.2.2 seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra
- 2.2 Colture permanenti arboree
  - 2.2.3 oliveti
- 2.5 Ex coltivi

## 3 Territori boscati ed ambienti seminaturali

- 3.1 Praterie
- 3.2 Zone boscate
- 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

Di seguito verranno descritte le classi presenti sul territorio e riportate sulla carta di uso del suolo, evidenziando gli aspetti di interesse specifico per la stesura del piano di bacino.

### **1 Territori modellati artificialmente**

Zone urbanizzate - Zone industriali commerciali e reti di comunicazione – Zone verdi artificiali non agricole

La descrizione delle zone urbanizzate, industriali, commerciali, le reti di è affrontata nella relazione sugli aspetti urbanistici, nella quale verranno affrontate in maniera più approfondita.

Le aree verdi pubbliche sono localizzate prevalentemente lungo la fascia costiera ed in particolare nel centro di Ospedaletti ; in massima parte sono costituite da aiuole o da viali alberati con pini (pino marittimo, pino domestico e pino d'Aleppo), con latifoglie (tigli, platani ecc.) o con palme. È interessante rilevare come le caratteristiche climatiche di tutta l'area compresa tra Sanremo e Ventimiglia, consentano lo sviluppo di specie esotiche arboree, arbustive od erbacee appartenenti in natura ai climi subtropicale e desertico. È frequente infatti, poter incontrare tali piante nei giardini pubblici e privati.

Largamente diffuse sono soprattutto le palme dei generi *Phoenix* e *Washingtonia*, le cactacee ed altre succulente. Il genere *Ficus* è rappresentato da esemplari di *Ficus magnolioides* e *Ficus elastica*.

La presenza di aree verdi all'interno del tessuto urbano unisce ai pregi di carattere estetico ed ecologico il vantaggio di concorrere alla riduzione della superficie impermeabilizzata. Ai fini del bilancio idrologico le precipitazioni, anziché confluire indiscriminatamente nella rete fognaria, vengono in buona parte assorbite dal terreno; di queste, una percentuale è utilizzata dalle piante ed una porzione ritorna nell'atmosfera sotto forma di evaporazione e traspirazione. L'acqua, che attraverso il drenaggio viene

lentamente raccolta nelle fognature, è quindi di gran lunga inferiore a quella che vi defluirebbe da una superficie completamente impermeabile, per giunta in un periodo di tempo decisamente più ristretto.

In caso di piena nelle aree urbanizzate - che generalmente rappresentano la sezione di chiusura del bacino - le portate dei corsi d'acqua si sommano a quelle provenienti dagli scarichi fognari e, quanto più essi saranno alleggeriti da superfici assorbenti, tanto meno il sistema complessivo verrà messo in crisi, riducendo il rischio di inondazione.

## **2 Territori agricoli**

I seminativi irrigui rappresentano la categoria agricola più diffusa nel bacino. Per l'irrigazione sono diffuse sul territorio in maniera capillare vasche cilindriche in cemento con volumi unitari di 10 ÷ 15.000 litri; l'impianto di irrigazione è costituito da tubazioni, solitamente in materiale plastico, che percorrono distanze considerevoli, soprattutto seguendo la rete viaria principale, sino a raggiungere le coltivazioni.

Le colture floricole rappresentano l'uso del suolo prevalente in tutta l'area oggetto del piano e sono contraddistinte in legenda con il n. 2.1.2, suddivise in due sottoclassi 2.1.2.1 per le coltivazioni in piena aria e 2.1.2.2 per gli impianti in serra. Sono presenti generalmente in terreni terrazzati.

L'estrema frammentazione della proprietà produce l'effetto di una forte eterogeneità nell'utilizzo del suolo e, sotto gli aspetti strettamente produttivi, le colture floricole sono forse quelle che meglio si adattano ad una tale situazione, data la loro buona redditività anche su superficie ridotta. Anche piccoli spazi possono dunque essere ritagliati per attività produttive e non costituiscono necessariamente una tara aziendale come avverrebbe invece per altre coltivazioni.

I seminativi in piena aria (2.1.2.1 seminativi, vivai, colture ortofloricole in piena aria) sono costituiti da colture rappresentate da specie arbustive o arboree da fronda per mazzeria (ginestra, nelle varietà a fiore bianco o rosa; mimosa in varietà ed eucalipto) e dalle rose.

Le piante di ginestra da fronda sono costituite da un fusto legnoso sottile, alto 50÷80 cm sul quale si innestano le fronde che vengono recise nei periodi della fioritura per l'utilizzo commerciale. Il sesto di impianto è ravvicinato, tuttavia la densità ottenuta non sempre garantisce un grado di copertura del suolo - peraltro scarsamente inerbito - sufficiente ad impedire il ruscellamento delle acque in caso di precipitazioni intense e/o prolungate. Ne deriva un forte rischio di erosione ai danni dei primi strati del terreno.

Si può facilmente comprendere, in situazioni come questa, la necessità di avere una rete per la regimazione delle acque superficiali in stato di perfetta efficienza, pena la continua asportazione delle parti superficiali del suolo.

I versanti, pur essendo completamente utilizzati per la produzione ortofloricola, offrono frequentemente ampie superfici con il suolo scoperto. L'insufficienza o la mancanza delle opere di

regimazione amplifica questo fenomeno di disordine idraulico e l'effetto finale che ne risulta è la concentrazione dei deflussi in tempi molto brevi ed un sensibile aumento del trasporto solido.

Per gli impianti di mimosa e di eucalipto, invece, le condizioni colturali sono in linea di principio paragonabili a quelle riscontrate solitamente nel frutteto o nell'oliveto.

I seminativi in serra (2.1.2.2 seminativi, vivai, colture ortofloricole in serra) sono concentrati sulla fascia costiera e sono costituiti da serre, tunnels e tendoni che raggiungono valori estremi, rispetto agli altri usi del suolo, lungo i versanti ai piedi di Coldirodi.

Qualità colturali: a causa di problemi agronomico - sanitari sopraggiunti in epoca recente (fusariosi), la coltura del garofano, un tempo assai praticata, ha subito un drastico ridimensionamento. Al garofano si è preferito sostituire specie più adatte ad ottenere una collocazione sui mercati tempestiva o in particolari periodi dell'anno come ad esempio la stella di Natale (*Poinsettia*), i crisantemi oppure specie con più di un ciclo produttivo annuale e/o di elevato pregio quali gerbera, margherita, lillium, Iris, e orchidee.

Problemi riguardanti l'efficienza idrogeologica: le problematiche che interessano gli aspetti idrogeologici, connesse alla floricoltura in questo ambito geografico, riguardano in maniera specifica il terrazzamento dei versanti, le sistemazioni idraulico-agrarie, il rischio di erosione e l'impermeabilizzazione del suolo.

Sulle aree pianeggianti, lungo il corso delle aste principali, si pongono invece problemi di altro genere, trattandosi quasi sempre di superfici inondabili. Il rischio, in questo caso è duplice: in caso di piena esiste, infatti, un rischio per le strutture che vengono inondate e subiscono un danno diretto e che a loro volta possono rappresentare un problema idraulico per i volumi, presenti sulla sponda o in area golenale, che costituiscono un ostacolo per i deflussi.

## 2.2 Colture permanenti arboree

Gli oliveti (2.2.3), si localizzano in massima parte su versanti terrazzati nella porzione più alta del bacino del Rio Sasso a quote comprese tra i 200 ed i 400 m s.l.m. e sono alternati ad aree olivicole abbandonate ed a coltivazioni floricole in serra o in pieno campo, dando luogo a situazioni fortemente eterogenee.

L'olivo, rappresenta la scelta produttiva prevalente nelle aree montane oltre i 200 m di quota dopo la produzione ornamentale da fronda.

Secondo il "Piano Olivicolo della Provincia di Imperia" redatto a cura dell'Ufficio Studi e Ricerche CISL, il quadro della olivicoltura imperiese appare tutt'altro che confortante. Impianti troppo fitti definiti in molti casi con ragione "boschi d'ulivo", piante filate, operazioni colturali inadeguate, mancanza di irrigazione, muri di fascia in cattive condizioni di manutenzione indicano la necessità di un piano olivicolo organico per la ristrutturazione delle superfici ad oliveto.

È comunque in atto una tendenza positiva, confermata dalle organizzazioni di categoria, che vede giovani agricoltori recuperare parte degli oliveti invecchiati, ma ancora in buone condizioni vegetative e di produzione, ricostituendone quindi lo stato di efficienza anche sotto l'aspetto idrogeologico.

## 2.5 Ex coltivi:

Questa classe contraddistingue le zone in cui è stato verificato, soprattutto in seguito ai mutamenti delle condizioni socio-economiche, il completo abbandono delle attività agricole a vantaggio di altre occupazioni, soprattutto nel settore turistico.

Si tratta di superfici che in epoca passata erano occupate dalla coltivazione dell'olivo e per questa ragione la classe degli ex coltivi coincide in massima parte con le superfici ad oliveto abbandonate.

Le aree agricole abbandonate occupano un'esigua frazione del territorio in esame. La formazione dei deflussi e l'assetto idrogeologico generale ne sono influenzati e ciò impone nei loro confronti un'attenzione particolare.

Nel calcolo delle portate ad esempio va tenuto conto che la situazione, rispetto al passato, risulta alterata e non è possibile quindi fare riferimento a considerazioni valide ai tempi in cui tali superfici, oggi trascurate, erano mantenute in perfetta efficienza anche nei loro aspetti idraulici.

Ciò che ha spinto il progressivo abbandono dell'oliveto si inserisce nel quadro socio-economico già descritto e trova comprensibili motivazioni nella piccola dimensione delle aziende, nella struttura agronomica non sempre adeguata e nella forte richiesta di manodopera temporanea per alcune operazioni colturali, come la potatura e in particolar modo la raccolta, che fanno lievitare i costi di produzione raramente compensati da un'adeguata redditività della coltura;

I casi più frequenti di oliveti in abbandono, sono comunque classificabili come ex coltivi e comprendono oliveti ancora ben individuabili come tali, a distanza apparentemente ancora in efficienza, ma che ad un esame più attento manifestano il loro stato di abbandono più o meno prolungato, con la presenza di specie infestanti sarmentose quali rovi (*Rubus* spp.), vitalbe (*Clematis vitalba* e *C. flammula*) o rizomatose quali canne (*Arundo donax*), felci (*Pteridium aquilinum*), ecc.

Lo sviluppo di infestanti è frequentemente indotto dall'utilizzo del fuoco controllato come tecnica di diserbo. Questa pratica è scorretta sul piano ecologico ma se è adottata costantemente limita la crescita delle infestanti. Non appena però sopraggiunge l'abbandono delle coltivazioni e quindi cessa anche l'utilizzo del fuoco, le infestanti trovano condizioni favorevoli al loro sviluppo, ostacolando la diffusione di altre specie arbustive e l'evoluzione verso formazioni più stabili richiederà tempi molto più lunghi.

Osservando un oliveto alcuni anni dopo il suo abbandono, si può notare come spesso l'invasione delle infestanti abbia condotto al disseccamento e alla morte di molte piante d'olivo. La morte degli olivi ne riduce la stabilità fisica e li rende più soggetti a rischio di incendio, aggravando i problemi di stabilità generale del versante.

Se l'abbandono di pratiche colturali come il fuoco controllato favorisce lo sviluppo di infestanti, la suscettività ai fenomeni di dissesto risulta accentuata quando vengono a cessare la manutenzione ed il controllo delle opere di sostegno e di regimazione delle acque precedentemente attuati.

Il ritorno di giovani agricoltori per il recupero dei vecchi oliveti, osservato in precedenza, è quindi un fatto anche culturalmente molto importante da promuovere ed incentivare.

### 3 Territori boscati ed ambienti seminaturali

La classe della prateria (3.1) è scarsamente rappresentata ed è stata approfondita maggiormente nella trattazione relativa alla carta della vegetazione reale.

Le zone boscate (3.2) sono diffuse in tutto il comprensorio con una maggiore concentrazione sulle pendici di Monte Nero.

Se si considera la vegetazione dal punto di vista delle caratteristiche funzionali di efficienza ecologica nei confronti della difesa del suolo e della regimazione delle acque, è opportuno ribadire come le formazioni boschive, in particolare quelle con struttura stratificata, costituite cioè da uno strato erbaceo, da più strati arbustivi e da più strati arborei, raggiungano i valori più elevati sia per quanto concerne l'attenuazione degli impatti sul suolo delle precipitazioni, sia nei confronti dello scorrimento superficiale delle acque e quindi in definitiva nella riduzione delle portate solide e dei tempi di corrivazione. (La copertura boschiva risulta invece poco efficace nella riduzione degli impatti al suolo delle precipitazioni quando il terreno sottostante sia privo di vegetazione erbacea o arbustiva e le piante superino in altezza i 15 - 20 m).

E' necessario altresì premettere che i sistemi forestali debbono essere comunque posti in relazione con tutti gli elementi che concorrono alla formazione degli eventi di piena e la sua efficacia dipende dal peso che assume nel contesto degli altri fattori.

Nei bacini esaminati, le cenosi boschive sono costituite principalmente da fustaie di conifere quasi sempre di origine artificiale, in cui lentamente si va insediando il bosco di latifoglie. Si tratta quindi di boschi misti a struttura irregolare e con copertura assai variabile a partire da boschi di conifere molto radi, in cui sono presenti pochi individui per ettaro, fino a raggiungere una densità colma.

Anche alle superfici boschive, come per altre classi di uso del suolo, è stato attribuito più ampio risalto nella descrizione dei caratteri vegetazionali, mentre in questo contesto si ritiene opportuno approfondire gli aspetti che interessano maggiormente l'utilizzazione delle cenosi forestali.

Tra le funzioni del bosco quella produttiva è assolutamente marginale dato anche il modestissimo valore merceologico dei prodotti ritraibili soprattutto delle fustaie di conifere; tuttavia la buona percorribilità delle aree forestali, grazie alla presenza di numerose strade e sentieri, potrebbe incoraggiare le prospettive di un utilizzo del bosco con scopi turistici e ricreativi, oltre che, naturalmente, protettivi di difesa del suolo.

Sotto il profilo dell'efficienza ecologica, la diffusione delle latifoglie testimonia una lenta, ma progressiva tendenza evolutiva dei soprassuoli verso formazioni più prossime alla vegetazione potenziale, in equilibrio con le condizioni ambientali. Nei riguardi dell'efficienza idrogeologica, si può invece affermare che le superfici boschive esaminate non raggiungono, se non in casi estremamente limitati, un valore ottimale.

### 3.3 Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva

Gli aspetti riguardanti la distribuzione sul territorio, la composizione specifica e le tendenze evolutive delle zone caratterizzate da vegetazione arbustiva (3.3) sono state descritti nella relazione di accompagnamento alla carta della vegetazione reale.

Per quanto riguarda l'efficienza idrogeologica, la presenza dell'arbusteto costituisce una copertura del suolo talvolta densa e continua che, pur non raggiungendo valori ottimali svolge un'azione di intercettazione delle acque meteoriche e ne limita l'impatto sul terreno. In questo modo contribuisce a ridurre i fattori dell'erosione configurandosi come elemento a favore della conservazione del suolo. Pertanto, fatto salvo il rischio di incendio cui sono sottoposti questi popolamenti, vi si può attribuire un valore medio di efficienza idrogeologica.

#### **2.2.5 Assetto vegetazionale**

##### Caratteri generali

L'assetto idrogeologico di un territorio è sempre caratterizzato in modo rilevante dalle condizioni di efficienza in cui si trova l'unità suolo - vegetazione e dal suo rapporto con l'andamento climatico; il soprassuolo vegetale deve perciò essere esaminato in stretta correlazione con le caratteristiche geomorfologiche, pedologiche e climatiche dell'area. Sarebbe tuttavia una valutazione parziale, non mettere in giusto risalto anche gli effetti connessi con l'intervento antropico.

La vegetazione naturale della Liguria ha infatti subito profonde modificazioni talvolta anche profonde che nel tempo hanno ostacolato o del tutto impedito il procedere delle serie evolutive; tali cambiamenti sono dovuti principalmente allo sfruttamento del territorio per scopi agricolo-forestali, insediativi o industriali e in seguito agli incendi. Ciò significa che non sempre è stato possibile lo sviluppo del soprassuolo che si sarebbe ottenuto secondo un dinamismo naturale e l'attuale copertura vegetale si può quindi considerare di origine secondaria, derivante cioè dal reinsediamento o dall'evoluzione della vegetazione sui terreni in precedenza legati alle attività umane.

Per queste ragioni la situazione esistente ha, in taluni casi, risentito più dell'intervento umano che degli stessi fattori naturali: clima, morfologia, substrato geopedologico ecc.

D'altro canto, molte superfici un tempo utilizzate a fini produttivi (in particolare agricoli, forestali e zootecnici), sono ora abbandonate e, a seconda delle operazioni colturali precedentemente praticate, sono invase dalla vegetazione infestante (vitalba, rovi, ecc.) oppure tendono all'arbusteto mediterraneo che prelude a formazioni boschive che verranno in seguito descritte.

Nella pianificazione di un bacino idrografico l'esame degli aspetti vegetazionali deve interessare in primo luogo le caratteristiche funzionali della copertura vegetale e la sua azione nei confronti del dissesto idrogeologico e di regimazione delle acque, nonché valutare le possibili interferenze tra le formazioni ripariali e i deflussi.

Le forme di degradazione principali del territorio sono costituite dall'erosione e dalle frane indotte dall'azione di più fattori concomitanti:

climatici:	intensità e concentrazione delle precipitazioni
Geomorfologici:	morfologia dei versanti (pendenza e lunghezza)
pedologici:	grado di erodibilità dei materiali che compongono il suolo
Vegetazionali e di uso del suolo:	densità, struttura e condizioni della copertura vegetale presenza e stato di conservazione delle sistemazioni idrauliche numero e frequenza degli incendi

Gli agenti atmosferici si manifestano sul territorio, producendo effetti diversi a seconda che vi sia o meno una copertura vegetale o che questa sia o meno in buono stato di manutenzione ed efficienza ecologica.

L'azione battente delle precipitazioni sul terreno nudo o scarsamente vegetato, provoca il distacco delle particelle ed è verosimile che, nel corso di una stagione vegetativa, si riscontrino mediamente valori di asportazione del suolo pari a  $0,5 - 1,5 \text{ Kg/m}^2$  con punte che raggiungono, in circostanze particolarmente sfavorevoli, i  $5 \text{ Kg/m}^2$ . L'erosione superficiale si incanala e produce con il tempo un'asportazione di terreno sempre più in profondità con la formazione prima di gullies e poi di calanchi, rendendo man mano più difficoltose le condizioni per il reinsediamento della vegetazione.

Tutto ciò si traduce evidentemente in un aumento del trasporto solido che altera le portate e si rende particolarmente insidioso in presenza di piogge critiche.

La regolazione delle portate di un bacino, considerati i ristretti margini di intervento sulle aste principali, non può prescindere dall'analisi dei tempi di corrivazione, fortemente influenzati dallo scorrimento superficiale delle acque meteoriche. L'assenza di soprassuolo vegetale o gli scarsi livelli di efficienza incidono quindi in maniera determinante sulla formazione dei deflussi e sulle portate.

Anche l'infiltrazione delle acque in profondità, specie in presenza di coltri a contatto con substrati impermeabili, se non è contrastata dalla presenza di un manto vegetale, può generare superfici di scivolamento ed essere origine di frane e dissesti. A tale proposito si vedrà in seguito quanto può incidere la presenza di comunità vegetali sul ristagno di acqua nel terreno per differenti soprassuoli.

Un fattore di ulteriore instabilità è rappresentato dal fenomeno degli incendi, soprattutto in dipendenza del ripetersi del fenomeno e dalle condizioni più o meno favorevoli alla ripresa vegetativa. È opinione senz'altro condivisibile che ogni incendio è "un'alluvione in embrione. Essa nasce dalle particolari condizioni che si instaurano dopo il passaggio del fuoco sul terreno, le quali provocano alterazioni dirette ed indirette allo stato e all'evoluzione delle cenosi vegetali ed animali presenti.

Le prime sono legate al fenomeno momentaneo del passaggio delle fiamme che colpiscono piante ed animali con il processo di combustione. Purtroppo però gli effetti negativi del fuoco non si limitano a questo; le temperature molto elevate provocano trasformazioni anche nei primissimi strati del terreno con la distruzione dell'humus che, come si vedrà più avanti, è tra i maggiori responsabili della fertilità generale del terreno anche dal punto di vista del bilancio idrologico. La sostanza organica viene in parte mineralizzata con la formazione di ceneri, ma in parte si trasforma in idrocarburi ed altri residui che rivestono gli strati immediatamente sottostanti la superficie del terreno con una pellicola idrorepellente.

Una pioggia di media intensità che si abbatta su un'area percorsa da incendio recente non riesce ad infiltrarsi in profondità, ma "scivola" lungo i versanti, solitamente acclivi, con l'impovertimento degli strati superficiali più fertili del suolo; l'aumento delle portate a valle e l'innescò di fenomeni erosivi.

Esiste una stretta correlazione tra le tipologie di vegetazione e la frequenza degli incendi. Le comunità vegetali più vulnerabili da questo punto di vista sono i boschi di conifere termofile in particolare le pinete a prevalenza di pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*), specie se in presenza di sottobosco costituito da macchia. Le latifoglie e le sclerofille sempreverdi mostrano invece una più spiccata resistenza per la minore combustibilità intrinseca associata ad una buona capacità di ripresa dopo l'incendio.

Nei processi di pianificazione degli interventi, considerando che sul territorio in esame buona parte del soprassuolo boschivo è rappresentato da boschi di conifere più o meno degradati, assume grande importanza una difesa attiva dagli incendi con l'individuazione delle aree a maggior rischio e con provvedimenti atti a stabilire i presupposti più idonei alla riduzione di questo fenomeno.

#### Vegetazione potenziale e dinamismo della vegetazione

In termini generali la suddivisione del territorio dal punto di vista botanico corrisponde a quella basata sui caratteri climatici.

La vegetazione potenziale dell'area oggetto del piano di bacino può essere suddivisa a grandi linee in due raggruppamenti principali, secondo l'esposizione e le condizioni climatiche, riconducibili alla dominanza dei Quercetea ilicis sui versanti Sud e Ovest e sui costoni caldi e aridi; e alla dominanza dei Quercetalia pubescenti-petraeae sui versanti esposti a Nord e a Est e nei fondovalle più freschi e umidi. Le situazioni vegetazionali più evolute della fascia costiera possono essere ricondotte a boschi di leccio (*Quercus ilex*), con la presenza più o meno accentuata di caducifoglie o misti a pinete con pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) o con pino marittimo (*Pinus pinaster*), su macchia alta.

L'altimetria del comprensorio è compresa tra il livello del mare ed i 600 m circa; la quota massima infatti è raggiunta da Monte Nero (606 m s.l.m.). La distribuzione altimetrica delle comunità vegetali è il piano basale con l'orizzonte mediterraneo (*Quercion ilicis*) che corrisponde al climax del leccio e submediterraneo che viene invece associato al climax dell'alleanza del *Quercion pubescenti-petraeae* in cui si trovano le latifoglie termofile.

