



**REGIONE
LIGURIA**

**Autorità di Bacino
Distrettuale
Dell'Appennino
Settentrionale**



AMBITO 19 Cinque Terre

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



RELAZIONE GENERALE E PIANO DEGLI INTERVENTI

APPROVAZIONE	Delibera del Consiglio Provinciale della Spezia n. 17 del 05/02/2003
ULTIMA MODIFICA DELL'ELABORATO	Decreto del Direttore Generale n. 2094 del 12/04/2021
ENTRATA IN VIGORE	Pubblicazione sul BURL n. 17 del 28/04/2021

1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO	3
1.1 QUADRO ISTITUZIONALE E NORMATIVO DI RIFERIMENTO.....	3
1.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI.....	5
1.3 DATI UTILIZZATI.....	12
2. CARATTERISTICHE DEL BACINO.....	14
2.1 GEOGRAFIA.....	14
2.2. GEOLOGIA.....	16
☐ Serpentiniti (sr).....	17
☐ Gabbri (gb).....	18
☐ Diaspri (d- DSA).....	18
☐ Argille a Palombini (ag - APA)	19
☐ Arenarie del Gottero (ar - GOT)	20
☐ Complesso di Monte Veri (ag - MVE).....	20
☐ Complesso di Canetolo (ag -acc).....	22
☐ Arenarie del Macigno.....	23
☐ Marne del Torrente Pignone (ma - MTP).....	25
2.3. GEOMORFOLOGIA	26
☐ Depositi alluvionali	26
☐ Depositi detritici eluvio - colluviali.....	27
☐ Forme e processi gravitativi	28
☐ Frana di Guvano San Bernardino (Comune di Vernazza).....	28
☐ Altre frane nei dintorni di Corniglia.....	31
☐ La frana di Soviore	31
☐ La frana di Rodalabia (Corniglia).....	33
☐ Il debris flow di Volastra.	34
☐ La Via dell'Amore ed il sentiero Azzurro.....	35
☐ Zone sottoposte ad erosione diffusa.....	35
☐ Erosione Marina.....	36
☐ Unità lapidee stratificate	36
☐ Unità prevalentemente argillose.....	36
☐ Unità lapidee massicce (ignee).....	37
☐ Zona costiera	37
☐ Cave e Miniere.....	37
☐ Discariche.....	37
☐ Acclività.....	38
2.4. IDROGEOLOGIA.....	39
2.5. USO DEL SUOLO.....	40
2.6. DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA.....	44
2.7. IDROLOGIA DI PIENA.....	47
3. PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO	52
3.1 PREMESSA	52
3.2 PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO (SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI).....	52
3.3 PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO (VERIFICHE IDRAULICHE E AREE INONDABILI).....	61
3.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL BACINO	78
3.5 CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO	78
4. RISCHIO IDROGEOLOGICO	80
4.1 PREMESSA	80
4.2 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO	80

5.	PIANO DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO	83
5.1.	INTERVENTI SULLE ASTE FLUVIALI.....	84
5.2.	INTERVENTI SUI VERSANTI	86
	☐ <i>Guvano - San Bernardino