#### 2.2.5.1 *carta della vegetazione reale*

##### Cenni metodologici

La carta della vegetazione è stata redatta su base fisionomica attraverso un lavoro preliminare di interpretazione delle riprese aeree disponibili presso il servizio cartografico della Regione Liguria (volo alto a colori in scala 1 : 13.000 effettuato nel 1995) a cui è seguita la verifica sul terreno dell'effettiva rispondenza delle classi vegetazionali derivanti dalla fotointerpretazione.

In questa fase, le principali classi indicate nella legenda sono state poi esaminate direttamente sia mediante l'esecuzione di rilevamenti in campo, predisponendo elenchi floristici originali, sia con l'interpretazione dei dati disponibili in letteratura; le superfici boscate inoltre, sono state oggetto di rilievi in aree campione, con i quali si è determinata la composizione specifica, la struttura verticale, la stabilità fisica delle piante da cui emergeva l'eventuale condizione di degrado.

Il supporto cartografico adottato è la Carta Tecnica Regionale in scala 1 : 10.000 e le sezioni interessate sono rispettivamente la N° 258130 Ospedaletti; e la N° 271010 Bordighera.

Le classi vegetazionali rappresentate sono le seguenti:

Praterie

Arbusteti

Formazioni di angiosperme termofile

Formazioni di conifere termofile

Formazioni miste di conifere e angiosperme termofile

Formazioni miste di angiosperme e conifere mesofile

Formazioni ripariali

Aree nude o con vegetazione sporadica

Aree agricole

##### Praterie

Nell'area oggetto di studio le praterie presenti sono alquanto limitate e quasi sempre associate a vegetazione arbustiva, suffruticosa o arborea e sarebbe quindi più corretto parlare di praterie arbustive o alberate piuttosto che di praterie vere e proprie.

Le aree prative in Liguria, ad eccezione delle praterie di alta quota, al disopra del limite del bosco, sono il risultato di antichi disboscamenti o di ripetuti incendi. La prateria non rappresenta quindi una situazione naturale a cui tende la vegetazione, bensì il frutto di un intervento esterno generalmente finalizzato all'utilizzo agricolo e zootecnico o del passaggio del fuoco.

La caratteristica principale delle fitocenosi presenti in quest'area, che si identificano più correttamente con il termine di gariga, è quella di essere poco evolute nelle situazioni più strettamente termofile domina l'alleanza fitosociologica del *Rosmarino-Ericion* con frequente copertura di pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*).

Gli stadi di degradazione del Calicotomo-Myrtetum (l'associazione fitosociologica predominante), su substrati acidi, sono rappresentati da formazioni basso arbustive con prevalenza di cisto (*Cistus salvifolius*), calluna (*Calluna vulgaris*), erica (*Erica scoparia*).

La gariga si individua soprattutto nelle zone più degradate dove i suoli sono prevalentemente pietrosi, (sono frequenti anche gli affioramenti rocciosi) ed il microclima è caldo e arido. In questo contesto le cenosi si sviluppano con altezze inferiori a 50 cm con prevalenza di suffrutici mescolati a rada vegetazione erbacea nella cui composizione specifica prevalgono timo (*Thymus vulgaris*), lavanda (*Lavandula latifolia*) e rosmarino (*Rosmarinus officinalis*).

### 3.Arbusteti

L'elemento che ha condizionato in modo sostanziale l'evoluzione a carico dell'arbusteto, impedendo l'evoluzione verso stadi successivi è ancora una volta il fuoco. Il susseguirsi degli incendi ha causato un sensibile impoverimento della vegetazione presente, agendo anche sulla composizione del suolo, come si evidenzia nella relazione dedicata agli aspetti pedologici, con la formazione di suoli poveri e aridi su cui la vegetazione trova notevoli difficoltà di carattere edafico. Su questi substrati, gli arbusteti riscontrati sono in parte ascrivibili alla macchia mediterranea, costituita da un articolato e fitto insieme di forme arbustive sempreverdi mirto: (*Myrtus communis*), lentisco (*Pistacia lentiscus*), fillirea (*Phyllirea angustifolia*), alaterno (*Rhamnus alaternus*), cisto (*Cistus salvifolius*), ginestra (*Spartium junceum*), erica (*Erica arborea*), corbezzolo (*Arbutus unedo*), leccio (*Quercus ilex*) allo stato arbustivo, calicotome (*Calicotome spinosa*), nella quale si introducono la roverella (*Quercus pubescens*) l'orniello (*Fraxinus ornus*) ed il carpino nero (*Ostrya carpinifolia*); ed in parte sono costituiti semplicemente da erica arborea.

Sul versante meridionale di M. Nero, a partire dallo spartiacque su cui sorge il paese di Coldirodi, l'arbusteto sfuma nel bosco di conifere a densità molto rada e con diffusi affioramenti rocciosi, per passare a sporadici addensamenti e poi nuovamente all'arbusteto.

## Formazioni boschive

Le aree boschive, all'interno del contesto generale, possiedono un'importanza rilevante. Caratterizzati da un'estrema eterogeneità, i soprassuoli boschivi si compenetrano dando luogo principalmente a formazioni miste, che prevalgono sui popolamenti puri.

Le formazioni individuate in cartografia verranno di seguito descritte e commentate con lo scopo di evidenziarne le caratteristiche principali e le eventuali osservazioni effettuate nel corso dei sopralluoghi.

### 4. Formazioni di angiosperme termofile

Le formazioni di angiosperme termofile sono quasi sempre presenti in forma mista con roverella (*Quercus pubescens*), orniello, (*Fraxinus ornus*) carpino nero (*Carpinus betulus*). In alcune zone arbustive, si nota però una discreta tendenza a stabilire le condizioni per lo sviluppo del bosco di latifoglie o della lecceta. Tali situazioni si riscontrano soprattutto nelle vallette e negli impluvi in quanto le caratteristiche microclimatiche di questi habitat garantiscono condizioni più fresche, con temperature più basse e maggiore umidità favorevoli all'insediamento delle latifoglie..

Lo stadio più evoluto del soprassuolo in equilibrio è infatti costituito dal bosco di sclerofille sempreverdi dominato dal leccio che nell'Imperiese estremo inizierebbe il suo dominio subito al disopra della stretta fascia a macchia mediterranea, compresa tra il livello del mare e i primi contrafforti costieri. Anche se non sono presenti situazioni interpretabili come climax, si può tuttavia supporre che si stia instaurando una tendenza verso boschi di sclerofille sempreverdi.

### 5. Formazioni di conifere termofile

Le formazioni di conifere termofile si riscontrano soprattutto lungo la fascia costiera, sui crinali con popolamenti a densità rada e sui versanti esposti a Sud. La specie prevalente è il pino d'Aleppo (*Pinus halepensis*) che, grazie alle sue caratteristiche, riesce a colonizzare aree in cui le condizioni edafiche sono severe e destinate pertanto ad accogliere solo le specie più frugali.

A ridosso della fascia costiera si riscontra la presenza del pino marittimo (*Pinus pinaster*) che, nel corso degli anni ha dovuto fronteggiare eventi che hanno ridimensionato notevolmente le aree da esso occupate. Tali eventi sono rappresentati dagli incendi e dagli attacchi di cocciniglia.

All'entroterra di Bordighera spetta purtroppo un triste primato: sul Monte Nero infatti, nell'inverno 1977/78 sono stati rilevati, per la prima volta in Liguria, i danni provocati dalla cocciniglia (*Matsucoccus feytaudi* Duc.) importata dalla vicina Francia ed estesasi in breve tempo in quasi tutta la Regione con gli ormai noti effetti devastanti.

## 6. Formazioni miste di conifere e angiosperme termofile

I boschi misti di conifere ed angiosperme termofile, pur con percentuali variabili a carico delle latifoglie o delle conifere, sono la formazione più frequente nelle aree boschive dei bacini interessati. Come si riscontra dalla cartografia la loro localizzazione è posta prevalentemente ai margini della formazione di conifere termofile. Lo sviluppo delle latifoglie può essere attribuita ad una certa evoluzione delle caratteristiche fisico climatiche dei suoli dovuti alla copertura vegetale.

## 8. Formazioni miste di angiosperme e conifere mesofile

Le formazioni miste di angiosperme e conifere mesofile, che in legenda compaiono con il n. 8, sono legate principalmente alla diffusione del pino silvestre (*Pinus sylvestris*). Nelle zone più umide e meno soleggiate, nelle vallecole e negli impluvi come già osservato in precedenza si sono potute sviluppare angiosperme mesofile quali castagno (*Castanea sativa*) e carpino nero (*Carpinus betulus*) che con il pino silvestre danno luogo a popolamenti misti; in queste formazioni è presente in forma sporadica anche il leccio (*Quercus ilex*).

## 11. Formazioni ripariali

La morfologia delle valli è caratterizzata da numerose incisioni ed impluvi, da attribuire anche ad un regime pluviometrico, in tempi remoti, molto diverso da quelli attuali. In questi impluvi si mantengono condizioni microclimatiche per umidità e temperatura tali, per cui si assiste ad un addensamento delle specie legnose che prediligono condizioni più fresche.

È perciò frequente ritrovare, anche all'interno dei boschi di resinose, nuclei o fasce di latifoglie mesofile miste oppure specie più propriamente igrofile.

La presenza di copertura vegetale nelle zone ripariali e negli impluvi è quindi legata alla morfologia degli alvei ed è formata prevalentemente da specie arbustive, ed arboree, sovente in presenza di una densa copertura di rovi.

Le specie ripariali vere e proprie sono limitate a brevi fasce, lungo i tratti meno acclivi dei corsi d'acqua. In particolare si tratta di individui adulti di ontano nero (*Alnus glutinosa*) tra cui si riscontrano piante di notevole sviluppo longitudinale, pioppo nero (*Populus nigra*), salici (*Salix* sp.) e popolamenti di canna domestica (*Arundo donax*). Nelle zone più antropizzate dei corsi d'acqua vi è la tendenza ad un assottigliamento sia come composizione specifica e sia come estensione della fascia interessata.

Nel tratto terminale dei corsi d'acqua principali dominano il canneto e la vegetazione ruderale erbacea o suffruticosa, sovente in presenza di infestanti. Quest'ultima, sebbene sia da migliorare sotto il profilo della composizione specifica, in caso di piena si flette sotto la spinta della corrente aumentando il coefficiente di scabrezza e rallentando la velocità di deflusso. La presenza di canne in alveo, come

evidenziato anche nella relazione idraulica, è da considerare un ostacolo allo scorrimento delle acque e deve essere oggetto di periodici interventi di manutenzione.

#### 12. Aree nude o con vegetazione sporadica

L'estensione delle aree nude o con vegetazione sporadica è legata soprattutto alla presenza di affioramenti rocciosi, particolarmente frequenti sul versante meridionale di Monte Nero dovuti a fenomeni erosivi superficiali soprattutto in seguito al passaggio del fuoco. Questi aspetti vengono tuttavia trattati e descritti in maniera più approfondita nella parte relativa alle caratteristiche geomorfologiche dei bacini.

#### 14. Aree agricole

Come già rilevato, il territorio è fortemente caratterizzato dalla presenza di aree coltivate in pieno campo ed in serra.

Le zone agricole sono infatti prevalenti in termini di superficie e verranno trattate in maniera più approfondita nel capitolo dedicato all'uso del suolo.

Tutto il comprensorio risulta in gran parte coltivato, con colture floricole in piena aria o in serra), sfruttando i vecchi terrazzamenti. Le colture principali in pieno campo sono rappresentate dalla ginestra, dalla mimosa ed in misura minore dall'eucalipto, mentre in serra è prevalente la coltivazione di fiori da mazzeria.

### **2.2.6 Carta delle Unità suolo-paesaggio**

#### Caratteri generali

L'analisi pedologica dell'area interessata dagli studi per il piano di bacino, nasce dalla necessità di esaminare il territorio in tutti i suoi aspetti e dall'importanza che riveste la conoscenza del suolo, soprattutto in funzione di alcune valutazioni che si rispecchiano a scala più ampia ad esempio nella fertilità (fisica, chimica e biologica), nella lavorabilità (in senso agronomico), nell'erosibilità e nella stabilità più in generale o, ancora nella capacità di influenzare il ciclo idrologico di un bacino.

Il suolo è da considerare a tutti gli effetti un'entità naturale vivente, dalla quale vengono sostenuti ed alimentati, a loro volta, altri esseri viventi che rappresentano ciò che viene comunemente definito soprassuolo, ovvero la copertura vegetale.

All'interno del suolo hanno luogo per tanto i processi fisici, chimici e biologici che rendono possibile la trasformazione delle sostanze minerali in sostanza organica (biomassa) determinandone così i valori di fertilità, ma influenzandone anche altri importanti come la resistenza ai processi erosivi e la propensione al dissesto.

Al pari di altri organismi viventi, il suolo deve essere considerato una risorsa primaria, rinnovabile solamente in tempi lunghi; esso assume nel contesto del paesaggio il ruolo di una sorta di indicatore, come detto, del suo stato di stabilità: suoli profondi ben organizzati in orizzonti in equilibrio con la vegetazione che sostengono, ne costituiscono l'espressione più chiara: al contrario, l'effetto immediato del prevalere di processi di degradazione trova riscontro in un progressivo assottigliamento del suolo fino alla sua completa asportazione generando, in casi estremi, il rischio di desertificazione.

Indagine sui suoli riscontrati all'interno del comprensorio

Cenni metodologici

L'interpretazione delle fotografie aeree, già utilizzata quale strumento preliminare per la lettura del territorio e la successiva stesura delle carte della vegetazione e di uso del suolo, ha consentito altresì di raccogliere numerose altre informazioni e fornire preziose indicazioni per una suddivisione del territorio in unità di paesaggio omogenee.

La carta delle unità di paesaggio ha definito gli ambiti entro cui si è ritenuto opportuno approfondire lo studio tramite rilevamenti di campagna. Tale carta è frutto dell'incrocio di singole carte tematiche tra le quali, hanno pesato in maniera preponderante le carte geolitologica e, soprattutto, geomorfologica per gli aspetti riguardanti il substrato e quella di uso del suolo, che ha consentito invece di valutare il fattore vegetale e le modificazioni introdotte dall'antropizzazione nel corso degli anni.

All'interno delle singole unità di paesaggio sono stati eseguiti i rilevamenti per le indagini pedologiche ed in particolare si è trattato di profili e di trivellate per un totale di 4 profili e di 2 trivellate descritti nelle schede pedologiche che sono state inserite negli allegati.

Per l'esecuzione e la descrizione, del rilevamento si è seguita la metodologia proposta dalle "Norme tecniche per il rilevamento dei suoli - Progetto Sistemi Territoriali delle G.R. Toscana".

Analisi fisico-chimiche dei campioni di terreno

con lo scopo di ottenere dati numerici quantitativi, sono stati selezionati alcuni campioni di terreno appartenenti ai profili più significativi da sottoporre ad analisi fisico-chimica.

I campioni sono stati inviati al Laboratorio Regionale di Analisi Terreni e Produzioni Vegetali di Sarzana (SP) presso il quale sono state eseguite le analisi riguardanti:

pH in H<sub>2</sub>O;

pH in KCl;

Conducibilità;

Granulometria, con le misurazioni tessiturali di sabbia grossa, sabbia fine sabbia molto fine, limo grosso, limo fine, argilla;

Calcare totale;

C.S.C.;

Carbonio organico;

Tasso di saturazione in basi.

## Classificazione dei suoli

L'ultima fase del lavoro è stata la classificazione dei suoli sulla scorta dei dati analitici e la restituzione cartografica, consistente nell'inserimento della componente pedologica all'interno della carta delle unità di paesaggio precedentemente realizzata.

In base alla litologia, alle condizioni morfologiche ed alla componente vegetale, sono state individuate 7 Unità di paesaggio alle quali hanno corrisposto altrettante unità pedologiche.

**UNITÀ 1** Substrato costituito da un flysch arenaceo a grana grossolana su versanti da poco a moderatamente pendenti (10°-45°) da poco a mediamente erosi.

Aree poste al di sotto dei 700 m s.l.m. con esposizione prevalente a S - SE.

L'uso del suolo è rappresentato principalmente da formazioni arbustive con presenza di boschi radi a prevalenza di conifere.

**UNITÀ 2** Substrato costituito da un flysch arenaceo a grana grossolana su versanti da poco a moderatamente pendenti (10°-45°) da poco a mediamente erosi.

Aree poste al di sopra dei 700 m s.l.m. con esposizione prevalente a S - SW. La copertura vegetale è costituita da boschi di conifere a prevalenza di pino marittimo ed in alcuni casi da boschi misti di conifere e latifoglie.

**UNITÀ 3** Coltri di copertura potenti (>3 m) su substrato costituito da un flysch arenaceo a grana grossolana su versanti da poco a moderatamente pendenti (10°-45°) da poco a mediamente erosi.

Aree poste prevalentemente al di sotto dei 700 m s.l.m. con esposizione S - SE. Questa unità è caratterizzata da un uso del suolo prevalente di formazioni arbustive e da formazioni miste di conifere e angiosperme termofile.

**UNITÀ 4** Substrato costituito da un flysch arenaceo a grana grossolana su versanti da poco a moderatamente pendenti (10°-45°) da poco a mediamente erosi.

Aree poste al di sotto dei 700 m s.l.m. con esposizione prevalente a S - SE. Aree caratterizzate da formazioni arbustive.

**UNITÀ 5** Substrato costituito da un flysch a prevalenza di argilloscisti con sottili intercalazioni di arenoscisti su versanti da poco a moderatamente pendenti (10°-45°) da poco a mediamente erosi. Aree poste al di sotto dei 700 m s.l.m. prevalgono in questa unità i coltivi e, sporadicamente, zone coperte da boschi misti di conifere e latifoglie.

UNITÀ 6 Coltri di copertura potenti (>3 m) su substrato costituito da un flysch a prevalenza di argilloscisti con sottili intercalazioni di arenoscisti su versanti da poco a moderatamente pendenti (10°-45°) da poco a mediamente erosi.

Aree poste prevalentemente al di sotto dei 700 m s.l.m. con esposizione S - SE. Questi terreni vengono di norma utilizzati per la coltivazione di specie da fronda e l'oliveto.

UNITÀ 7 Coltri di copertura potenti (>3 m) su substrato costituito da un flysch a prevalenza di argilloscisti con sottili intercalazioni di arenoscisti su porzioni di versanti fortemente erosi.

Aree poste prevalentemente al di sotto dei 700 m s.l.m. con esposizione S - SE. L'uso del suolo prevalente sono i coltivi, sebbene siano riscontrabili zone con vegetazione arbustiva con la sporadica presenza di boschi misti di conifere ed angiosperme.

I suoli presenti sull'area indagata sono limitati a due Ordini, secondo la classificazione U.S.D.A.: Inceptisuoli ed Entisuoli

#### Inceptisuoli

Tale tipologia di suoli, nei quali si rileva la presenza di processi evolutivi, è caratterizzata da pedogenesi prodotta dall'allontanamento delle basi e dalla strutturazione degli orizzonti minerali. Occupano estese porzioni di territorio, soprattutto in corrispondenza delle zone a minore acclività, dove i processi erosivi sono più ridotti.

Le caratteristiche principali di questi tipi di suoli sono la presenza di acqua disponibile per le piante in più di metà dell'anno o per più di tre mesi consecutivi durante la stagione calda; uno o più orizzonti pedogenetici di alterazione o di concentrazione con un piccolo accumulo di materiali trasportati diversi dai carbonati o dalla silice amorfa; tessitura più fine della sabbia franca; presenza di alcuni minerali alterabili; capacità di ritenzione cationica della frazione argillosa da moderata ad elevata; variabilità molto ampia all'interno del suolo del contenuto di carbonio organico, della capacità di scambio cationico e del grado di saturazione in basi.

Gli inceptisuoli possono formarsi in quasi tutti gli ambienti, tranne che in quelli aridi e vi sono grandi differenze nella vegetazione. Molto comunemente la roccia madre si trova a bassa profondità. La maggior parte di questi suoli si trova su superfici geomorfologiche relativamente giovani (Pleistocene, Olocene).

#### Entisuoli

Si tratta di suoli il cui profilo si presenta scarsamente evoluto e senza particolari caratteri distintivi. Il principale fattore che condiziona la loro evoluzione è l'erosione. Nei casi in cui gli entisuoli hanno una profondità anche di 100 cm, è probabile che la loro origine derivi da apporti colluviali che ringiovaniscono periodicamente il profilo. Essendo il regime di umidità xerico alle quote meno elevate e udico a quelle più

elevate gli entisuoli sono stati classificati nei grandi gruppi degli Xerorthents e degli Udorthents. Fra di essi sono stati identificati i sottogruppi dei Typic e Lithic Xerorthents.

Gli entisuoli ricomprendono altresì i terreni coltivati, che in quest'area sono in massima parte terrazzati.

Questi terreni sono caratterizzati dalla predominanza di materiali minerali e dall'assenza di distinti orizzonti pedogenetici. L'assenza di orizzonti pedogenetici può essere il risultato di un substrato pedogenetico inerte, come ad esempio la sabbia quarzosa, in cui gli orizzonti non si formano con una certa rapidità; oppure di una roccia compatta leggermente solubile come il calcare, che lascia uno scarso residuo.

Un altro fattore è costituito dal tempo, talvolta insufficiente perché possano formarsi degli orizzonti evoluti, come avviene, ad esempio, nei depositi recenti di materiale alluvionale o ancora a causa della forte acclività dove l'entità dell'erosione supera quella della formazione di orizzonti pedogenetici.

UNITÀ 1 Suoli moderatamente profondi (da 50 a 120 cm), da franco-sabbiosi a sabbioso franchi, acidi (pH 5,0-5,5).

Classificazione USDA: associazione di suoli Typic Xerochrepts e Lithic Xerochrepts

UNITÀ 2 Suoli moderatamente profondi (da 50 a 120 cm), da franco-sabbiosi a sabbioso franchi, acidi (pH 5,0-5,5).

Classificazione USDA: associazione di suoli Typic Eutrochrepts e Lithic Eutrochrepts

UNITÀ 3 Suoli moderatamente profondi (> 100 cm), da franco sabbiosi a sabbioso franchi, acidi (pH 5,0-5,5).

Classificazione USDA: Typic Xerochrepts

UNITÀ 4 Suoli poco profondi (< 50 cm), su porzioni di versante a granulometria da franco sabbioso a sabbioso franchi, acidi (pH 5,0-5,5).

Classificazione USDA: Lithic Xerochrepts associato a Lithic Xerorthents e a roccia affiorante

UNITÀ 5 Suoli moderatamente profondi (da 50 a 120 cm), da franco sabbiosi a franco argillosi, subalcalini (pH 7,4-8,4) scheletro > 35%.

Classificazione USDA: Typic Xerochrepts, Lithic Xerorthents, Lithic Xerochrepts

UNITÀ 6 Suoli moderatamente profondi (da 50 a 120 cm), da franco sabbiosi a franco argillosi, subalcalini (pH 7,4-8,4) scheletro > 35%.

Classificazione USDA: Typic Xerorthents

UNITÀ 7 Suoli moderatamente profondi (da 50 a 120 cm), da franco sabbiosi a franco argillosi, subalcalini (pH 7,4-8,4).

## 2.2.7 Carte derivate

### 2.2.7.1 Premessa

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

In linea generale, nell'ambito dell'unitarietà del bacino idrografico e dell'interdisciplinarietà tipica della pianificazione di bacino ai sensi della L. 9/93, dovrebbero essere tenuti in considerazione tutti i processi fisici che possano causare situazioni di pericolosità nonché le loro interazioni.

### 2.2.7.2 Carte della "pericolosità"

Nell'ambito del presente piano la pericolosità è stata valutata sulla base delle componenti idraulica e geomorfologica e si concretizza, quindi, come sovrapposizione delle fasce di inondabilità e dalla carta della suscettività al dissesto di versante.

Per tale ragione, oltre che per questioni di scala, si è ritenuto di non produrre una carta di pericolosità complessiva ma di far riferimento alle due carte citate come carte di pericolosità idraulica (fasce fluviali) e suscettività al dissesto.

Per quanto riguarda la carta delle fasce fluviali si rimanda al paragrafo 2.2.9 del presente studio.

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

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

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

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

Da questo ne discende che mentre nelle aree ad elevata suscettività al dissesto, o più ancora in quelle a molto alta suscettività, è immediatamente determinabile il grado di rischio associato, nelle aree a bassa suscettività può risultare errata una sua automatica associazione in quanto il grado di pericolosità territoriale

non può prescindere dall'analisi delle condizioni al contorno e dalle caratteristiche delle aree limitrofe del territorio, oltretutto da quelle locali. Ad esempio qualora, un'area a bassa suscettività si trovi a valle di un corpo di frana la sua reale pericolosità potrà essere determinata solo a seguito di un'analisi approfondita che riesca a ipotizzare la possibile evoluzione (in termini spaziali, volumetrici e di velocità di movimento) del dissesto.

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

Si evidenzia l'opportunità delle seguenti integrazioni a livello di ambito (o a scala ancora più ampia):

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

Dall'analisi "per criteri" delle carte di base e di alcune carte intermedie, già in parte elaborativo-interpretative (quali la carta della franosità reale, dove richiesta e la carta dell'acclività dei versanti e altre carte di argomento pedologico-agronomico), sono state ricavate le seguenti "pericolosità specifiche":

- la pericolosità geologico-geomorfologica;
- la pericolosità vegetazionale;
- la pericolosità idraulica.

Le varie "pericolosità specifiche" sono state "incrociate" e temperate in un unico elaborato, strumentalmente fondamentale: la carta della pericolosità .

Dall'incrocio tra la "carta della pericolosità " e la carta della "Carta degli elementi a rischio" è stata derivata la "carta del rischio".

Scendendo in qualche dettaglio, vale la pena di soffermare l'attenzione sui seguenti elementi caratterizzanti.

La lettura comparata dei vari tematismi che concorrono alla determinazione della "suscettività al dissesto" del territorio, ottenuta per successive sovrapposizioni e comparazione, condotte mediando

criticamente tra "l'automatismo" di un metodo teorico (il banale e acritico "incrocio") e l'esame caso per caso, ha consentito l'elaborazione delle varie carte della pericolosità.

La prima attività è consistita nell'elaborazione di tre carte distinte: la carta della pericolosità geologico-geomorfologica, la carta della pericolosità idraulica e la carta della pericolosità agronomico-vegetazionale.

Per quanto riguarda il primo dei sopraccitati elaborati, il metodo utilizzato, mutuato dalle "raccomandazioni" degli organi regionali, è consistito nell'attribuzione di valori-base numerici alle formazioni geologiche, alle coltri detritiche, distinte in base al loro spessore, ai corpi di frana, ecc..

Le altre indicazioni della carta geomorfologica e di quella idrogeologica (erosione e ruscellamento diffuso, esistenza di fenomeni di impregnazione, franosità localizzata, granulometria delle coltri, stato di conservazione dell'ammasso roccioso..), così come le classi di acclività, sono state considerate "fattori moltiplicativi" dei valori-base, agendo tipicamente come aggravanti, e in taluni rari casi come migliorativi, delle condizioni di propensione al dissesto.

Gli elementi fondanti che sono stati presi in considerazione sono praticamente tutti quelli desumibili dalle carte geologica, geomorfologica, idrogeologica e della acclività, corroborati, caso per caso, dalla parziale "carta della franosità reale", dalle "schede" rilevate in campagna e dalle annotazioni in parte riportate nelle "note illustrative" alle predette carte di base, con - delle caratteristiche geotecniche areali per le zone di piana costiera.

Il "punteggio finale" deriva dalla combinazione, sempre ragionata, di due "gruppi" di valori , alcuni introdotti come fattori, altri come addendi:

I - "VALORI BASE"

I - "VALORI DISCRIMINANTI" (fattori moltiplicativi).

VALORI BASE	VALORI DISCRIMINANTI (Fattori moltiplicativi)
	Idrogeologia
A. Geologia	Morfologia
B. Geomorfologia	Stato della roccia/granulometria delle coltri

	Geologia (1)	Geomorfologia (2)
IDROGEOLOGIA		
Assenza di probl.	X = 1	X = 1
Zone di impregnazione e zone sorgentifere	X = 1,5 ÷ 1,75	X = 1,5 ÷ 1,75
Erosione spondale	X = 1,25 ÷ 1,75	X = 1,5 ÷ 2
Ruscellamento e franos. puntuale diffusa	X = 1,5	X = 1,3 ÷ 1,6
Esondabilità	X = 2	
Canali d'irrigazione	X = 1,1 ÷ 1,3	X = 1,3 ÷ 1,6
Pozzi	X = 1	X = 1

MORFOLOGIA		
Acclività		
	(0 ÷ 35%) Y = 1	(0 ÷ 20%) Y = 1
	(35 ÷ 50%) Y = 1,1	(20 ÷ 35%) Y = 1,1
	(50 ÷ 75%) Y = 1,2	(35 ÷ 50%) Y = 1,3

	(75 ÷ 100%) Y = 1,4	(50 ÷ 75%) Y = 1,5
	(>100%) Y = 2	(>75%) Y = 2
Rotture di pendio		
	quiescenti Y = 1 ÷ 1,1 attive Y = 1,3 ÷ 1,5	quiescenti Y = 1 ÷ 1,1 attive Y = 1,3 ÷ 1,5

Stato della roccia/granulometria delle coltri		
	Z (R) = 0,9 ÷ 1,1	Z (dt) = 1 ÷ 1,1
	Z (Rs) = 1,3 ÷ 1,6	Z (dt1) = 1,3
	Z (RF) = 1,75	Z (dt2) = 0,9

(1)		(2)	
am (ar)	1 (3)	cm	5
ArBOR	1	cp	6
CmELM	2	Frq	8
ScCBOR	2	Fra	9
CgCMV	2	Ri	6
ArFYV	3	Sb	6
BcTAG	4	Cave (inattive)	7
OI FYV	4		
ScCFYV	4		
Melm	5		
Aorv	5		

Es: **P(punteggio finale) = A x (X x Y x Z x ...)**  
oppure, **P(punteggio finale) = (B x (X x Y x Z x ...)) + L**  
dove L = +/- 0,3 secondo il substrato di buona o mediocre qualità e le geometrie

#### CLASSI

I.	(0÷2,1)	PERICOLOSTA/MOLTO BASSA
II.	(2,2÷4)	PERICOLOSTA/BASSA
III.	(4,1÷7,9)	PERICOLOSTA/MEDIA
IV.	(>7,9)	PERICOLOSTA/ALTA

I "valori" della componente geologica sono stati rivisti secondo la tabella che segue, nella quale i "valori correttivi" relativi alle formazioni (e applicati nei casi di coltri e corpi di frana superficiali o comunque influenzabili dalla natura del substrato roccioso di appoggio - "addendo "L" dei "criteri" precedenti ora divenuto "fattore") sono riportati tra parentesi a fianco del nuovo valore attribuito alla formazione affiorante:

am (ar) =	1	
arBOR =	1	(0,7)
cmELM =	2	(1,2)
sccBOR =	1	(0,7)
cgCMV =	2	(0,8)
arFYV =	2	(1,2)
bcTAG =	3	(1,1)

ol SBA = 4 (1,3)  
sccFYV = 4 (1,3)  
mELM = 4 (2,1)  
aORV = 5 (2,25)

I valori base della geomorfologia sono stati rivisti compendiando quanto emerge dalla Carta Geomorfologica con quello che emerge dalla Carta di dettaglio dei movimenti franosi.

In base alla prima carta le "classi" hanno i seguenti valori:

Frq = 2,2 (paleofrane indifferenziate)  
Fra = > 7,9, comunque in classe 4

In base alla seconda (ove prevista, altrimenti in base alle schede e ad altre valutazioni puntuali), le varie frane quiescenti assumono i seguenti valori base:

SSpq = 2 (ma si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio);

DFpq = 4,2 (non si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio);

SCpq = 2,6 (non si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio);

SCRq = 2,6 (non si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio);

CLrq = 2,2 (non si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio);

FCq = 2,6 (non si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio);

FPq = 2,2 (non si è tenuto conto del fattore corrispondente alle caratteristiche del substrato roccioso di appoggio).

Altri elementi considerati:

RI = 2,1÷3  
Cave = 7

Spiagge soggette a retrogradazione per fenomeni di erosione e corsi d'acqua soggetti ad erosione spondale = classe 3

Per quanto riguarda i "valori discriminanti", sono state eliminate le voci "esondabilità" e "pozzi", sono state mantenute le altre, riguardanti l'idrogeologia, adottando come criterio di attribuire, se possibile, un valore medio tra quelli proposti in prima versione.

Per quanto riguarda l'acclività sono stati rivisti i coefficienti relativi, quando incidono - come accade assai spesso e in modo rilevante - su aree governate dai valori base della geomorfologia, attribuendo i seguenti valori alle varie classi:

classe 0÷35% Y = 1  
classe 35÷50% Y = 1,1  
classe 50÷75% Y = 1,3  
classe 75÷100% Y = 1,6  
classe > 100% Y = 2

Per quanto riguarda la granulometria media presunta delle coltri di copertura, si è preferito adottare un criterio originale, operando direttamente sui valori riportati in calce alla tabella dei criteri, riguardante i valori base, in modo che:

c = 1,4 + 0,1 (se fine) o - 0,1 (se grossolano)  
dt = 1,7 + 0,3 (se fine), o - 0,1 (se grossolano).

Infine:

- per quanto riguarda specifiche paleofrane il valore base di 2,2 è stato moltiplicato per 1,5 nel caso di "appoggio" su formazioni mELM e aORV;
- le coltri su paleofrana, a prescindere dal fattore acclività, sono state affette dal punteggio base di 1,7.

La carta della pericolosità agronomico-vegetazionale ha, invece, tenuto conto del tipo e dello stato di efficienza e conservazione delle coperture vegetali, della distribuzione statistica degli incendi e delle tipologie di uso del suolo.

Assunte le carte delle varie "pericolosità specifiche" il passo successivo è consistito nell'elaborazione di una carta di sintesi, denominata "carta delle pericolosità" o carta della suscettività al dissesto dando particolare rilievo ai seguenti fattori ritenuti particolarmente sfavorevoli per la pericolosità al dissesto:

- coltri detritiche su pendii ad elevata acclività;
- versanti con rocce a franapoggio;
- zone caratterizzate da forte erosione spondale;
- colture ortofloricole in serra.

Si è quindi rivista la perimetrazione ottenuta sulla scorta di valutazioni qualitative basate su quanto accaduto e rilevato sul territorio a seguito del Novembre 2000.

La carta ottenuta presenta la suddivisione dell'intero territorio in 5 classi di pericolosità: MOLTO ALTA Pg4 che corrisponde alle frane attive, ALTA Pg3A che corrisponde alle frane quiescenti, alle linee di costa attualmente in erosione, ai fronti di cava abbandonate, ALTA Pg3B che corrisponde alle paleofrane, ai versanti che manifestano una certa fragilità geomorfologica dettata prevalentemente dalla acclività, alle frane sistemate artificialmente, MEDIA Pg2 a cui corrisponde versanti con propensione al dissesto media e le zone costiere, BASSA Pg1 e MOLTO BASSA Pg0 a cui corrispondono le alluvioni.

Nella maggior parte del bacino le frane avvenute seguito eventi alluvionali del 2000 (Pg4) dipendono da fattori locali (fattori antropici, concentrazione anomala dei deflussi superficiali etc.), per cui risultano spesso inserite in versanti a bassa e media pericolosità (Pg1-Pg2). I pendii dove sono presenti concentrate fenomenologie di dissesto sono stati perimetrati come aree a pericolosità elevata (essenzialmente Pg3B), come ad esempio in prossimità dei rii Crosio e di Rodi.

#### 2.2.7.4 La carta del rischio

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

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

dove:

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

dettaglio, soprattutto per quanto riguarda la classificazione degli elementi a rischio. Ai piani di protezione civile a livello comunale spetta naturalmente il compito di individuare e dettagliare i singoli elementi presenti in relazione alle loro funzioni, alla loro destinazione d'uso e alla loro specifica vulnerabilità, e soprattutto di individuare le opportune misure (non strutturali) di prevenzione e mitigazione del rischio per le diverse aree.

### **Determinazione del rischio idrogeologico**

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

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

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

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

E0 : aree disabitate o improduttive

E1: edifici isolati, zone agricole

E2: nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori infrastrutture minori

E3: centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture e servizi

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

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

R1: rischio moderato

R2: rischio medio

R3: rischio elevato

R4: rischio molto elevato

Si è inoltre ritenuto di introdurre un'ulteriore classe di rischio R0 definita come rischio lieve o trascurabile, che permette di estrarre le situazioni a rischio minore in ragione di pericolosità estremamente basse o di completa assenza di valenze socio-economiche.

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

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

### Elementi a rischio

Classe Elementi a rischio	Sigle uso del suolo	Specifiche
E0	3.1 - 3.2 – 3.3 - 3.4.2	Praterie -Zone boscate - Zone caratterizzate da vegetazione arbustive - Aree nude
E1	1.4.1 -1.4.2 – 2.1.2.1 - 2.2.3 - 2.5	- Aree verdi urbane - Aree sportive – Colture ortofloricole in piena aria - Oliveti - Ex coltivi
E2	1.1.2 – 1.2.3 - 2.1.2.2	Tessuto urbano discontinuo – Aree portuali - Colture ortofloricole in serra
E3	1.1.1 – 1.2.2	Tessuto urbano continuo – Autostrade ( tratti non su viadotto), ferrovia – S.S Aurelia

### Rischio geomorfologico

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

La matrice di intersezione utilizzata può essere così schematizzata:

ELEMENTI A RISCHIO	SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI				
	Suscettività molto bassa	Suscettività bassa	Suscettività media	Suscettività alta	Aree in frana attiva
E0	R <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
E1	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
E2	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
E3	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>

### Rischio idraulico

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

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

ELEMENTI A RISCHIO	FASCE DI INONDABILITÀ		
	200 <T <=500 fascia C	50 <T <=200 fascia B	T <=50 Fascia A
E0	R <sub>0</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>1</sub>
E1	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
E2	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>	R <sub>4</sub>
E3	R <sub>2</sub>	R <sub>4</sub>	R <sub>4</sub>

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

L'intersezione tra le fasce di inondabilità e le aree degli elementi a rischio è stata attuata tenendo in debito conto le situazioni morfologiche ed antropiche di tutta l'area in oggetto. Pertanto la delimitazione delle aree non è stato il semplice risultato di una sovrapposizione grafica, ma ha anche tenuto conto, per quanto possibile, delle condizioni statiche delle strutture interferenti con il corso d'acqua, della presenza di aree ubicate a quota inferiore ai livelli di massima piena, di possibili tragitti delle linee di esondazione e di quant'altro possa concorrere nell'aumento o nella attenuazione del grado di rischio.

Sono stati inoltre riportati altri tipi di rischio idraulico non derivanti dalle fasce fluviali: si tratta dei rischi puntuali non cartografabili relativi a quelle situazioni di rischio inerenti le condizioni delle strutture e dell'alveo dei torrenti che potrebbero a seguito di forte sollecitazione idraulica determinare cedimenti, occlusioni e conseguenti esondazioni. E' il caso per esempio di alcuni ponticelli stradali che stante l'abbondante vegetazione presente a monte associata al basso valore di luce libera potrebbero durante l'evento di piena occludersi anche totalmente causando esondazioni sul sedime stradale; oppure è il caso di alcuni tratti di torrente tominato (per es. Rio Carrubbo a est del bacino del Crosio) in cui le pareti e la copertura versano in condizioni statiche pessime e potrebbero, in concomitanza con eventi meteorici anche di bassa intensità, cedere, causando l'occlusione del corso d'acqua e la conseguente messa in pressione del tratto a monte considerando che il tratto tominato risulta di dimensioni insufficienti allo smaltimento delle portate di piena (criticità verificatasi a seguito di eventi alluvionali).

### Carta del rischio idrogeologico

Dall'applicazione delle matrici del rischio geomorfologico ed idraulico (riportate nel precedente paragrafo) a partire dalle carte di suscettività al dissesto, delle fasce di inondabilità e degli elementi a rischio già elaborate per lo specifico bacino si è individuata la zonizzazione in classi di rischio riportata nella Carta del Rischio Idrogeologico.

La carta del rischio idrogeologico è stata ottenuta dalla sovrapposizione delle aree a rischio idraulico e a rischio geomorfologico, secondo il criterio della prevalenza, in ogni punto del bacino, del rischio più elevato tra i due forniti dalle due carte.

### 2.2.8 Catasto delle Opere Idrauliche

Per ogni opera è stata redatta la scheda informativa con tutti i dati relativi disponibili

L'ubicazione delle Opere Idrauliche Principali è riportata nella Carta del catasto delle Opere Idrauliche, con le sigle di identificazione previste dalla Normativa Regionale.

Nella predetta tavola sono altresì riportate le ubicazioni delle Opere Idrauliche Minori, costituite da manufatti stradali, tombinature, piccole passerelle, ecc., rilevate dalla cartografia e da viste generali dell'area, ma inaccessibili per un rilievo di dettaglio.

**TABELLA CENSIMENTO OPERE IDRAULICHE**

BACINO	SIGLA	TIPOLOGIA MANUFATTO	FILE
Rio SASSO	RS/1-PT.001	Ponte ferroviario alla foce del Rio	R_Sasso.xls
	RS/2-PT.002	Ponte statale – via Aurelia	
	RS/3-PS.003	Passerella pedonale a monte del precedente ponte	
	RS/4-PS.004	Passerella pedonale –Località cimitero	
	RS/5-PS.005	Ponte privato - Località cimitero	
	RS/6-PT.006	Ponte comunale - Località cimitero	
	RS/7-PS.007	Arginatura in gabbionatura in pietra - Località cimitero	
	RS/8-PT.008	Ponte privato e guado	
Rio TERMINI	RT/1-PT.001	Ponte privato costruito in aderenza al ponte ferroviario alla foce del Rio	R_Termini.xls
	RT/2-BR.002	Briglia posta a valle della via Aurelia	
	RT/3-PT.003	Ponte statale – via Aurelia	
	RT/4-AR.004	Muro d'arginatura, costruito in sponda sinistra a monte della via Aurelia	
Rio PELOTTA	PE/1-PT.001	Ponte ferroviario alla foce del Rio	R_Pelotta.xls
	PE/2-TB.002	Incanalamento del rio in un tubo $\varnothing$ 400 Strada statale Aurelia	
	PE/3-PT.003	Ponte carrabile a monte della via Aurelia	

	PE/4-AR.004	Muro d'arginatura costituito in sponda destra a monte del precedente ponte	
--	-------------	--	--

<b>Rio PORRINE</b>	PO/1-PT.001	Ponte ferroviario alla foce del Rio	<b>R_Porrine.xls</b>
	PO/2-PT.002	Vecchio ponte ad arco della strada provinciale	
	PO/3-TB.003	Tratto tombinato direttamente a monte del precedente ponte	

<b>Rio NOCE</b>	RN/1-TB.001	Primo tratto tombinato con partenza dalla foce del Rio	<b>R_Noce.xls</b>
	RN/2-TB.002	Secondo tratto tombinato	
	RN/3-TB.003	Terzo tratto tombinato	
	RN/4-TB.004	Quarto tratto tombinato	
	RN/5-PT.005	Primo ponte in corrispondenza di "strada Noce"	
	RN/6-PT.006	Secondo ponte in corrispondenza di "strada Noce"	

<b>Rio CROSIO</b>	RC/1-TB.001	Tratto tombinato alla foce del Rio. Sottopassa tutto il centro cittadino.	<b>R_Crosio.xls</b>
	RC/2-PT.002	Ponte ad arco su C.so Marconi.	
	RC/3.PT.003	Ponte ad arco su affluente Rio Vallone di Rodi.	
	RC/4.PT.004	Ponte ad arco su affluente Fossato Bianco	
	RC/5.PT.005	Ponte a sezione rettangolare su affluente Rio Giangallo	
	RC/6.PT.006	Ponte ad arco su asta principale.	

## 2.2.9 Valutazione delle massime portate di piena e verifiche idrauliche

### 2.2.9.1. Aggiornamento e sistemazione dei dati climatici e meteorologici

Lo studio degli aspetti climatici, idrologici e idrogeologici é fondamentale per la predisposizione di un piano di bacino, rivelandosi tuttavia, nel nostro caso assai complicato a causa della carenza di dati, soprattutto pluviometrici ed idrometrici, tipica appunto delle nostre zone. In realtà gli strumenti di misura distribuiti sul territorio ligure sono da ritenersi assolutamente insufficienti a causa della morfologia territoriale della nostra regione.

Il problema riguarda solo marginalmente i dati termometrici (la variabilità spazio-temporale delle temperature é minima), ma é drasticamente significativo per i dati pluviometrici considerato che le precipitazioni hanno una variabilità spazio-temporale assai maggiore delle temperature. Ciò deriva dal fatto che "le condizioni per la pioggia" si realizzano in spazi tanto più ristretti quanto più 'movimentata' é la morfologia territoriale.

Per quel che riguarda i dati idrometrici il problema non si pone neppure perchè non esistono stazioni idrometriche sul territorio di nostra competenza; ai fini di un'analisi completa e significativa sarebbero

necessarie una stazione idrometrica per ogni bacino o, al minimo, una stazione all'interno dell'area in oggetto per la taratura di un eventuale modello del territorio.

La condizione necessaria per redigere uno studio idrologico significativo, a partire dai dati di pioggia, consiste nel fatto che le stazioni di rilevamento siano, dal punto di vista plano-altimetrico, ben posizionate sul territorio, altrimenti si rischia di avere un'analisi poco rappresentativa; altro fattore importante è che le stazioni siano numericamente sufficienti.

Sul territorio oggetto del nostro studio o in aree limitrofe le stazioni pluviometriche presenti sono 2: quella di Sanremo (9 m. s.l.m.) e quella di Ceriana (369 m. s.l.m.). Dall'osservazione delle quote di posizionamento delle stazioni, ricordando che il territorio in oggetto è comunque esterno alle aree di competenze dei due pluviografi, si riscontra immediatamente la "non buona" distribuzione delle stazioni; nel caso della stazione di Ceriana poi si ritiene che trattandosi di un pluviografo appartenente ad un bacino completamente dissimile da quello oggetto del presente studio (bacino del t. Armea), sia errato adoperarne i dati per la successiva determinazione delle portate di piena.

Pertanto si ritiene che l'unica soluzione possibile in grado di fornire risultati di una seppur minima attendibilità sia quella di adoperare i dati della stazione pluviometrica di Sanremo.

#### *2.2.9.1.1. I dati*

I dati utilizzati in questo lavoro, sia termometrici che pluviometrici, sono stati raccolti dagli Annali Idrografici del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici. A tal proposito c'è da sottolineare il fatto che le pubblicazioni sono aggiornate al 1984, ma è possibile reperire i dati fino al 1992: gli ultimi 3 anni di registrazioni non sono ancora a disposizione degli utenti in quanto in fase di elaborazione.

I dati pluviometrici riportati sono di due tipi: le piogge totali giornaliere, mensili e quindi annue e le piogge massime registrate su 5 durate di riferimento (1h, 3h, 6h, 12h e 24h).

Per quel che riguarda le temperature sugli annali vengono riportati i valori minimi e massimi giornalieri e, quindi, le medie mensili e annue.

#### *2.2.9.1.2. Analisi climatica*

Al fine di ottenere un quadro descrittivo il più completo possibile sul clima dell'area presa in esame si è proceduto alla stesura di tavole e grafici che rappresentano il clima a scala locale.

Per Sanremo si è scelto di tracciare due diagrammi realizzati dalla combinazione dei dati termometrici con quelli pluviometrici. Si sono così ottenuti i diagrammi ombrotermici (o termoudogrammi), cioè diagrammi temperatura-pioggia, e i climogrammi, cioè i diagrammi che individuano alcune caratteristiche del clima.

I dati da noi utilizzati sia pluviometrici che termometrici sono quelli riportati negli ANNALI IDROGRAFICI relativamente al periodo che va dal 1932 al 1992.

Oltre ai dati termometrici mensili relativi ai valori minimi, medi e massimi registrati è stata calcolata la media dei valori minimi, medi e massimi.

Alcune considerazioni riguardo le variazioni climatologiche di questi ultimi 50 anni si possono fare osservando i dati delle temperature e quelli delle piogge.

Per meglio evidenziare i risultati si è costruito un grafico delle temperature medie annue (minime, medie e massime) e delle piogge medie annue rispettivamente riportate nelle figg. A e B.

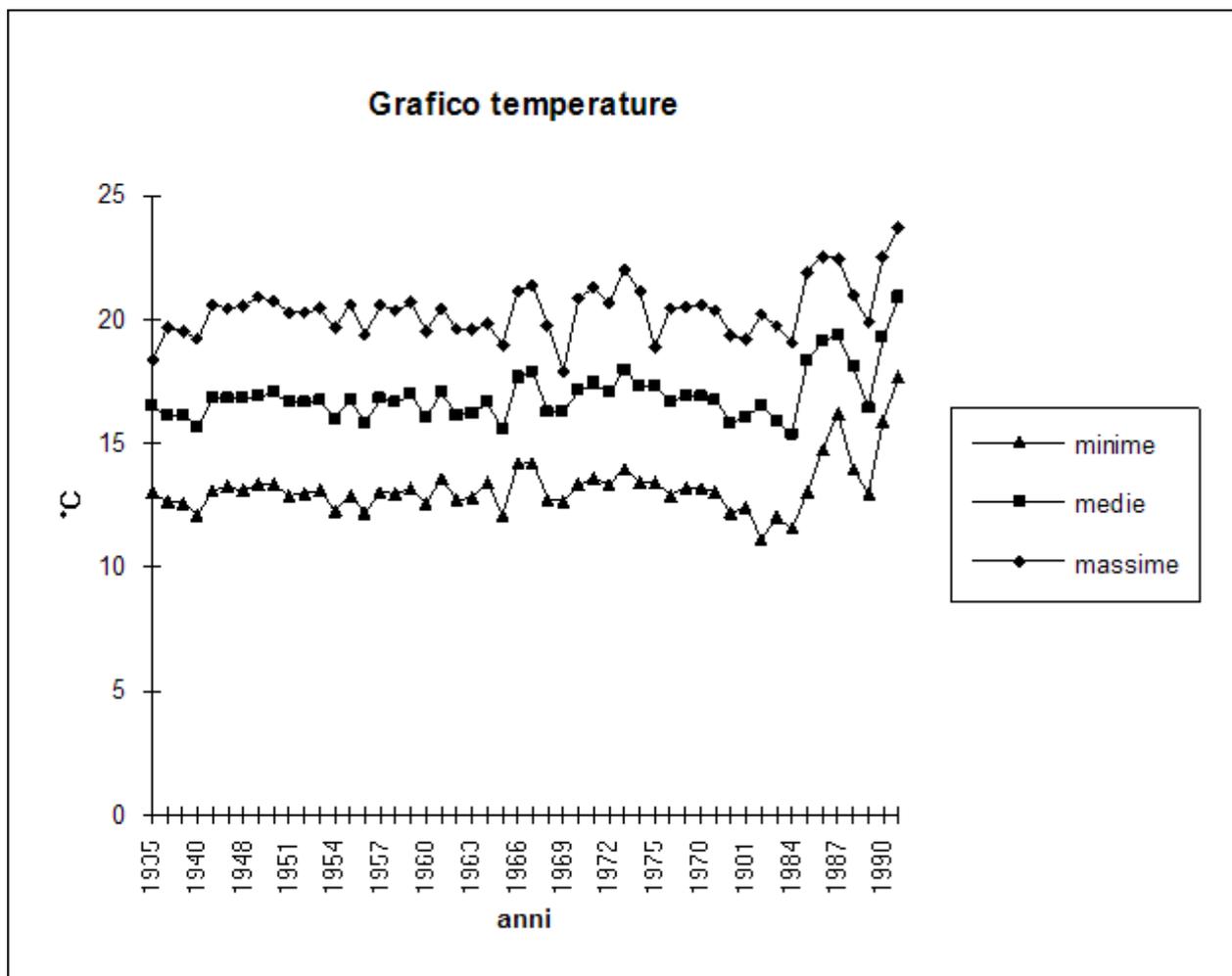


Figura A

Dalla figura A si osserva un andamento pressochè parallelo delle temperature massime e di quelle minime. Sono evidenti, inoltre, due periodi in cui i valori registrati dalla stazione di Sanremo si discostano sensibilmente dall'andamento medio che emerge dal grafico: un primo periodo intorno alla seconda metà degli anni '60 in cui tale fenomeno é evidentemente di lievi dimensioni; un secondo, a partire dalla seconda metà degli anni '80, in cui si nota un evidente aumento delle temperature massime e minime.

Quest'ultimo fenomeno, sicuramente più significativo del primo, appare piuttosto interessante, ma per poterne valutare i possibili effetti si dovrebbero studiare le registrazioni termometriche dei prossimi anni, per vedere se si tratta di un periodo isolato o di una tendenza generale del clima della nostra zona ad andare verso temperature maggiori.

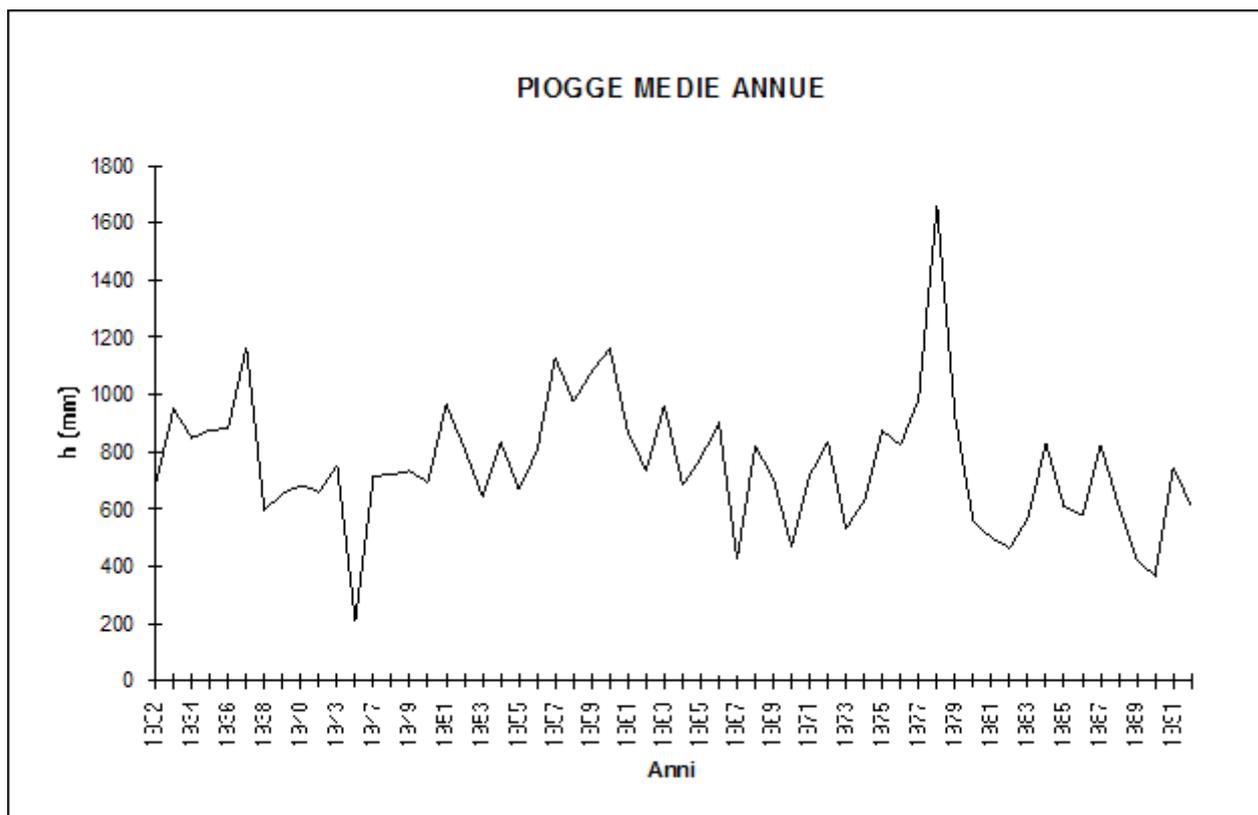


Figura B

L'osservazione del grafico di figura B, non evidenzia situazioni molto significative ad eccezione del picco che si è registrato sul finire degli anni '70, ma che, come detto per le temperature, potrebbe essere un fenomeno isolato, oppure il segnale di un cambiamento che potrebbe emergere nei prossimi anni.

#### 2.2.9.1.3. Analisi della 'bontà' della serie

Una prima verifica da fare è quella detta della 'bontà interna della serie' di dati della stazione di Sanremo: il metodo da noi utilizzato è quello della cumulata semplice. Tale metodo consiste nell'assegnare, per ogni durata e per le piogge totali annue, all'anno di inizio delle registrazioni il valore corrispondente riportato sugli annali e agli anni successivi la somma di tutti i valori relativi agli precedenti.

A partire da questa tabella si costruisce un grafico che riporta come ascisse gli anni e come ordinate la sommatoria, espressa in millimetri, delle piogge che si sono avute: se tali punti si dispongono lungo una retta significa che la serie è 'buona'. La frequenza in cui non si sono avute registrazioni darebbe luogo a tratti orizzontali nei grafici che non hanno significato fisico. Un artificio possibile è quello di attribuire agli anni mancanti la media matematica delle precipitazioni che si sono avute negli anni di registrazione.

I dati relativi a Sanremo vanno dal 1932 al 1992 con alcune brevi interruzioni: poiché dal 1947 al 1992 la serie risulta completa si ritiene sia sufficiente per dare un indicazione della 'bontà' della serie senza fare ricorso, quindi, a nessun artificio.

Il risultato di tale elaborazione è riportato nella figura C.

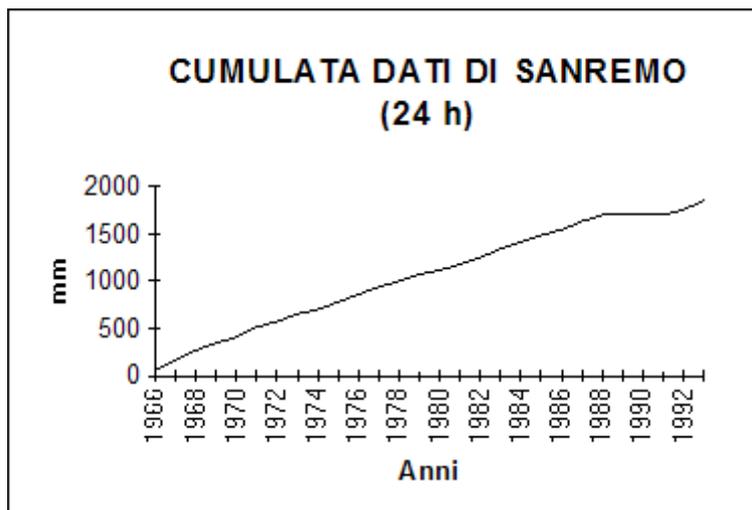


Figura C

L'andamento lineare del primo tratto del grafico evidenzia quella che tecnicamente é chiamata 'bontà' di una serie: tale caratteristica deriva dal fatto che i dati risultano piuttosto omogenei e, soprattutto, consecutivi.

Il tratto finale, orizzontale, é conseguenza della mancanza dei dati relativi a tre anni (1989, 1990, 1991). Statisticamente la serie é 'buona' dal 1966 al 1988.

#### 2.2.9.1.4. Indicazioni climatologiche

La prima vera classificazione climatica, che rientra nelle classificazioni zonali a base termica, è stata fatta da W. KOPPEN nel 1884. Questo autore individua 5 tipi climatici fondamentali (N.B. Tmm = temperatura media mensile):

1. clima tropicale:  $T_{mm} > 20^{\circ}\text{C}$  sempre
2. clima subtropicale:  $T_{mm} > 20^{\circ}\text{C}$  per 4-11 mesi  
 $10^{\circ}\text{C} < T_{mm} < 20^{\circ}\text{C}$  per 1-8 mesi
3. clima temperato:  $T_{mm} > 20^{\circ}\text{C}$  per meno di 4 mesi  
 $10^{\circ}\text{C} < T_{mm} < 20^{\circ}\text{C}$  per 4-11 mesi  
 $T_{mm} < 10^{\circ}\text{C}$  per meno di 4 mesi
4. clima freddo:  $10^{\circ}\text{C} < T_{mm} < 20^{\circ}\text{C}$  per 1-4 mesi  
 $T_{mm} < 10^{\circ}\text{C}$  per 8-11 mesi
5. clima polare:  $T_{mm} < 10^{\circ}\text{C}$  per 12 mesi

L'unico difetto di questa classificazione é che non considerando i casi con  $T_{mm} < 0^{\circ}\text{C}$  non discrimina i climi in alcune zone temperate. Tale difetto, però, non interessa la nostra zona dato che le temperature tipiche di San Remo (sulla fascia costiera) raramente sono scese sotto lo  $0^{\circ}$ .

Dall'osservazione dei dati della tabella 3.1.1, che riporta i dati termometrici relativi alla stazione di San Remo dal 1935 al 1992, si evidenzia che il clima di San Remo rientra nella categoria definita da W. Koppen a 'clima temperato'.

Un'altra classificazione é stata fatta da De Martonne che distingue 6 tipologie di clima: arido estremo, arido, semiarido, subumido, umido e perumido. Tale classificazione viene fatta a partire da quello che De Martonne indica come 'indice di aridità' A dato dalla seguente formula:

$$A = \frac{P}{T+10} + \frac{12p}{t+10}$$

dove: P = precipitazione media annua

T = temperatura media annua

p = precipitazione media del mese più arido

t = temperatura media del mese più arido

La classificazione risulta essere la seguente:

- arido estremo  $0 < A < 5$
- arido  $5 < A < 15$
- semiarido  $15 < A < 20$
- subumido  $20 < A < 30$
- umido  $30 < A < 60$
- perumido  $A > 60$

Nel nostro caso si ottiene:

$$A = 17.13$$

essendo  $T = 16,92083^{\circ}\text{C}$ ,  $P = 782,89 \text{ mm}$ ,  $p = 12.99 \text{ mm}$  e  $t = 20.10^{\circ}\text{C}$  (mese di Luglio). Da ciò si ricava che, secondo la classificazione di De Martonne, il nostro clima é del tipo semiarido.

#### 2.2.9.1.5. Diagramma ombrotermico

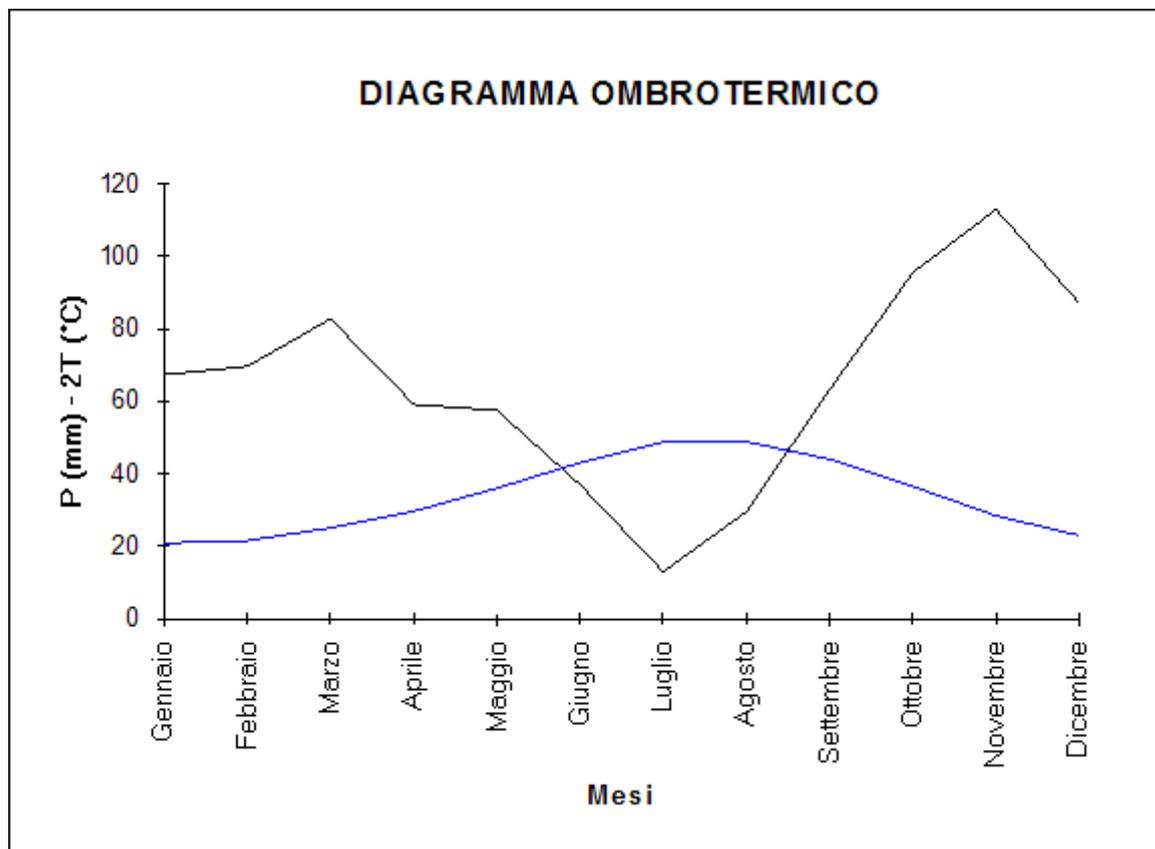
I termoudogrammi rappresentano in maniera sintetica l'andamento delle temperature e delle precipitazioni, e permettono di stabilire il grado di umidità e aridità di un'area. I periodi di aridità in tali diagrammi si identificano con i mesi nei quali l'altezza della precipitazione mensile (espressa in millimetri) risulta minore del valore dato dal doppio della temperatura media in quello stesso mese (espressa in °C).

Nel termoudogramma relativo ai dati di Sanremo, realizzato mediando tutti i dati degli annali idrografici in nostro possesso, si può osservare l'andamento stagionale medio delle precipitazioni e delle temperature, le quali presentano valori sempre positivi.

STAZIONE		DI SANREMO	
	P(mm)	2T (°C)	T(°C)
Gennaio	67.35389	20.916	10.458
Febbraio	69.63528	21.604	10.802
Marzo	82.74153	25.116	12.558
Aprile	59.142	29.684	14.842

Maggio	57.486	36.028	18.014
Giugno	36.988	43.10	21.55
Luglio	12.99	48.824	24.412
Agosto	29.586	48.812	24.406
Settembre	63.18	44.044	22.022
Ottobre	95.47	36.528	18.264
Novembre	112.87	28.428	14.214
Dicembre	87.166	23.016	11.508

Osservando la figura E si nota che la curva relativa alla precipitazione si trova al di sopra di quella delle temperature per circa 9 mesi all'anno; negli altri tre mesi le curve sono invertite: secondo la teoria di Bagnouls & Gaussen, autori di questo tipo di analisi, si definisce che per tre mesi (giugno, luglio e agosto) il clima é 'arido'.



Tale risultato, é opportuno sottolinearlo di nuovo, ha senso solo per la fascia costiera. Ciò deriva dal fatto che, come già detto nelle premesse, il territorio Ligure, e quindi quello sanremese, é caratterizzato da una morfologia estremamente variabile che va dal mare ai monti in pochi chilometri.

Da ciò segue una variabilità climatica e pluviometrica piuttosto significativa: le maggiori precipitazioni che caratterizzano le zone montane, almeno nella nostra zona, garantiscono il rifornimento idrico delle falde

acquifere e quindi assicurano l'apporto necessario a soddisfare anche il fabbisogno dei centri costieri (anche e soprattutto nei mesi definiti 'aridi').

### 2.2.9.1.6 Climogramma

Il climogramma relativo ai dati della stazione di Sanremo si costruisce mettendo in ascisse le temperature (°C) e in ordinate le precipitazioni medie (mm). Ad ogni punto corrispondono i valori medi di precipitazione e di temperatura mensili ; la spezzata che unisce fra di loro i punti individua un'area rappresentativa del comportamento climatico locale medio. Tale diagramma é stato suddiviso in quadranti dall'intersezione delle rette corrispondenti ai valori medi di temperatura e precipitazione mensili (rispettivamente T = 17°C e P = 65.0 mm). Lo sviluppo della poligonale precedentemente definita all'interno dei quadranti consente di definire il carattere predominante dei due elementi climatici considerati e i loro rapporti di interdipendenza. Si può osservare l'andamento medio delle temperature nei vari mesi dell'anno in rapporto alle altezze delle precipitazioni. Dall'osservazione del grafico rappresentante il climogramma si evidenzia quanto segue:

- i mesi da novembre a marzo rientrano nella categoria identificata come clima 'freddo-umido'
- il mese di aprile é caratterizzato da un clima 'freddo-secco'
- i mesi da maggio a settembre sono caratterizzati da un clima 'caldo-secco'
- il mese di ottobre é l'unico con un clima definito 'caldo-umido'

E' evidente la prevalenza dei climi 'caldo-secco' e 'freddo-umido' mentre risultano pressochè assenti i periodi caratterizzati da climi 'freddo-secco' e 'caldo-umido'.

Si ritiene necessario fare alcune considerazioni: sebbene la suddivisione di questo diagramma nei quattro quadranti, relativi ai quattro tipi di clima, derivi direttamente dall'elaborazione dei dati registrati dalla stazione in oggetto, i risultati che si ottengono devono essere comunque interpretati. Ciò deriva in particolare dal fatto che, in questo tipo di approccio come neppure negli altri affrontati nei paragrafi precedenti, non si tiene conto di fattori quali l'umidità e il vento, che, soprattutto nei giorni non piovosi, influenzano fortemente la tipologia di clima.

	T(°C)	P(mm)
Gennaio	10.458	67.35389
Febbraio	10.802	69.63528
Marzo	12.558	82.74153
Aprile	14.842	59.142
Maggio	18.014	57.486
Giugno	21.55	36.988
Luglio	24.412	12.99
Agosto	24.406	29.586
Settembre	22.022	63.18
Ottobre	18.264	95.47
Novembre	14.214	112.87
Dicembre	11.508	87.166

## *2.2.9.2 Valutazione probabilistica delle precipitazioni intense*

### *2.2.9.2.1. Relazione idrologica*

La previsione del rischio di inondazione comporta lo svolgimento di una serie di studi modellistici basati, in primo luogo, sull'analisi degli eventi pluviometrici e, successivamente, sullo studio idrodinamico degli alvei.

Lo studio idrologico di un bacino imbrifero é dunque il momento fondamentale nel contesto della pianificazione territoriale e comporta l'acquisizione di una serie di dati atti a rappresentare il regime pluviometrico della zona in esame o caratterizzare la conformazione idrometrica dei deflussi dei corsi d'acqua.

La caratteristica fondamentale di tali dati, siano essi dati di pioggia o di portata, è data dalla omogeneità statistica del campione esaminato; senza tale requisito non è possibile operare alcuna elaborazione.

Altri requisiti necessari per la corretta interpretazione dei risultati conseguiti sono garantiti dalla attendibilità dei dati, dalla grandezza del campione esaminato (più dati disponibili implicano una minore approssimazione delle formule interpolatrici), dalla presenza o meno sul territorio di più stazioni di osservazione e dalla loro uniforme distribuzione spaziale (sia planimetrica che altimetrica).

La mancanza di uno o più dei suddetti requisiti comporta la formulazione di teorie approssimate la cui bontà può essere verificata empiricamente sulla scorta di una attenta disamina delle ipotesi di partenza.

Il territorio oggetto del presente studio comprende 11 bacini imbriferi (rio Crosio, Rio Noce, rio Porrine, Rio Pelotta, rio Termini, rio Undici, rio Castagna, rio Giunchetto, rio Curtassa, rio Lunassa e rio Sasso) e alcune aree caratterizzate da una raccolta delle acque di pioggia mediante impluvi naturali di limitata estensione localizzate nell'intorno dei capi.

La zona oggetto dello studio è compresa tra il promontorio di Capo Nero a levante e il promontorio di Capo Ampelio a ponente, e si estende in profondità fino alla vetta di Cima Ferrisconi (758 m s.l.m.).

I bacini imbriferi in oggetto possono essere considerati tra loro idrologicamente simili, stante la loro contiguità, le analoghe caratteristiche morfologiche (acclività, estensione, pendenza media ecc.) e la medesima esposizione alle condizioni climatiche.

Sussistono alcune differenze sostanzialmente legate al grado di urbanizzazione dei bacini che possono influenzare il regime idraulico di ogni corso d'acqua, ma di tali differenze si terrà conto mediante l'adozione di opportuni coefficienti.

Nell'ambito del territorio in oggetto non vi sono strumenti di misura delle portate per nessuno dei torrenti esaminati; gli unici dati di misura delle portate disponibili sono quelli forniti dalla stazione idrometrica di Merelli, ubicata nel Comune di Taggia sul torrente Argentina.

Purtroppo tali misure non possono essere prese in considerazione in quanto il bacino idrologico del torrente Argentina non può essere considerato simile ai bacini del comprensorio a causa della notevole diversità morfologica, altimetrica e di estensione del bacino stesso.

Pertanto la determinazione delle massime portate di piena caratteristiche dei torrenti sanremese può essere condotta solo tramite la valutazione e la successiva elaborazione dei dati di pioggia estrapolati dalle misurazioni effettuate da pluviometri (utilizzando formule empiriche e/o analitiche).

All'esterno del comprensorio imbrifero, ma nell'ambito di un bacino ipotizzabile "simile" a quelli del presente studio, vi è una stazione pluviometrica che ha fornito nel passato diverse registrazioni di piogge di massima intensità ed è ubicata alla foce del torrente San Francesco, ad una quota prossima al livello medio mare (9 m s.l.m.).

Si fa presente che, a causa della limitatezza dei dati a disposizione ed a seguito di osservazioni di carattere generale sul comprensorio idrico, sono state formulate una serie di ipotesi che se da un lato consentono il corretto svolgimento delle successive analisi statistiche, dall'altro necessitano di una adeguata verifica che può essere condotta solo dopo l'effettuazione di misure pluviometriche e idrometriche almeno decennali.

In particolare sono state effettuate le seguenti considerazioni preliminari:

- il comprensorio idrico dell'intero territorio oggetto dello studio è caratterizzato da un unico regime pluviometrico determinabile dall'assunzione dei dati di pioggia della stazione di Sanremo; sulle aree dei bacini imbriferi si sono assunti, come piogge efficaci, i valori elaborati statisticamente dalle registrazioni del pluviometro in questione ottenendo pertanto un solido di pioggia ad altezza costante per l'intera area di competenza;

- le altezze di pioggia elaborate statisticamente per diverse durate (10 min, 15 min, 60 min, ecc.), dopo essere state ragguagliate all'intero bacino sono state assunte come set di valori di un evento meteorologico fittizio avente tempo di ritorno predeterminato e tale evento è stato considerato come quello che causa l'onda di piena di progetto;

- la formula che regola la trasformazione degli afflussi in deflussi viene assunta pari al volume di pioggia affluito sul bacino nella durata pari al tempo di corrivazione del bacino stesso moltiplicata per il coefficiente di deflusso, assunto cautelativamente unitario; tale valore viene determinato empiricamente in base alle caratteristiche del suolo per ogni bacino imbrifero, non tenendo conto con ciò di fenomeni di evapotraspirazione e di infiltrazione profonda delle acque.

Sulla base delle suddette considerazioni è stata quindi elaborata la seguente procedura analitica, finalizzata alla determinazione di una formula generale per il calcolo della massima portata di piena dei bacini del comprensorio sanremese:

- raccolta dei dati delle massime piogge registrate per diverse durate desunti dagli Annali Idrografici per la stazione pluviometrica di Sanremo ;

- regolarizzazione ed elaborazione dei dati mediante le leggi statistiche di Gumbel o della Log-normale e determinazione delle altezze di pioggia per assegnati tempi di ritorno;

- formulazione delle curve di possibilità climatica delle altezze di pioggia e delle intensità ragguagliate per ciascun tempo di ritorno e per ciascun bacino considerato;

- determinazione delle formule di calcolo della portata di massima piena con il metodo del coefficiente di deflusso e mediante l'utilizzo di varie formule empiriche per il calcolo del tempo di corrivazione;

- comparazione dei risultati ottenuti e verifica con le corrispondenti portate desunte dalla Regionalizzazione delle portate attuata dal CIMA.

Si ribadisce infine che tutta l'analisi sopra descritta si basa sull'attendibilità delle registrazioni effettuate nel pluviometro di Sanremo, che rappresentano a tutt'oggi l'unico sistema di monitoraggio del territorio del comprensorio; una verifica dei suddetti valori potrà essere effettuata solo dopo aver installato su tutto il territorio una adeguata rete di registratori pluviometrici ed aver osservato eventi meteorici per un lasso di tempo di almeno dieci-venti anni.

#### *2.2.9.2.2 Introduzione all'analisi statistica*

Per la stazione pluviometrica di Sanremo sono stati riportati in tabella i valori massimi di precipitazione per diverse durate di pioggia (10 min, 15min, 30min, 1h, 3h, 6h, 12h, 24h) come desunto dagli Annali Idrografici del Servizio Idrografico del Ministero dei Lavori Pubblici.

Tale operazione è stata fatta considerando **tutti** i dati registrati durante gli anni di attività del pluviometro. Per ogni durata di pioggia avremo quindi un campione della variabile "massimo valore di pioggia": tale campione risulta essere numericamente significativo e attendibile per le durate maggiori o uguali all'ora, ma scarso e poco attendibile, in quanto spesso ricavato da osservazioni soggettive, per le durate inferiori all'ora.

Nelle seguenti tabelle vengono riportati tutti i dati ufficiali a nostra disposizione.

STAZIONE DI SANREMO-ALTEZZE DI PIOGGIA IN mm

10 min	15 min	30 min	1h	3h	6h	12h	24h
16	15.4	21	26	30.4	44	50	56.6
21.2	15.4	10.6	30	40.2	54	107.6	110.4
18	18	18	33.4	44.6	69.8	101.8	103.2
16	20.4	10.6	21.8	36	36.8	46	74.6
26.6	13	13	15	21.2	35	62.8	64.6
14	15	15.6	33	53.6	65	88	106.6
17	15	12.2	23.4	28	46.8	57.2	60.6
11.2	17	15.4	22	32.6	43.4	70	77.6
16	10.6	21.8	14.8	24.6	29.4	41.2	48.4
14.6	10.6		23	28.6	37	66	77
12	18.3		31.5	40	50	79.6	80.8
10.2	10		16.9	20.8	32.7	60	80
10	14.6		14.2	22.2	38.4	51.6	59.4
12.4	12.2		30.6	50	55.4	55.4	74.4
11.4	11.2		19	25	32	34.4	41.8
10.6	12		24.4	41.4	62.6	66.4	68
10.8	11		14	19.8	26.2	46.4	66
10.6	11.8		16.6	36.2	53.6	77.4	98.8
10.6	15.8		28.6	52	59.6	66.2	66.2
13.4	18		12.6	27.2	37.6	52.8	74.2
15.4	14		14.6	24.2	31.2	44.6	56.6
15.4	29		20.8	50.6	60	67.6	90.8
13	12		29	43.8	55.2	64.8	64.8
15			39	45	50.8	57.4	58.2
16.4			26.2	45	65	71	94

N.B. I dati riportati sulla stessa riga non appartengono necessariamente allo stesso anno di registrazioni.

Trattandosi di valori massimi sono stati regolarizzati con la legge del "massimo valore" di GUMBEL:

$$P(h) = e^{-e^{-\alpha(h-h_0)}}$$

Per completezza, e a scopo di verifica, si sono eseguiti dei calcoli anche con la legge Log-Normale. Nei due paragrafi seguenti si sono descritti entrambi i metodi, ma vengono riportati solo i risultati ottenuti con la distribuzione di Gumbel poichè, eseguiti i test, si è rivelata più attendibile.

Per assegnato tempo di ritorno T si ricavano i valori massimi di pioggia che verranno poi utilizzati per la determinazione delle altezze di pioggia ragguagliate all'intero bacino e le corrispondenti curve di possibilità climatica.

### 2.2.9.2.3 Regolarizzazione dei dati con la legge Log-Normale

Questa distribuzione é caratterizzata dal fatto che a seguire la legge di Gauss sia la variabile  $y=\ln(x)$  cioè nel nostro caso:

$$y = \ln(Q_c)$$

$$Q_c = \text{massima portata di piena mc / sec.}$$

Per passare alla forma canonica della legge di Gauss, si introduce la variabile ridotta u mediante la trasformazione:

$$u = a \cdot y + b$$

$$u = a \cdot \ln(Q_c) + b$$

Poichè il legame funzionale tra y e  $Q_c$  é monotono crescente la probabilità cumulata e la densità di probabilità di y e  $Q_c$  sono le stesse. Quindi avremo:

$$P(u) = P(Q_c)$$

$$p(u) = p(Q_c)$$

Per determinare i parametri a e b si é utilizzato il 'metodo dei momenti' che assume quale momento della popolazione della variabile casuale quello del campione in esame. Si é ottenuto:

$$a = \frac{1}{\sqrt{\lg_{10}(e)} \cdot \sqrt{\ln\left(1 + \frac{\sigma^2(Q_c)}{\mu^2(Q_c)}\right)}}$$

$$b = \frac{1}{2 \cdot a \cdot \lg_{10}(e)} - a \cdot \lg_{10}[\mu(Q_c)]$$

dove  $\sigma$  = scarto quadratico medio

$\mu$  = media

Noi dobbiamo determinare la densità di probabilità  $p(u)=p(Q_c)$ :

$$p(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{1}{2}u^2}$$

e integrando la probabilità cumulata:

$$P(u) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^u e^{-\frac{1}{2}u^2} du$$

Quest'ultima può essere calcolata utilizzando il polinomio approssimante Q(u) nel campo di variabilità  $0 \leq u < \infty$ :

$$Q(u) = 1 - \frac{1}{2} (1 + d_1 u + d_2 u^2 + d_3 u^3 + d_4 u^4 + d_5 u^5 + d_6 u^6)^{-16}$$

con un errore  $|\varepsilon(u)| < 1.5 \cdot 10^{-7}$  e valori di  $d_1, d_2, \dots$  forniti dalla letteratura. Per i valori di u negativi, poichè la funzione P(u) è simmetrica rispetto al valore  $P(u)=0.5$ , si calcola  $[1-Q(u)]$  introducendo il modulo di u in Q(u).

#### 2.2.9.2.4 Regolarizzazione dei dati con la legge di Gumbel

Come già detto, per regolarizzare i dati in oggetto è stata utilizzata la legge di Gumbel, poichè trattasi di valori di pioggia massima per diverse durate.

Sono stati analizzati i valori di altezza di pioggia massima registrati dai pluviometri per le seguenti durate: 10', 15', 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h (trascurando quelli sui 30' poichè numericamente scarsi).

Per alcuni di essi mancano i dati in alcuni anni o perchè non sono stati registrati o perchè sono poco significativi. Quindi si sono regolarizzati i dati di ogni campione costruendo la tabella tipica della distribuzione di Gumbel.

Ordinato il campione in modo crescente e riportati i corrispondenti valori, si ricavano le frequenze cumulate  $f = \frac{h}{N+1}$  dove N è la dimensione del campione. Si introduce quindi la variabile ridotta :

$$y_s = -1n \left| \ln \left( \frac{h}{N+1} \right) \right|$$

e si valutano i parametri  $\alpha$  e  $\omega$  della distribuzione:

$$\alpha = \frac{\overline{s(y_s)}}{\overline{s(h)}} \quad \omega = \overline{h} - \frac{\overline{y_s}}{\alpha}$$

dove:

h = altezza di pioggia in mm

s = scarto quadratico medio

$\overline{h}, \overline{y_s}$  = medie delle grandezze corrispondenti

Infine si valuta la variabile:

$$y = \alpha \left( \frac{h}{\omega} \right) - \omega$$

e la probabilità

$$P(y) = e^{-e^{-y}} = P(h)$$

essendo lineare il legame tra y e h nella ultima colonna sono state valutate le differenze [F-P(y)] per il test del segno.

Questo lavoro è stato condotto per tutte le diverse durate di pioggia; i risultati sono riportati nelle tabelle delle pagine seguenti.

#### 2.2.9.2.5 Determinazione della curva di possibilità climatica per assegnato tempo di ritorno

Definito "TEMPO DI RITORNO T" del massimo valore x il n° di anni T in cui, mediamente, x è superato una sola volta avremo:

$$T(1 - P(x)) = 1$$

e dunque:

$$P(x) = P(y) = 1 - \frac{1}{T}$$

nota la probabilità si ricava quindi y

$$Y = -Ln - Ln P$$

e infine l'altezza di precipitazione h.

Fissato un T si ottengono pertanto i valori di altezza di pioggia h per una certa durata, come riportato nelle tabelle successive

STAZIONE DI SANREMO					
Durata	T = 50 ANNI	T = 100 ANNI	T = 200 ANNI	T = 250 ANNI	T = 500 ANNI
10'	25.94	28.34	30.74	31.51	33.91
15'	27.7	30.37	33.03	33.89	36.55
60'	45.49	50.11	54.71	56.18	60.77
3 h	68.33	75.16	81.98	84.17	90.96
6 h	85.66	93.7	101.71	104.28	112.27
12 h	116.93	128.01	139.05	142.6	153.61
24 h	129.1	140.49	151.83	155.47	166.79

Pertanto con i suddetti valori (che data l'unicità della stazione pluviometrica rappresentano anche i valori di pioggia ragguagliati ad ogni bacino ) si ottengono dei set di dati per ogni durata di pioggia e per ogni tempo di ritorno che possono essere interpolati in modo da determinare delle curve di possibilità climatica da utilizzarsi per le successive fasi dello studio.

Portando il tempo (durata di pioggia) in ascissa e le corrispondenti altezze di pioggia in ordinata si ottiene la curva di possibilità climatica:

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

che associa al tempo di pioggia  $t$  la corrispondente altezza di precipitazione  $h$ . Entrambi vanno espressi in opportune unità di misura ( $t = \text{ore}$  e  $h = \text{mm}$ ) mentre "a" ed "n" sono due parametri caratteristici per ogni tempo di ritorno  $T$ . I punti trovati vengono quindi interpolati ottenendo una curva di tipo esponenziale.

E' tuttavia molto più comodo, data la legge, passare ad una rappresentazione in scala logaritmica:

$$\text{Ln } h = \text{Ln } a + n \text{ Ln } t$$

posto:  $\text{Ln } a = B$        $\text{Ln } t = x$        $\text{Ln } h = y$        $n = A$

si ottiene infatti l'equazione di una retta:

$$y = a x + B$$

E' possibile valutare la retta interpolatrice mediante il metodo dei minimi quadrati che consiste nello scegliere tra le diverse curve interpolatrici quella che minimizza la somma dei quadrati degli scarti tra i valori osservati ed i valori che, a parità di valore della  $x$ , si leggono sulla curva di regressione. Posta quindi come curva di regressione la retta si ottengono per i coefficienti  $A$  e  $B$  le seguenti espressioni:

$$A = \frac{N \sum_{i=1}^n x_i y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n y_i}{N \sum_{i=1}^n y_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n x_i^2 \sum_{i=1}^n y_i - \sum_{i=1}^n x_i \sum_{i=1}^n x_i y_i}{N \sum_{i=1}^n x_i^2 - \left( \sum_{i=1}^n x_i \right)^2}$$

Nel nostro caso evidentemente  $y_i \equiv \text{Ln } h_i$  e  $x_i \equiv \text{Ln } t_i$  ed  $n$  è il numero di elementi per ogni set di valori.

Per valutare infine la bontà dell'interpolazione, si valuta il COEFFICIENTE DI CORRELAZIONE che per una funzione lineare viene definito come:

$$U = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Ax_i + B - y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

dove n è il numero di punti presi in esame (nel nostro caso 7). Quindi ricavati i valori di h<sub>j</sub> si è implementato l'algoritmo di calcolo di questi tre coefficienti con l'utilizzo di un calcolatore.

### CURVE DI POSSIBILITA' CLIMATICA

**T = 50**

**ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166666	25.94	-1.79	3.21	3.26	-5.83		
7							
0.25	27.70	-1.39	1.92	3.32	-4.60	A = n =	0.34
0.5	36.60	-0.69	0.48	3.60	-2.50	B =	3.84
1	45.49	0.00	0.00	3.82	0.00	r =	1.00
3	68.33	1.10	1.21	4.22	4.64	a = expB =	46.35
6	85.66	1.79	3.21	4.45	7.97		4.15
12	116.93	2.48	6.17	4.76	11.83		
24	129.10	3.18	10.10	4.86	15.45	media =	4.04
		4.68	26.30	32.29	26.96		

**h = a \* t^n = 46.35 x**

**T^0,34**

**T = 200**

**ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166666	30.74	-1.79	3.21	3.43	-6.14		
7							
0.25	33.03	-1.39	1.92	3.50	-4.85	A = n =	0.34
0.5	43.87	-0.69	0.48	3.78	-2.62	B =	4.01
1	54.70	0.00	0.00	4.00	0.00	r =	1.00
3	81.98	1.10	1.21	4.41	4.84	a = expB =	55.27
6	101.71	1.79	3.21	4.62	8.28		4.32
12	139.05	2.48	6.17	4.93	12.26		

24	151.83	3.18	10.10	5.02	15.96	media =	4.21
		4.68	26.30	33.69	27.74		

$h = axT^n = 55.27x$

$T^{0,34}$

**T = 500**

**ANNI**

d (ore)	h (mm)	ln(d)	(ln(d))^2	ln(h)	ln(d)*ln(h)		
0.166666	33.91	-1.79	3.21	3.52	-6.31		
7							
0.25	36.55	-1.39	1.92	3.60	-4.99	A = n =	0.34
0.5	48.66	-0.69	0.48	3.88	-2.69	B =	4.11
1	60.77	0.00	0.00	4.11	0.00	r =	1.00
3	90.96	1.10	1.21	4.51	4.96	a = expB =	61.15
6	112.27	1.79	3.21	4.72	8.46		4.42
12	153.61	2.48	6.17	5.03	12.51		
24	166.79	3.18	10.10	5.12	16.26	media =	4.31
		4.68	26.30	34.50	28.19		

$h = axT^n = 61.15x$

$T^{0,34}$

**TRASFORMAZIONE AFFLUSSI DEFLUSSI -**

**CALCOLO DELLA Qmax**

**Cd = 1,0**

50 ANNI	$i = 46.35x t^{(-0,66)}$	$q = 12.875 x t^{(-0,66)}$
		mc/s Kmq
200 ANNI	$i = 55.27x t^{(-0,66)}$	$q = 15.35x t^{(-0,66)}$
		mc/s Kmq
500 ANNI	$i = 61.15x t^{(-0,66)}$	$q = 16.99x t^{(-0,66)}$
		mc/s Kmq

	<b>Qmax</b>	
	<b>[mc/s]</b>	
50 ANNI	<b>12.875 x Tci<sup>(-0,66)</sup></b>	<b>mc/s</b>
	<b>x Ai</b>	
200 ANNI	<b>15.35 x Tci<sup>(-0,66)</sup></b>	<b>mc/s</b>
	<b>x Ai</b>	
500 ANNI	<b>16.99 x Tci<sup>(-0,66)</sup></b>	<b>mc/s</b>
	<b>x Ai</b>	

dove:  $T_{ci}$  = tempo di corrivazione del bacino nella sezione di chiusura in ore  
 $A_i$  = area del bacino sotteso alla sezione di chiusura in  $Kmq$

#### 2.2.9.2.6 Bilancio idrologico dei bacini imbriferi

Gli afflussi al bacino idrografico, costituiti essenzialmente da pioggia, in parte si infiltrano nelle falde acquifere in parte scorrono sul terreno e raggiungono la sezione di chiusura attraverso la rete di drenaggio, in parte ritornano all'atmosfera per effetto dell'evapotraspirazione.

'Una certa quantità d'acqua rimane immagazzinata, per un tempo più o meno lungo, sulla superficie oppure nel suolo e nel sottosuolo, per lasciare infine il bacino nei modi appena visti, cioè per scorrimento superficiale, per scorrimento sotterraneo o per evaporazione.

Le forme di accumulo d'acqua in superficie sono di quattro tipi: sul terreno per detenzione superficiale (si tratta del velo d'acqua che scorre sul terreno durante e immediatamente dopo la pioggia), nella rete idrografica (nei corsi d'acqua e nei laghi), nelle depressioni superficiali (intendendo con questo termine quelle che non appartengono alla rete di drenaggio), sulla copertura vegetale per intercezione (si tratta di acqua che ritorna all'atmosfera per evaporazione, sia durante la pioggia che dopo che questa sia cessata).

Nel primo caso i volumi immagazzinati si esauriscono in un tempo rapidissimo; nel secondo in un tempo molto variabile (anche molto lungo quando vi sono estese superfici lacustri); nel terzo caso si esauriscono in un tempo generalmente breve; nel quarto caso in un tempo molto breve (dell'ordine di grandezza delle ore).

Tale descrizione è naturalmente di carattere generale. Per quanto riguarda il territorio oggetto del presente studio, si possono fare due osservazioni circa le 'forme di accumulo d'acqua': in nessuna delle reti idrografiche in studio sono presenti dei laghi e si possono ritenere trascurabili, per non dire inesistenti, le depressioni superficiali che possono dar luogo a dei locali accumuli d'acqua a causa delle elevate pendenze che caratterizzano la gran parte del nostro territorio.

'Come si vedrà meglio in seguito, una trattazione rigorosa dell'argomento richiede la definizione di un volume di controllo, col quale il bacino si identifica, e l'applicazione a questo volume dell'equazione di continuità dell'idraulica, che esprime il bilancio tra i flussi d'acqua entrante e uscente, che devono a loro volta essere precisamente definiti.'

Si tratta, in definitiva, di determinare la relazione che intercorre tra afflussi e deflussi.

Nella sua formulazione più generale il bilancio idrologico di un bacino può essere descritto sinteticamente dalla seguente formula:

$$P = E+R+I$$

dove:

P= precipitazioni (afflussi)

E = perdite per evapotraspirazione

R = deflusso superficiale

I = perdite per infiltrazione profonda

L'immagazzinamento d'acqua sul terreno e nella rete idrografica, pur costituendo una parte essenziale del fenomeno dello scorrimento superficiale, influisce in genere assai poco sulla quantità d'acqua totale che lascia il bacino per questa via (solo nel caso in cui l'acqua resti a lungo in laghi di grande estensione si può avere una sensibile sottrazione d'acqua per evaporazione).

L'immagazzinamento sulla vegetazione (intercezione), destinato ad alimentare l'evaporazione, corrisponde sempre completamente ad una perdita d'acqua agli effetti del deflusso superficiale.'

A favore della sicurezza, esclusivamente ai fini del calcolo dei deflussi superficiali, si ipotizzano trascurabili le perdite per evapotraspirazione e per infiltrazione profonda, assumendo pertanto che i deflussi corrispondano agli afflussi (coefficiente di deflusso pari a 1), ovvero riprendendo la formula sopra descritta si assume:

$$P = R$$

#### *2.2.9.2.7 Valutazione del tempo di corrivazione*

Piuttosto complessa é risultata anche la valutazione del tempo di corrivazione dei bacini oggetto di questo studio a causa della tipicità più volte sottolineata dell'ambito territoriale in esame.

Le formule per il calcolo del tempo di corrivazione fornite dalla letteratura specializzata sono molte, determinate empiricamente da osservazioni fatte su diversi bacini, in generale di caratteristiche assai differenti dai nostri.

In primo luogo la superficie: i bacini dell' "Ambito n°3 - Ospedaletti e Sasso" hanno dimensioni assai ridotte (nessuno ha una superficie maggiore di 10 kmq), mentre in generale le formule, soprattutto quelle proposte dagli autori stranieri, sono state tarate su bacini di elevate dimensioni, in cui spesso i tratti terminali assumono il comportamento tipico degli alvei fluviali mentre i nostri corsi d'acqua, anche e soprattutto a causa delle significative pendenze, hanno sempre carattere torrentizio.

Naturalmente il metodo migliore per determinare i tempi di corrivazione sarebbe quello di realizzare un modello di un bacino con caratteristiche analoghe a quelle dei corsi d'acqua del comprensorio in oggetto, tarandolo a partire dai dati rilevati sul campo. Anche in questo caso emerge la necessità di monitorare i corsi d'acqua installando strumenti atti a rilevare i dati di pioggia e di portata in alcune sezioni significative del torrente.

Mancando dati locali, si é quindi proceduto al calcolo dei tempi di corrivazione (determinati in ore) usando le seguenti formule fornite dalla letteratura:

$$\text{FORMULA DI PASINI: } t_c = 0.108 \cdot \frac{\sqrt[3]{S \cdot L}}{\sqrt{i}}$$

$$\text{FORMULA DI PEZZOLI: } t_c = 0.055 \cdot \frac{L}{\sqrt{i}}$$

$$\text{FORMULA DI VENTURA: } t_c = 0.1272 \cdot \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$$

$$\text{FORMULA DI KIRPICH: } t_c = 0.1947 \cdot \left( \frac{L \cdot \sqrt{L}}{\sqrt{\Delta H}} \right)^{0.77}$$

$$\text{FORMULA DI PUGLISI: } t_c = 6 \cdot L^{2/3} \cdot \Delta H^{-1/3}$$

$$\text{FORMULA DI GIANDOTTI: } t_c = \frac{4 \cdot \sqrt{S} + 1.54 \cdot L}{0.8 \cdot \sqrt{H_{\text{Med}}}}$$

dove: S = superficie del bacino (Kmq)

L = lunghezza dell'asta principale (Km)

i = pendenza del corso d'acqua (-)

$\Delta H$  = altitudine massima dell'asta principale riferita alla quota della sezione di chiusura (m)

$H_{\text{med}}$  = quota media del bacino (m)

Dall'osservazione dei risultati ottenuti per i singoli bacini e dalla analisi delle caratteristiche morfologiche, altimetriche e di uso del suolo sono state adottate formule di calcolo differenti da bacino a bacino; in particolare è stato assunto per il torrente Crosio il tempo di corrivazione derivante dalla formula di Ventura, formula applicabile a bacini imbriferi dotati di dimensioni dello stesso ordine di grandezza in tutte le direzioni mentre è stata adottata la formula di Kirpich per il torrente Sasso.

In realtà per tale torrente non sembrerebbe appropriata alcuna formulazione stante la particolare conformazione del bacino, di tipo allungato e con pendenza dell'asta principale relativamente bassa (= alti tempi di corrivazione) in concomitanza con la presenza di numerosi affluenti laterali dotati di bassi tempi di corrivazione derivanti dalla elevata pendenza delle aste; con differenze così marcate bisognerebbe applicare due formulazioni differenti a seconda che si consideri l'asta principale o gli affluenti secondari; a favore di sicurezza si è pertanto ritenuto opportuno adottare il valore più cautelativo tra tutti i tempi di corrivazione calcolati (formula di Kirpich).

Per tutti gli altri bacini del comprensorio, non sussistendo una qualche particolarità morfologica in grado di far propendere verso l'una o l'altra formulazione, si è deciso di adottare la media delle sei formulazioni sopra esposte.

I risultati ottenuti sono riportati nelle seguenti tabelle e, nell'ultima colonna in grassetto viene anche riportato il valore del tempo di corrivazione assunto alla base del calcolo della portata alla foce di ciascun torrente.

### CALCOLO DEI TEMPI DI CORRIVAZIONE

#### Parametri utilizzati per il calcolo dei Tempi di corrivazione

Torrente	Sezione a monte della confluenza con	S (km <sup>2</sup> )	L <sub>tot</sub> (km)	H <sub>max</sub> (m)	H <sub>min</sub> (m)	i (%)
Crosio	mar Tirreno	3.03	3.60	795	0	0.220
Noce	mar Tirreno	0.82	2.00	660	0	0.330
Porrine	mar Tirreno	0.95	2.15	660	0	0.310
Pelotta	mar Tirreno	1.01	2.16	606	0	0.280
Termini	mar Tirreno	0.64	1.35	606	0	0.450
Undici	mar Tirreno	0.18	1.30	560	0	0.430
Castagna	mar Tirreno	0.50	1.25	550	0	0.440
Giunchetto	mar Tirreno	0.49	1.19	485	0	0.410
Curtassa	mar Tirreno	0.26	0.70	332	0	0.470
Lunassa	mar Tirreno	0.60	2.10	425	0	0.200
Sasso	mar Tirreno	5.81	7.22	875	0	0.120

#### Tempi di corrivazione (ore)

Torrente	T <sub>1</sub> Pasini	T <sub>2</sub> Pezzoli	T <sub>3</sub> Ventura	T <sub>4</sub> Kirpich	T <sub>5</sub> Puglisi	T <sub>6</sub> Giandotti	<b>T<sub>corr. di calcolo</sub></b>
Crosio	0.51	0.42	0.47	0.32	1.52	0.89	<b>0.5</b>
Noce	0.22	0.19	0.20	0.17	1.09	0.55	<b>0.4</b>
Porrine	0.25	0.21	0.22	0.19	1.15	0.48	<b>0.4</b>
Pelotta	0.26	0.22	0.24	0.19	1.18	0.55	<b>0.4</b>
Termini	0.15	0.11	0.15	0.11	0.87	0.38	<b>0.3</b>
Undici	0.10	0.11	0.08	0.11	0.87	0.30	<b>0.3</b>
Castagna	0.14	0.10	0.14	0.11	0.85	0.36	<b>0.3</b>
Giunchetto	0.14	0.10	0.14	0.11	0.86	0.37	<b>0.3</b>
Curtassa	0.10	0.11	0.08	0.11	0.87	0.43	<b>0.3</b>
Lunassa	0.14	0.10	0.14	0.11	0.85	0.44	<b>0.3</b>
Sasso	1.08	1.15	0.89	0.68	2.34	1.34	<b>0.7</b>

### 2.2.9.2.8 Determinazione delle portate di massima piena

Determinate le curve di possibilità climatica delle altezze di pioggia ragguagliate ad ogni bacino per diversi tempi di ritorno, si calcola la portata defluente nella sezione terminale di sbocco a mare mediante il volume di pioggia caduto sul bacino:

$$V_{tot} = h_{rt} \times Atot$$

Nota il volume defluito si può così calcolare la portata massima per assegnato tempo di ritorno:

$$Q_{max} = \frac{hr}{Tc} \times Atot \times Cd$$

dove:

hr = altezza di pioggia ragguagliata determinata dalla curva di possibilità climatica per un dato tempo di ritorno con un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione dell'intero bacino;

Tc = tempo di corrivazione del bacino dato dalla media dei valori ottenuti con le formule di Ventura e di Kirpich;

Cd = coefficiente di deflusso assunto pari a 1.

Utilizzando le suddette formule si ottengono i seguenti valori di portata calcolati alla foce dei principali bacini imbriferi del comprensorio.

#### MASSIME PORTATE DI PIENA [mc/s] - T=50 anni

TORR.	SUP. [Kmq]	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(pug)	T6(Gian)	Portata scelta
Crosio	3.03	60.79	68.93	64.03	83.35	29.57	42.06	64
Noce	0.82	28.53	31.43	30.49	33.68	9.95	15.64	19
Porrine	0.95	30.85	34.01	32.96	36.92	11.17	19.96	22
Pelotta	1.01	31.26	34.85	33.21	38.28	11.63	19.37	22
Termini	0.64	28.40	35.22	28.61	34.71	9.06	15.65	18
Undici	0.18	10.49	10.01	12.05	9.85	2.55	5.12	6
Castagna	0.50	23.65	28.74	24.07	28.05	7.17	12.72	15
Giunchetto	0.49	23.00	28.42	23.20	27.64	6.98	12.16	14
Curtassa	0.26	15.15	14.45	17.40	14.22	3.68	5.87	8
Lunassa	0.60	28.38	34.49	28.88	33.66	8.60	13.27	17
Sasso	5.81	70.96	68.36	81.08	96.34	42.64	61.72	96

#### MASSIME PORTATE DI PIENA [mc/s] - T=200 anni

TORR.	SUP. [Kmq]	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(Pug)	T6(Gian)	Portata scelta
Crosio	3.03	72.47	82.18	76.33	99.37	35.26	50.15	76
Noce	0.82	34.02	37.47	36.35	40.15	11.86	18.65	23
Porrine	0.95	36.79	40.54	39.30	44.02	13.31	23.79	26
Pelotta	1.01	37.27	41.55	39.59	45.64	13.86	23.09	27
Termini	0.64	33.87	41.99	34.11	41.38	10.80	18.65	22
Undici	0.18	12.51	11.93	14.36	11.74	3.04	6.10	7
Castagna	0.50	28.20	34.26	28.69	33.44	8.55	15.16	18

Giunchetto	0.49	27.42	33.89	27.66	32.96	8.32	14.50	17
Curtassa	0.26	18.07	17.23	20.75	16.96	4.38	6.99	9
Lunassa	0.60	33.84	41.11	34.43	40.13	10.25	15.82	21
Sasso	5.81	84.60	81.50	96.67	114.86	50.84	73.58	115

**MASSIME PORTATE DI PIENA [mc/s] -  
T=500 anni**

TORR.	SUP. [Kmq]	T1(Pas)	T2(Pez)	T3(Ven)	T4(Kir)	T5(Pug)	T6(Gian)	Portata scelta
Crosio	3.03	80.22	90.96	84.49	109.99	39.03	55.50	84
Noce	0.82	37.65	41.48	40.23	44.44	13.13	20.64	25
Porrine	0.95	40.72	44.88	43.50	48.72	14.74	26.33	29
Pelotta	1.01	41.26	45.99	43.82	50.51	15.34	25.56	29
Termini	0.64	37.48	46.48	37.75	45.80	11.96	20.65	24
Undici	0.18	13.84	13.20	15.90	12.99	3.36	6.76	7
Castagna	0.50	31.21	37.92	31.76	37.02	9.46	16.78	20
Giunchetto	0.49	30.34	37.51	30.61	36.48	9.21	16.05	19
Curtassa	0.26	20.00	19.07	22.96	18.77	4.85	7.74	10
Lunassa	0.60	37.46	45.51	38.11	44.42	11.35	17.51	23
Sasso	5.81	93.64	90.20	106.99	127.14	56.27	81.44	127

A seguito della determinazione delle formule di regionalizzazione delle portate da parte del centro di Ricerca e monitoraggio ambientale di Savona (CIMA) si riportano i valori delle portate calcolate alla foce dei principali torrenti sanremesi.

Poiché i valori di tali portate sono simili od in eccesso a quelle determinate dal piano di bacino stralcio, le successive verifiche idrauliche verranno condotte utilizzando tali valori.

**PORTATE CIMA – FORMULE**

Torrente	Superficie S (kmq)	T= 50 anni Q50 (mc/s)	T=200 anni Q200 (mc/s)	T=500 anni Q500 (mc/s)	Note
Crosio	3.03	$3.47 \cdot 4.7 \cdot S^{0.2} \cdot (5 + 0.27\sqrt{S})^{-0.48}$	$5.02 \cdot 4.7 \cdot S^{0.2} \cdot (5 + 0.27\sqrt{S})^{-0.48}$	$6.04 \cdot 4.7 \cdot S^{0.2} \cdot (5 + 0.27\sqrt{S})^{-0.48}$	CN=tipo B
Noce	0.82	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Porrine	0.95	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Pelotta	1.01	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Termini	0.64	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Undici	0.18	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Castagna	0.5	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Giunchetto	0.49	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Curtassa	0.26	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Lunassa	0.6	$3.47 \cdot 5.86 \cdot S$	$5.02 \cdot 5.86 \cdot S$	$6.04 \cdot 5.86 \cdot S$	CN=tipo B
Sasso	5.81	$3.47 \cdot 3.6 \cdot S^{0.2} \cdot (5 + 0.27\sqrt{S})^{-0.48}$	$5.02 \cdot 3.6 \cdot S^{0.2} \cdot (5 + 0.27\sqrt{S})^{-0.48}$	$6.04 \cdot 3.6 \cdot S^{0.2} \cdot (5 + 0.27\sqrt{S})^{-0.48}$	CN=tipo C

**PORTATE CIMA - VALORI**

Torrente	Superficie S (kmq)	T= 50 anni Q50 (mc/s)	T=200 anni Q200 (mc/s)	T=500 anni Q500 (mc/s)	Note
Crosio	3.03	58	84	101	CN=tipo B
Noce	0.82	17	24	29	CN=tipo B
Porrine	0.95	19	28	34	CN=tipo B
Pelotta	1.01	21	30	36	CN=tipo B
Termini	0.64	13	19	23	CN=tipo B
Undici	0.18	4	5	6	CN=tipo B
Castagna	0.5	10	15	18	CN=tipo B
Giunchetto	0.49	10	14	17	CN=tipo B
Curtassa	0.26	5	8	9	CN=tipo B
Lunassa	0.6	12	18	21	CN=tipo B
Sasso	5.81	76	110	133	CN=tipo C

Nella seguente tabella si riportano i valori delle portate calcolate col metodo razionale applicando alle formule lo stesso valore del curve Number adoperato neel formulazioni del CIMA (bacini di tipo B- CN= 87 – bacini di tipo C – CN=75).

*Portate determinate con il metodo razionale con applicazione del CN CIMA*

Torrente	Superficie S (kmq)	T= 50 anni Q50 (mc/s)	T=200 anni Q200 (mc/s)	T=500 anni Q500 (mc/s)	Note
Crosio	3.03	58	84	101	CN=tipo B
Noce	0.82	17	24	29	CN=tipo B
Porrine	0.95	19	28	34	CN=tipo B
Pelotta	1.01	21	30	36	CN=tipo B
Termini	0.64	13	19	23	CN=tipo B
Undici	0.18	4	5	6	CN=tipo B
Castagna	0.5	10	15	18	CN=tipo B
Giunchetto	0.49	10	14	17	CN=tipo B
Curtassa	0.26	5	8	9	CN=tipo B
Lunassa	0.6	12	18	21	CN=tipo B
Sasso	5.81	76	110	133	CN=tipo C

Si riportano infine a titolo comparativo le portate dedotte dalla Curva di inviluppo delle portate di piena della Regione Liguria aggiornate dopo l'alluvione del 1970.

Torrente	Superficie S (kmq)	Cati (mc/s)
Crosio	3.03	113
Noce	0.82	33
Porrine	0.95	38
Pelotta	1.01	40
Termini	0.64	26
Undici	0.18	7
Castagna	0.5	20
Giunchetto	0.49	20
Curtassa	0.26	10
Lunassa	0.6	24
Sasso	5.81	187

### 2.2.9.3 Relazione Idraulica

#### 2.2.9.3.1. Premesse

La verifica idraulica dei torrenti del comprensorio Ospedaletti-Sasso è stata condotta nei punti critici dei tratti torrentizi; in particolare sono state evidenziate, da un'analisi preliminare, numerose problematiche relative alla presenza di tratti tombinati in prossimità di tutti gli attraversamenti dei torrenti del centro cittadino.

Infatti tali torrenti nella loro tipologia morfologica sono caratterizzati da alvei naturali per tutto il tracciato compreso tra le sorgenti ed il centro urbano, in cui i letti di ogni torrente vengono convogliati in tombini di varie forme e dimensioni e dalla struttura composita.

Tali strutture, inserite in un contesto urbano già gravemente insufficiente dal punto di vista del collettamento delle acque di pioggia, rappresentano, per la maggior parte dei casi, un serio pericolo a causa dell'inadeguatezza delle sezioni idrauliche e a causa del degrado strutturale delle coperture.

Pertanto la verifica idraulica è stata condotta principalmente per i tratti tombinati e per i tratti focivi ed in particolare sono stati analizzati i seguenti tratti:

- rio Crosio : tratto tombinato tra la sezione A e la sezione Z;
- rio Noce : tratti tombinati A-B, C-D, E-H e I-L, è stata eseguita una unica verifica;
- rio Porrine: tratti tombinati A-B e C-D
- rio Sasso: tratto d'alveo compreso tra la foce ed il termine del tratto urbanizzato (sezioni 0-17).

La metodologia di calcolo seguita per i suddetti tratti è la seguente:

- verifica in moto uniforme delle sezioni critiche al fine di determinare, per ciascuna portata associata ad un dato tempo di ritorno, la sufficienza o meno della sezione idraulica;
- in caso di insufficienza idraulica della sezione, **verifica in moto permanente** dell'intero tratto tombinato utilizzando il modello idraulico di calcolo HEC-RAS.

Per poter modellizzare il suddetto andamento dei deflussi all'interno dei tombini che in taluni punti critici diventa moto in pressione stante la notevole insufficienza della sezione, si è adottata la schematizzazione di calcolo prevista dal modello idraulico Hec-Ras costituita dalla modellazione di una sequenza fittizia di ponti; tale schematizzazione risulta essere la più attendibile tra tutte quelle fornite dal simulatore in quanto:

- in generale l'opzione "LID" non risulta applicabile ai casi in esame perché non tiene in alcun conto dell'effetto della messa in pressione della tombinatura;
- l'opzione "CULVERT" non è applicabile per via delle notevoli differenze dimensionali presenti nei vari tratti delle sezioni di tombino; si potrebbe applicare tale opzione considerando ogni tratto di tombino con caratteristiche dimensionali omogenee separato dagli altri, imponendo come condizioni al contorno di partenza i risultati ottenuti dalla modellazione dei tratti adiacenti; si ritiene però che tale schematizzazione non sia comunque adeguata alla situazione in quanto non tiene in debito conto delle perdite di carico localizzate derivanti da bruschi allargamenti-restringimenti della sezione o da salti di fondo.

Pertanto , salvo qualche caso particolare in presenza di tombini di dimensioni costanti , si è sempre adottata la schematizzazione “sequenza fittizia di ponti”, ove si è ritenuto necessario è stata utilizzata l'opzione di calcolo “pressure and/or Weir”, opzione che tiene conto della messa in pressione delle arcate.

*Nota: nella stesura delle verifiche idrauliche, si perviene a definire un profilo longitudinale delle sezioni e delle linee l'acqua (che rappresentano le portate di piena per T=50, 200, 500 anni) che esse debbono smaltire.*

*Qualora una sezione di deflusso risultasse insufficiente, i profili d'acqua risulterebbero superiori alle quote degli argini delle sezioni stesse. Nel caso di tratti tombinati, dove il limite superiore della sezione è intradosso della tombinatura stessa (o in alcuni casi l'estradosso), ciò che è enunciato sopra può non risultare vero. Questo è dovuto ai limiti del programma di calcolo (Hec-Ras) per la schematizzazione di tratti tombinati che, in alcuni casi, producono un profilo del pelo d'acqua che fuoriesce dalla parte superiore della tombinatura, senza che la stessa abbia sbocchi che lo consentano.*

*Quindi, tratti di torrente che a prima vista necessiterebbero dalla mappatura di fasce di esondazione, in realtà né sono privi.*

*La questione è comunque importante per poter affermare o no se una tombinatura è sufficientemente dimensionata per il deflusso delle acque di piena o se necessita di interventi di adeguamento sezione. D'altra parte questo viene giustificato dal fatto che, durante eventi di pioggia, l'insufficienza delle tombinature si manifesta con fenomeni di fuoriuscita anche violenta di acqua dalle caditoie delle strade limitrofe alle tombinature stesse, senza peraltro che si possa parlare di vere e proprie esondazioni. Chiaramente il ripetersi e perdurare di tali situazioni può portare anche a dissesti statici delle strutture delle tombinature stesse.*

#### 2.2.9.3.2 Verifica idraulica preliminare - Moto Uniforme

Si è adoperato lo schema di moto uniforme, utilizzando la formulazione di Gauckler-Strickler, di seguito riportata:

$$Q = AK_s R^{2/3} \sqrt{i_f}$$

essendo A [m<sup>2</sup>] l'area della sezione idraulica,  $K_s [m^{1/3}s^{-1}]$  il coefficiente di scabrezza alla Gauckler-Strickler, R [m] il raggio idraulico ed  $i_f$  la pendenza del fondo.

Per il coefficiente di scabrezza si sono assunti valori pari a 35 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup>, 45 m<sup>1/3</sup>s<sup>-1</sup> a seconda dello stato di conservazione delle pareti e del fondo alveo dei tratti d'alveo naturale a cielo libero e nei tratti tombinati.

I risultati dei suddetti calcoli sono quindi stati utilizzati come confronto e verifica con i successivi risultati derivanti dall'analisi in moto permanente.

#### 2.2.9.3.3 Tratti con moto permanente

La verifica idraulica adottata è stata **condotta in moto permanente** utilizzando il modello matematico di calcolo implementato su calcolatore elettronico denominato HEC-RAS della U.S. Army Corps of Engineering.

Le formule adottate sono quelle contenute nella moderna letteratura in materia e sono basate sull'equazione del bilancio energetico:

$$y_2 + Z_2 + \frac{\alpha_2 V_2^2}{2g} = y_1 + Z_1 + \frac{\alpha_1 V_1^2}{2g} + h_e$$

Dove:

Y = altezze d'acqua in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

Z = quota del fondo alveo in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m

V = velocità medie in due sezioni consecutive del corso d'acqua in m/s

g = accelerazione di gravità in m/s<sup>2</sup>

$\alpha$  = coefficiente di Coriolis

$h_e$  = perdite di carico tra una sezione e la successiva del corso d'acqua in m

Le perdite di carico tra le due sezioni successive vengono calcolate con un analogo procedimento iterativo e sono in diretta dipendenza con la scabrezza dell'alveo.

Nei casi in cui il profilo liquido dell'acqua passa attraverso la profondità critica, la suddetta equazione dell'energia non è più applicabile; in tali casi si applica pertanto l'equazione del momento:

$$P^2 - W^2 + M^x - F^x = \rho b V \Delta x$$

dove:

P = pressione idrostatica nelle due sezioni consecutive del corso d'acqua

W = forza peso dell'acqua nella direzione x (direzione del moto)

F = forza d'attrito della corrente

Q = portata del corso d'acqua

$\rho$  = densità dell'acqua

$\Delta V$  = variazione della velocità tra le due sezioni consecutive

I dati da fornire in input al modello matematico sono costituiti essenzialmente dalle caratteristiche geometriche del corso d'acqua (sezioni trasversali, lunghezze dei singoli tratti, altezze del fondo alveo), dal valore della portata di verifica e dalle condizioni idrauliche al contorno (condizioni di moto all'inizio e alla fine del tratto analizzato).

I suddetti valori insieme alle caratteristiche geometriche delle sezioni di progetto sono stati quindi implementati nel modello matematico in cui è stato ipotizzato come ulteriore dato di avvio della simulazione il moto uniforme della corrente nel tratto di monte (tratto a sezione costante) e nel tratto di valle dell'alveo considerato.

Nelle tabelle in allegato sono riportati i risultati dei calcoli sopra descritti ed i valori hanno il seguente significato:

- 1° colonna : descrizione tratto (identificato con il numero 1)
- 2° colonna : n° sezione idraulica (riferita alle tavole delle sezioni idrauliche significative)
- 3° colonna : portata di verifica
- 4° colonna : quota dell'altezza d'acqua in m.s.l.m.
- 5° colonna : quota dell'altezza d'acqua critica in m.s.l.m.
- 6° colonna : velocità media della corrente
- 7° colonna : area della sezione liquida
- 8° colonna : numero di Froude

#### Rio Crosio

Le condizioni al contorno adottate sono costituite dal moto critico della corrente all'imbocco della tombinatura ( per tenere in debito conto del restringimento di sezione causato dal tombino) ; in realtà tale condizione viene raggiunta causando un significativo rigurgito a monte solo per le portate duecentennale e cinquecentennale, mentre i livelli d'acqua delle portate associate a bassi tempi di ritorno non risultano essere significativamente influenzati dall'imbocco della tombinatura.

Stante la particolare conformazione del canale a monte (pendenza molto elevata e sponde di altezza superiore alle pareti del tombino) i rigurgiti sono circoscritti al tratto di canale immediatamente a

monte e tali da non determinare esondazioni laterali anche se la portata cinquecentennale è contenuta all'interno della sezione senza alcun franco di sicurezza.

Il valore di scabrezza adottato è pari a  $45 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$  (Strickler) , valore relativo a tombature con fondo e pareti in cemento con presenza di interferenze.

#### Rio Noce

I quattro tratti combinati del rio Noce ( A-B , C-D, E-H2 e I-L ) sono stati analizzati con un'unica verifica in moto permanente; sono state adottate le seguenti condizioni al contorno:

- condizioni di corrente critica sia a monte che a valle del tratto preso in esame;

#### Rio Sasso

Per il rio Sasso è stata assunta la condizione al contorno del moto critico di monte stante la presenza del primo ponte che potrebbe modificare il regime idraulico.

Tutti i risultati dei calcoli effettuati sono riportati negli allegati al presente piano.

#### **2.2.9.4 Individuazione delle aree storicamente inondate**

Le aree storicamente inondate sono rappresentate nella relativa carta e riguardano le seguenti zone:

- t. Sasso-Lunassa: area compresa tra i tratti terminali dei due torrenti nella piana di Arziglia e alcune aree ubicate sul versante destro del t. Sasso;
- - rii minori di Ospedaletti: tratti soprastanti la strada Aurelia in corrispondenza dei passaggi dei rii Giunchetto e Curtassa ;
- rio Noce : tratto sottostante la strada Noce a monte del serbatoio dell'acquedotto (evento alluvionale del 1993);
- rio Crosio: tratto a monte di c. Marconi.

In alcune delle suddette zone sono state effettuate le verifiche idrauliche del corso d'acqua (v. per es. rio sasso e rio Noce) ed i risultati hanno portato a rideterminare la perimetrazione delle fasce ; nei casi

in cui non è stata effettuata la verifica idraulica in moto permanente si è proceduto ad una verifica visiva in sito al fine di verificare la correttezza delle perimetrazioni effettuate dalla Regione.

Nei casi in cui tale verifica puntuale abbia confermato la fondatezza ed il pericolo “stagionale “ associato a tali zone ,le fasce storicamente esondate non verificate dall’analisi idraulica in moto permanente sono state inserite nella carta delle fasce fluviali con il simbolo “a\*” e , ai fini del rischio, sono state considerate con lo stesso peso attribuito alle fasce “a”.

#### **2.2.9.5 Le aree inondabili**

Le aree inondabili sono state determinate tramite lo studio idraulico in moto permanente di alcuni tratti dei torrenti del comprensorio.

In particolare sono stati analizzati quei tratti oggetto di rilievo topografico di particolare rilevanza idraulica data dalle dimensioni del bacino (e conseguentemente dall’entità della portata di piena) e dalla presenza di un elevato grado di urbanizzazione; si sono pertanto studiati i tratti terminali dei rii Sasso, Crosio, Noce, con particolare attenzione ai tratti tombinati e focivi.

La perimetrazione delle aree inondabili è stata preliminarmente determinata dall’intersezione tra i massimi livelli teorici raggiunti dalle piene con le curve di livello delle zone limitrofe.

Tale determinazione ha però notevoli limiti dovuti alla particolare conformazione del territorio per cui è stata condotta una successiva fase di verifica e ripermetrazione in base a sopralluoghi condotti in sito in cui si sono evidenziate le possibili vie di transito delle acque in piena nell’ipotesi di ipotetici scenari di esondazione semplice al di sopra della quota di coronamento degli argini e per effetto delle fuoriuscite di volumi d’acqua al di sopra dell’impalcato delle tombinature per effetto della messa in pressione delle stesse.

I risultati di tale analisi sono contenuti nella tavola delle fasce fluviali.

In particolare sono state individuate fasce sia in sponda destra che sinistra del rio Sasso per tutto il tratto indagato determinati principalmente dai rigurgiti del pelo libero ubicati a monte dei ponti; nel rio Crosio sono state individuate fasce interessanti l’intero tracciato della tombinatura e causate dalla presenza di numerose sezioni critiche (sezioni libere di deflusso insufficienti o parzializzazioni dell’alveo determinate da condotte trasversali); il rio Noce presenta problematiche idrauliche nel tratto tombinato al di sotto di strada Noci in corrispondenza dei ponti nr 1 e 2 e della

tombinatura I-L, inoltre nel tratto focivo la tombinatura negli ultimi 150 m dalla foce risulta non verificata per portate maggiori o uguali alla portata per tempo di ritorno di 50anni e entra in pressione.

Il rio Porrine presenta problematiche idrauliche per portate maggiori o uguali alla portata per tempo di ritorno di 50 e 200 anni in due tratti indicato nella cartografia di Piano.

Nella carta delle fasce non è stata individuata la fascia di riassetto fluviale in quanto non cartografabile.

## **2.2.10 Dinamica delle coste**

Il golfo di Ospedaletti è formato da un arco compreso tra Capo Nero a levante e Punta della Madonna della Ruota a ponente. Proseguendo verso Ovest l'insenatura è limitata ulteriormente da Capo Sant'Ampelio. L'unità fisiografica ampia di cui fa parte Ospedaletti è dunque quella compresa tra Capo Nero a Est e Capo Sant'Ampelio a Ovest. Il litorale di Ospedaletti si estende per circa 3200 ml, di cui ca. 700 ml costituiscono il fronte del terrapieno ex-Cogefar, oggetto del presente progetto.

Il litorale di Ospedaletti può essere schematicamente suddiviso in due settori ben definiti:

- settore Est orientato per 110° (Sud-Est)
- settore Ovest orientato per 73° (Nord-Est)

Nella figura 1 si riporta l'inquadramento nautico del litorale di Ospedaletti, nella figura 2 si riporta lo stralcio aerofotogrammetrico, mentre nelle tavole 0.1 e 0.2 sono riportate la corografia generale dell'intera unità fisiografica e l'andamento dei settori di traversia.

Si fa presente che per le ipotesi di calcolo successive si assume una direzione media delle batimetriche di 83° N.

### **Individuazione dei settori di traversia**

Dal punto di vista nautico, il tratto di costa interessato dall'intervento in oggetto è inquadrato da un settore di traversia delimitato come segue:

- Traversia principale

tra Isola di Aire (Baleari) 213° e Isola di San Pietro (Sardegna) 176° con fetch di ca. 850 km.

- Traversia secondaria

tra Isola s. Pietro (176°) e Capo Nero (100°) con fetch medio di 180 Km

Da ciò consegue che l'esposizione al Sud-Ovest rappresenta la condizione di massima sollecitazione ondosa (Libeccio) che caratterizza le mareggiate più pericolose per quel tratto di costa, anche se l'effetto del capo Sant'Ampelio attenua parzialmente per rifrazione l'agitazione ondosa.

Anche i venti molto ruotati che dal Nord dell'Europa spirano attraverso la valle del Rodano (Mistral) possono generare mari di notevole importanza, specie in particolari condizioni di circolazione atmosferica.

- fetch geografici ed efficaci

Il settore di massimo fetch è compreso tra i 213° e i 176°; il massimo fetch misura circa 850 km. Da questa direzione (S –SW) provengono le principali mareggiate.

La traversia secondaria, che ha il suo fetch massimo nel settore compreso tra 100° e 124° (fetch ca. 200 km), genera un mare generalmente poco importanti per la scogliera.

L'individuazione dei fetch è riportata nella tavola 0.2.

- dati meteomarini

I dati reperiti per il presente studio del paraggio provengono:

- dall'Istituto Idrografico della Marina Militare relativi alla stazione di Bordighera;
- dall'Osservatorio meteorologico di San Remo Portosole.

Per il nostro studio sono stati presi in considerazione i dati relativi alla stazione di Bordighera (IM) che risulta essere quella più vicina alla zona in oggetto. Tale stazione, le cui coordinate geografiche sono latitudine Nord di 43°47' e longitudine Est di 07°40' dal meridiano di Greenwich, si trova a 67 m sul livello del mare ed ha funzionato per 6 anni dal 1947 al 1952: per quei 6 anni sono state rilevate completamente le registrazioni relative sia al vento che allo stato del mare.

I tecnici dell'osservatorio meteorologico di Sanremo-Portosole procedono alla registrazione dei dati rilevati tre volte al giorno (alle ore 8,00, alle ore 14,00 e alle ore 19,00).

Tali registrazioni risultano essere complete e consecutive per gli anni che vanno dal 1991 al 1998 per un totale di 8760 dati per ogni parametro meteoclimatico.

In particolare la stazione di Sanremo-Portosole riporta i dati relativi alla pressione, alla temperatura (la temperatura del termometro asciutto, del termometro bagnato, la temperatura minima, massima e media), alle precipitazioni (il totale annuo, la durata e la precipitazione massima in un'ora) al vento (la direzione di provenienza, la velocità, i chilometri percorsi dal vento, la velocità massima in un'ora) allo stato del cielo (la quantità della nebulosità, la specie delle nubi e la nebulosità media), alla eliofania assoluta, alla radiazione globale, allo stato del suolo e alle osservazione dello stato del mare (la direzione, lo stato del mare e la temperatura del mare).

Di tutti questi dati si sono fatte diverse elaborazioni, in particolare delle registrazioni relative all'intensità del vento ricavando la rosa dei venti relativa ai 5 anni di registrazioni.

### **Regime anemologico locale**

Le caratteristiche del regime anemologico locale si desumono dall'analisi dei dati meteomarini reperiti per questo studio preliminare.

In particolare dall'osservazione della rosa dei venti ottenuta considerando tutti i dati a disposizione, si evidenzia la prevalenza dei venti da S-W, da E e la scarsa frequenza di quelli da S, N e NW.

### Clima ondosso al largo

La direzione di provenienza delle burrasche di vento e delle mareggiate mostra una prevalente direzione da Sud-Ovest e da Est.

I mari del settore Est-Sud-Est hanno caratteristica di mari dominanti. Le ondate più violente e più pericolose per l'azione che le stesse esercitano sul litorale sono rappresentate dai mari da S-SW per i quali si registrano le maggiori altezze d'onda.

Il clima ondosso mostra come il mese con maggiori calme sia luglio, mentre il mese più burrascoso sia gennaio in cui mediamente non si superano i sei giorni di calma.

Nella relazione tecnica sono stati esaminati i risultati delle elaborazioni fatte sui dati relativi alle onde al largo, fino alla determinazione delle caratteristiche delle onde per diversi tempi di ritorno e, quindi, le rispettive probabilità di accadimento.

Da tali considerazioni si deduce che le mareggiate da libeccio con tempo di ritorno di 50 anni sono caratterizzate da un'onda al largo di 8,30 m con periodo 13,0 s e durata 5,0 ore.

I mari da mezzogiorno e da scirocco sono caratterizzati da valori inferiori delle onde al largo e sono quindi meno pericolosi.

Anche se per effetto dei fenomeni di rifrazione, di Shoaling e soprattutto per effetto di fenomeni di attrito, le altezze d'onda si riducono avvicinandosi alla costa, esse si presentano comunque al frangimento con dimensioni di circa 4.0-4.5 m. (mareggiate estreme da libeccio)

### Regime correntometrico locale

Dal punto di vista correntometrico all'interno dei golfi si determinano delle condizioni di circolazione locale che producono una sorta di sbarramento tale da impedire alle acque costiere di disperdersi al largo: tale effetto è esaltato, come bene sottolineano Bellan e Pérès (1970), da abbassamenti della pressione barometrica in concomitanza con maree sizigiali, o con forti venti da Libeccio o da Scirocco, che spingono l'acqua verso la costa.

Si possono allora verificare innalzamenti del livello medio del mare di notevole ampiezza.

Inversamente, gli innalzamenti della pressione barometrica combinati con alte maree e venti prevalenti dai quadranti occidentali, provocano eccezionali abbassamenti del livello medio del mare, il che d'estate, con acque superficiali particolarmente calde, può portare alla distruzione dei popolamenti del piano mediolitorale.

Anche questa circostanza concorre all'instaurarsi di un sistema chiuso, poiché si verifica, quasi paradossalmente, che le acque del mare siano "*in discesa*" verso la costa. Si può affermare che oltre al valore di escursione della marea (ca. 30 cm) si sovrappone, in caso di tempesta, un sovrizzo che può raggiungere in casi estremi anche 60 cm.

### Notizie storiche

Per una più completa comprensione dei motivi che hanno determinato l'attuale situazione geomorfologica, si riportano i dati storici relativi all'area in esame desunti dai testi e studi consultati e sviluppati sull'area in oggetto, tra i quali:

[1] Prof. G.C. Cortemiglia: - DRIFT LITORANEO SULLA SPIAGGIA DI OSPEDALETTI - Atti 2° Congresso della Ass.ne Italiana di Oceanologia e limnologia. Genova 29-30 Novembre 1976

[2] Dott. F. Scarpati (GEOSILT): Relazione Geologica: Variante al P.P. delle spiagge; 18 Marzo 1984

[3] Dott. F. Cortemiglia: Relazione geognostica sulla dinamica del litorale di Ospedaletti in relazione ai ripascimenti effettuati dal 1985 al 1991; 15 Luglio 1991.

[4] Ing. S. Puppo: Progetto studio per la definizione degli interventi a mare relativi alla protezione del terrapieno ex Cogefar; 30 Aprile 1992.

Le notizie storiche sulle condizioni delle spiagge e del litorale in genere sono state rintracciate nei seguenti testi:

[5] Ascari, Baccino, Sanguineti, Le spiagge della riviera ligure C.N.R. 1937.

[6] Berriolo, Gallareto, Sirito - Studio per il miglioramento ed incremento degli arenili E.P.T. Imperia 1966

[7] Bensa, La Barbera, Taggiasco - Particolari aspetti evolutivi delle spiagge ligure Sagep - Genova 1979. Da capo S. Ampeglio alla punta di Migliarese si sviluppa per 750 m la spiaggia detta Arziglia, nella quale mettono foce il torrente Sasso e il rio Lumassa.

Analizziamo preventivamente l'evoluzione storica che l'unità fisiografica ha subito e che ha determinato la situazione attuale.

“Nel 1862, a ponente del Sasso le condizioni della spiaggia erano eguali a quelle odierne e, solamente intorno al 1891, si produceva un allargamento di una decina di metri. Dal 1901 al 1913 si succedono brevi e insignificanti oscillazioni [5], [6], [7].

Oggi (siamo nel 1932 N.d.A.) rispetto al battente del 1907, si ha una differenza in meno di 10-15 m, retrocessione assai breve, dovuta in parte ad asportazione del materiale per opera dell'Uomo.

Solo *recentemente*, nel 1931, si ebbero alcune mareggiate che danneggiarono la porzione orientale del lido.

E' la speciale orientazione del litorale, difeso totalmente dal libeccio e sufficientemente dal mezzogiorno - libeccio che non permette la violenza dell'ondazione.

A levante della punta di Migliarese sino alla Madonna della Ruota, la costa è ripida e le spiaggette a grossi massi, come nelle regioni Chiappe e Acquasanta, sono sotto il dominio delle frane.

Ad Est della punta della Madonna della Ruota si inizia una spiaggia, lunga circa 600 m., nota già nel Medio Evo col nome di “Gionchetto”, dai giunchi un tempo esistenti. Questo punto fu sempre per le imbarcazioni uno dei rifugi più sicuri, chiamato “cala della Rotta” o “Ripa Nerviae ad Rotam”....

Qui il Libeccio non ha nessuna forza e neppure il Mezzogiorno-Libeccio, in modo che la spiaggia riesce anche più riparata di quella della Arziglia.....

Questa spiaggia tenderebbe a crescere se non intervenissero continue manomissioni a deteriorarla.

Varie misure di precisione del 1865 permettono di vedere come essa fosse già allora nelle condizioni *odierne*. Così pure non è variata in anni posteriori, cioè 1873, 1891, 1902, 1907, ecc., nei quali è stato possibile fare osservazioni.

A Levante del Giunchetto e a sinistra del rio dei Termini, sono assai frequenti i movimenti franosi, il più rilevante dei quali ebbe inizio il 30 Ottobre 1907....

Così pure le mareggiate, la più furiosa delle quali si registrò l'11 dicembre 1903, attaccano la zona con particolare intensità, dato che in questa zona comincia a cessare l'opera protettiva del ridosso della Ruota-Migliarese.

Superata l'antica "Punta di Rolero" si trova l'abitato di Ospedaletti, con una spiaggia in gravissima demolizione. Il paese nel 1700 possedeva ancora una vasta spiaggia con industrie marinesche.

Nel 1863, a Ponente del rio Pelotta, v'erano 25-30 m a sud dei terreni, mentre *oggi*, fatti i dovuti rapporti, risulta una scomparsa di 10-20 m

Nello stesso anno, tra il Noce e il Crosio, la spiaggia era più vasta di 15 m; enorme poi la retrocessione tra il Crosio e Pian d'Ascheri, giacché si tratta di un'erosione di ben 40-50 m in profondità.

Il fenomeno retrocessivo ha avuto decorso vario nel tempo. Pare che siano state alcune mareggiate del 1870 ad iniziare lo squilibrio.....

Solamente in seguito a nuove dannose libecciate, con asportazione della costa di almeno 20 m di larghezza, si costruiva nel 1878 un pennello a ponente del rio Crosio, che in parte funzionò, riuscendo a trattenere le scarse materie superanti il Capo S. Ampeglio. Per nulla invece riuscì fruttuoso un secondo pennello costruito più tardi, a ponente del casello ferroviario n° 136.

Il pennello del rio Crosio conseguiva reali effetti a Ponente, cosicché nel 1882-1883 e nel 1891 si avevano più di 40m di spiaggia. A levante del pennello, invece, la corrosione aumentava, nel 1898 dal ponte della ferrovia sul Crosio al mare non v'erano più che 24 m e la spiaggia veniva inghiottita.

Dopo una mareggiata da Ponente nel 1910, il muro di sostegno a mare della stazione ferroviaria rovinava per un tratto di 60 m. Immediatamente a Levante della stazione, mentre all'epoca della costruzione della linea il mare distava 25-30 m, si dovette poi costruire una scogliera lunga 350 m, la quale, quasi lambita dal battente in seguito al fortunale della notte dal 20 al 21 febbraio 1915, veniva sconnessa e asportata, mentre il rilevato ferroviario restava malconcio, tanto da doverlo deviare in via provvisoria. La mareggiata dell' 8 Marzo 1917 attaccava lo stesso punto e le onde, dopo aver aperta una breccia nel muro di rivestimento, la allargavano su una lunghezza di 20 m, riuscendo ad asportare quasi completamente le materie costituenti il rilevato e lasciando sospeso il binario. Provvedutosi con vari muri paraonde e scogliere, a queste, già nel 1922, urgevano solleciti ricarichi. Da *poco tempo* (1920-1922) con gli scarichi dei detriti, provenienti dallo scavo della una nuova galleria ferroviaria del Capo Nero, si formò a ridosso un notevole imbonimento, dovuto però esclusivamente a questa circostanza transitoria.

La zona a Ponente di Capo Nero è franosissima....."

Da tutti gli studi e i testi consultati e dai rilievi direttamente eseguiti risulta come il litorale di Ospedaletti sia schematicamente suddiviso in due settori ben definiti:

- settore ovest orientato per 110 deg. (Sud-Est)
- settore est orientato per 73 deg. (Nord-Est)

Risulta inoltre che il litorale comunale di levante (settore est) è dal 1870 in costante stato erosivo [vedi 7]: "*Il progressivo indebolimento della delicata situazione dell'unità fisiografica, poco approvvigionata dalle torbide torrentizie ed esposta ai mari di Libeccio-Mezzogiorno, è stata accelerata dalla costruzione della ferrovia che ha posto le sue strutture sulle piccole spiagge esistenti impedendo da un*

*lato il pur scarso rifornimento da monte e dall'altro riducendo lo sviluppo naturale dell'ondazione per tutta la larghezza del lido.*

*[...] Se, dopo un secolo di tentativi, finalmente le opere eseguite proteggono sufficientemente la sede ferroviaria come rileva l'Ing. Scatena, tutto ciò è andato a scapito della spiaggia ad Est di Ospedaletti irrimediabilmente scomparsa."*

Con lo scopo di apportare un sensibile miglioramento alle precarie condizioni di equilibrio del litorale rifornendolo di materiale da ripascimento (in quanto sono da ritenersi pressochè nulli sia gli apporti dei piccoli corsi d'acqua che sfociano nel golfo, sia gli apporti provenienti da ponente, specie dopo la costruzione del pennello costruito sulla punta di Capo Ampeglio) si intervenne a partire dal 1985 mediante un intervento di ripascimento ubicato a ponente del rio Porrine come segnalato già dallo studio di Berriolo, Gallareto, Sirito [6], utilizzando materiale proveniente dallo scavo della galleria ferroviaria in prosecuzione di una vecchia discarica collocata tra il rio Porrine e il rio Pelotta e realizzata con il materiale proveniente dalla costruzione della Autostrada dei Fiori nel 1972-74.

I versamenti effettuati dalla società Cogefar proseguirono per cinque anni.

Se in un primo tempo si dimostrarono parzialmente efficaci con un apparente aumento delle superfici di spiaggia (anche perchè il materiale fu versato lungo l'intero litorale e non solo nel luogo di discarica originale) successivamente lo stato cronico di erosione del litorale tornò ad essere decisamente preponderante al punto che nel gennaio 1987 la costa di Ospedaletti subì evidenti fenomeni di erosione e si fece ricorso ad un finanziamento statale straordinario per ricostruire, a salvaguardia della pubblica incolumità, tratti di costa completamente demoliti.

Nel frattempo continuarono i versamenti in mare fino al 1990, anno in cui la discarica fu chiusa e sistemata con la sagomatura attuale e con opere di piantumazione dopo la creazione di ampie aiuole realizzate con la stesa di una coltre di terreno vegetale.

Furono eseguiti delle protezioni in massi dei tratti maggiormente aggettanti ritenendo che con il raggiungimento dell'equilibrio idrodinamico, con la naturale maturazione del materiale e per effetto delle protezioni delle testate l'intero sistema sarebbe diventato sufficientemente stabile nel tempo.

Si osservò[4] tuttavia nel 1992 che "*...si verifica tuttora una regolare azione di scalzamento dovuta a fenomeni di risacca che erodono il piede delle scarpate verso il mare facendole franare progressivamente, anche per la poca compattezza e la friabilità del materiale di risulta [costituente il terrapieno]..... il frangimento diretto del mare sulle testate del terrapieno provoca fenomeni di "run-up" dell'onda lungo le scarpate al punto tale che facilmente si verificano dei profondi solchi a tergo delle scogliere radenti ..... con trasporto verso mare del materiale costituente il terrapieno stesso".*

Questo fenomeno si è maggiormente accentuato negli ultimi anni come risulta dai numerosi rilievi direttamente eseguiti.

Negli stessi solchi così prodotti si verificano fenomeni di marcato ruscellamento causati dalle acque di pioggia che aumentano l'erosione e il trasporto in mare delle particelle più fini.

Si è rilevato recentemente che le ondazioni più violente creano delle marcate forme di erosione non solo a tergo delle scogliera, ma anche lungo l'intero arco litoraneo compreso tra una testata e l'altra.

Si verificano dei veri e propri tagli quasi verticali che mettono a nudo il materiale costituente il terrapieno e caratterizzato da una marcata componente in materiali fini limo-argillosi.

L'asportazione di tali materiali costituisce pertanto un elemento di continua alimentazione del tratto subacqueo frontistante e per effetto combinato con il dilavamento delle piogge e con la polverizzazione causata dall'essiccazione successiva rappresenta un serbatoio pressochè inesauribile di materiale inquinante.

L'auspicato equilibrio ambientale pertanto non potrà mai essere raggiunto naturalmente.

La soluzione finale adottata per la sistemazione planimetrica dell'area fu allora un tentativo di compromesso atto a rendere stabile nel tempo un terrapieno nato con l'unico scopo di costituire elemento di alimentazione delle spiagge di levante, ma rivelatosi ben presto elemento di disturbo per l'intero specchio acqueo. Tale esigenza (ossia la necessità di rendere stabile nel tempo quanto eseguito) emerse quando furono sollevate le prime azioni di sensibilizzazione pubblica contro il danno ambientale che si stava attuando per effetto del perdurare delle vistose alterazioni cromatiche del mare con conseguente intorbidamento di una rilevante porzione della fascia costiera dovute ad una eccessiva presenza nel materiale scaricato di argille e silt che in acqua restano facilmente in sospensione e si depositano solo con condizioni di velocità molto bassa.

La discarica, nata con l'obiettivo di ripascere le spiagge e trasformarsi essa stessa in spiaggia, stava producendo l'effetto contrario: non produceva effetti di ripascimento apprezzabili sulle spiagge limitrofe (creando anzi depositi estremamente grossolani con irripidimento del profilo di riva) e generava un vistoso intorbidamento delle acque con sensibile riduzione della trasparenza e conseguente effetto di progressiva desertificazione del fondale.

Fu principalmente per questo motivo che si decise allora di tentare di bloccare il fenomeno creando delle testate rigide protette con massi e lasciando ampie baie dove tuttavia il materiale di discarica continuava (e continua) ad essere a contatto con il mare e a trasferirsi nello stesso per effetto dei getti di riva delle onde e dell'azione erosiva delle piogge.

La sistemazione ambientale che caratterizzava la discarica fu finalizzata unicamente alle parti emerse e non prese in alcuna considerazione il danno ecologico sull'ambiente subacqueo che si sta ancora oggi sviluppando con apprezzabile evidenza nella parte a levante della discarica.

Per una stazione turistica, quale Ospedaletti punta ad essere e che dall'attività turistico-balneare estiva ricava una delle principali fonti di reddito, avere spiagge appetibili (non solo in termini quantitativi, ma anche qualitativi) è ovviamente un obiettivo fondamentale.

Con l'intervento che si è attuato non solo non si è raggiunto l'obiettivo principale, ma oggi, dopo dieci anni dalla fine dei lavori, l'effetto negativo prodotto dal versamento in mare del materiale proveniente dalla costruzione della galleria ferroviaria è ancora evidente e vistosamente rilevabile senza che si siano prodotti effetti sulla costa di levante in termini di protezione della stessa dall'erosione.

A queste conclusioni si giunge facilmente osservando le condizioni della costa stessa e lo stato di precaria conservazione di alcune strutture di protezione esistenti, anche se in un primo tempo, appena terminati i lavori di discarica (1990-1991) la forte componente erosiva presente lungo il settore est era parzialmente mitigata dai versamenti effettuati non solo sul fronte della discarica, ma come già detto anche lungo l'intero litorale di Ospedaletti.

Gli aspetti di degrado ambientale subacqueo che si sono manifestati nel tratto frontistante la discarica sono stati ampiamente rilevati da sopralluoghi subacquei coordinati dal sottoscritto e ripetuti nel tempo specie nei confronti di quel complesso sistema biologico che è costituito dalle praterie di *Posidonia*

*Oceanica* nei confronti delle quali si è instaurato un marcato fenomeno di regressione causato dal maggior intorbidamento delle acque. Tale fenomeno è stato rilevato dallo studio svolto da [8] Bianchi, Peirano - Atlante delle fanerogame Marine della Liguria - ENEA (La Spezia) 1995 da cui risulta (pag.18) "*La Prateria di Posidonia oceanica tra Punta di Migliarese ed Ospedaletti si estende in totale per circa 43 ettari; essa risulta costituita da una sottile striscia compresa tra 10 e 20 m ed è interrotta da numerosi canali. La prateria risulta frammentata soprattutto presso il limite inferiore e la copertura non supera il valore del 70% nelle porzioni più rigogliose. La linea di costa di Ospedaletti ha subito notevoli modifiche ad opera di ripascimenti e terrapieni che hanno probabilmente comportato il degrado della prateria di Posidonia Oceanica.*"

Si può oggi con certezza affermare che la realizzazione del terrapieno ha "sicuramente" comportato il degrado della prateria di *Posidonia Oceanica*.

*"E' già stato osservato (Pèrès e Picard, 1975; Pèrès, 1984) che la maggiore fragilità delle praterie di Posidonia oceanica nei confronti dell'impatto antropico si verifica proprio in corrispondenza dei limiti inferiori: qualunque tipo di degrado ambientale, pertanto, comporterà ineluttabilmente, in maggiore o minor misura, una regressione del limite inferiore. Questa particolare vulnerabilità delle porzioni profonde delle praterie si può forse spiegare con l'ipotesi di Den Hartog (1977): secondo questo autore, Posidonia oceanica è una pianta tipica di acque basse (prevalentemente entro i 15 m) che si viene a trovare anche a maggiori profondità a causa della regressione marina avvenuta nel corso dell'ultima glaciazione; a seguito della successiva trasgressione, Posidonia oceanica è gradualmente risalita assieme al livello del mare, ed attualmente essa sopravviverebbe alle maggiori profondità solo come "relitto", e come tale in un equilibrio instabile e particolarmente sensibile ad ogni minimo accenno di peggioramento delle condizioni ambientali. Le cause di regressione delle praterie liguri sono varie. Ma, a parte effetti locali, la causa generale sembra essere l'aumento della torbidità delle acque e l'infagamento dei fondali causati negli ultimi decenni dagli imponenti apporti terrosi che hanno stravolto la linea di costa della Liguria con sbancamenti, terrapieni e discariche di materiale terrigeno a seguito dei lavori inerenti la linea ferroviaria, l'autostrada e le strade costiere."*

Inoltre è stato rilevato [8] un sensibile aumento di *Cymodocea Nodosa* nel tratto in esame: "*Collegato a quanto sopra è forse un risultato al tempo stesso inatteso e inquietante: la grande estensione dei prati di Cymodocea nodosa sui fondali liguri. Ciò era inatteso perchè Cymodocea nodosa è generalmente considerata quasi come una specie "secondaria", inserita nella serie evolutiva climatica della prateria di posidonie (Molinier e Picard, 1952; Pèrès e Picard, 1964). Kaustsky (1988) ha applicato alle fanerogame marine un modello concettuale delle strategie vitali messo a punto per le piante terrestri da Grime (1977): secondo tale visione, Cymodocea nodosa è specie "rudérale", Posidonia oceanica è specie "competitiva" (vedi anche Pèrès e Romero, 1994). Le specie definite ruderali si avvantaggiano sulle competitive in presenza di un elevato grado di "disturbo" ambientale. Dunque l'abbondanza di Cymodocea rispetto a Posidonia sarebbe una misura di "disturbo" antropico. Dunque, questi risultati appaiono coerenti con l'ipotesi che l'aumento di Cymodocea nodosa a scapito di Posidonia oceanica sia correlabile al peggioramento della qualità dell'ambiente marino costiero.*"

Le osservazioni storiche pertanto ci portano a concludere come le condizioni del litorale di Ospedaletti siano oggi particolarmente critiche confermate anche da alcune testimonianze dirette registrate nel tempo da numerosi rilievi subacquei.

Nel 1982 il Comune di Ospedaletti prolungò lo scarico a mare ubicato in adiacenza alla discarica, lato di levante.

Il fondale si presentava attorno a fondali di -6 / -7 m già particolarmente ricco, con una estesa prateria di *Cymodocea* e presenza di particolari forme di vita subacquea (la zona era rinomata tra i pescatori proprio per la varietà di fauna ittica riscontrabile). Le osservazioni sono riferite dal tecnico subacqueo, Sig. Franco Belmondo, che allora operava con l'Impresa che realizzò le opere di prolungamento della condotta.

Lo stesso subacqueo, nel 1991 ritornò in zona per completare i lavori di costruzione di una nuova condotta subacquea in sostituzione della precedente rilevando come il fondale si sia drasticamente deteriorato con un evidente accumulo di fango fine che ha ricoperto la condotta mantenendo soltanto qualche rado cespuglio di *Cymodocea Nodosa*.

### **2.2.11 Verifica dello stato di manutenzione delle sistemazioni idrauliche, idraulico-forestale ed idraulico-agrarie e mappatura delle sistemazioni di degrado in atto**

#### Rio Crosio

Il rio Crosio è il bacino maggiore del comprensorio di Ospedaletti ed è ubicato nella parte di levante; il tratto terminale è costituito da una serie di tombinature di diversa forma e dimensioni sottopassanti la ferrovia, P.zza IV Novembre e via Martiri; le larghezze del fondo variano da 4,0 m (tratto al fondo del sottopasso ferroviario) , a 7,1 m al di sotto di P.zza IV novembre fino a 4,4-4,9 m in tutto il tratto rimanente.

In tale tratto si riscontrano numerosi accumuli di materiali sul fondo, segno di una elevata capacità erosiva della corrente; inoltre sono presente alcune condotte di medio-grosso diametro della fognatura passanti al di sotto della volta e di canalizzazioni elettriche ed acquedottistiche passanti sulle pareti.

Le pendenze medie del tratto sono pari a circa il 5%, con valori massimi pari a circa il 10 % e minimi pari a circa il 3 %.

A monte di via Martiri il torrente prosegue in alveo naturale passando al di sotto dei ponti di c. Marconi e di str. Vallegrande; tale tratto è caratterizzato da una abbondante vegetazione ripariale e da sponde naturali in alcuni tratti già scalzate al piede.

#### Rio Noce

Tutto il tratto terminale del torrente risulta essere sovrapposito al di sotto delle strade cittadine secondo forme e caratteristiche differenti da tratto a tratto; alla foce in corrispondenza dei Bagni Milano è presente una tombinatura in c.a. scatolare rettangolare da 4.1x2.1 m innestata , al di sotto degli stabilimenti balneari mediante uno scivolo di fondo, alla tombinatura sottopassante la ferrovia di circa 4,0x3.6 m.

A monte è presente il sottopasso di via XX settembre , in c.a. , scatolare da 4,1x1.4 m, raccordato a monte con la tombinatura sottopassante P.zza S. Giovanni e la scalinata Gelsomini; tale tombinatura di larghezza media pari a circa 4,0 m e cielo a volta di altezza variabile , risulta essere di vecchia costruzione seppur in discrete condizioni d'uso; sono comunque presenti numerosi accumuli di

materiali e una notevole quantità di condotte intersecanti la sezione libera di deflusso ed in grado di parzializzare l'alveo.

A monte di c. Regina il torrente scorre in alveo naturale fino al tratto di valle rispetto al ponte di c. Marconi costituito da un tombino in c.a. di sezione costante pari a 3.1x3.0 m.

A monte del ponte di c. Marconi è presente una ulteriore tombinatura caratterizzata da tratti di diversa forma e di diversa costruzione , con diversi salti di fondo e interferenze (passerelle pedonali interferenti con il libero deflusso delle acque) ed aventi tutti una sezione media di circa 6-9 mq.

A monte si osservano diversi lavori di regimazione delle acque (sottopassi stradali, muri d'argine, briglie in gabbioni, plateazioni in materassi lapidei) che si estendono fino al sottopasso dell'autostrada costituito da un tombino circolare tipo ARMCO Finsider da 3,0 m di diametro.

Caratteristica del tratto è la presenza di numerosi salti di fondo naturali alternati a tratti con forte pendenza ed evidenti segni di scalzamento al piede delle sponde.

A monte del sottopasso il torrente perde le caratteristiche di rio diventando un impluvio naturale caratterizzato da abbondante vegetazione ed elevata pendenza.

#### Rii minori di Ospedaletti

Tali rii che sono costituiti dal rio Porrine, ovrapp, Termini, Undici, castagna, Giunchetto e Curtassa hanno sostanzialmente le stesse caratteristiche: alvei naturali a fortissima pendenza nel primo tratto dalle sorgenti fino all'incrocio con la strada statale Aurelia ed alvei fortemente antropizzati e di confusa identificazione planimetrica con passaggi al di sotto di ponti stradali , canali, tombini dotati di sistemazioni idrauliche attuate in tempi diversi , con tipologie costruttive e dimensionali differenti e il cui risultato finale risulta essere di dubbia efficacia.

E' il caso per esempio del rio Porrine che nel tratto compreso tra C. Marconi e la foce scorre su un letto abitualmente usato come strada di accesso al mare e alle strutture del porticciolo turistico e del depuratore.

Il rio ovrapp nel sottopasso della strada Aurelia ha subito diverse sistemazioni artificiali che si accavallano l'un l'altra con risultati idraulici e statici di dubbia efficacia.

#### Rio Lunassa

Il rio Lunassa presenta le medesime caratteristiche dei rii minori di Ospedaletti: alveo naturale a forte pendenza ed abbondante vegetazione nella parte alta del bacino ed alveo artificiale con sovrapposizione di ponti in corrispondenza del passaggio della strada Aurelia e della Ferrovia.

In particolare la tombinatura esistente a cavallo della strada Aurelia risulta essere di dimensioni idrauliche insufficienti per il deflusso di qualsiasi portata con adeguato franco di sicurezza.

#### Rio Sasso

Tale torrente si differenzia notevolmente dai rii sopra esaminati sia per le dimensioni del bacino che per le caratteristiche morfologiche dell'alveo.

Si tratta infatti di un torrente di circa 6 kmq di bacino imbrifero dalla forma molto allungata ed avente relativamente poche interazioni con le strutture antropiche circostanti.

Infatti la quasi totalità delle strutture artificiali d'alveo sono localizzate nel tratto terminale dell'asta principale in località ovrappa.

Partendo dalla foce si osserva un tratto d'alveo plateato con una adiacente strada di accesso al mare ; tale tratto prosegue al di sotto dei ponti della ferrovia e della strada Aurelia in cui si osserva anche una passerella pedonale di larghezza pari a circa 1.2 m.

Il tratto a monte costeggia la strada di fondovalle e l'alveo naturale incontra diversi passaggi carrabili e pedonali; l'alveo risulta essere di dimensioni media pari a circa 10,0 m con restringimenti che arrivano fino a 5,0 m in corrispondenza dei suddetti ovrappassi.

A monte l'alveo prosegue fino alle sorgenti con caratteristiche naturali , ampia vegetazione ripariale e sponde in terra e roccia, con pochissimi tratti dotati di sistemazioni artificiali.

### **2.2.12 Analisi statistica degli incendi boschivi e relativa mappatura**

Dall'analisi dei dati forniti dal Corpo Forestale negli ultimi due anni (1999-2000) non sono stati rilevati significativi incendi boschivi che pertanto non sono stati riportati in cartografia.

Tuttavia nel territorio oggetto del presente Piano di Bacino si sono verificati in passato disastrosi incendi boschivi (Montenero '96, Ospedaletti '90).

È opportuno sottolineare l'importanza di avere a disposizione dati relativi ad un periodo maggiore di anni ai fini di effettuare un'analisi più approfondita di questo fenomeno con particolare riferimento agli effetti sulla suscettività al dissesto idrogeologico di aree percorse dal fuoco.

In particolare occorre valutare le conseguenze degli incendi nelle aree che vengono percorse dal fuoco ad intervalli più o meno regolari. In tali casi oltre alla frequenza andrà valutato il tipo di incendio, il danno sul soprassuolo e, non di meno, la profondità fino alla quale il suolo ha risentito del calore. Se sino ad oggi era alquanto difficile avere una cartografia completa delle aree percorse dal fuoco, dal 1999 la Regione Liguria ha deciso di riportare sulle proprie cartografie digitalizzate i dati forniti dal Corpo Forestale dello Stato creando così un vero e proprio archivio cartografico degli incendi. Con queste prospettive diventa auspicabile e doveroso che la pianificazione di bacino segua l'evoluzione del fenomeno potendo finalmente porre in correlazione gli incendi con i fenomeni erosivi e di dissesto.

### **2.2.13 Analisi della situazione esistente in funzione della struttura dei sistemi di monitoraggio, meteorologici, idrogeologici e della qualità delle acque**

Il comprensorio oggetto del presente studio non è dotato di alcun sistema di monitoraggio.

## **2.3.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.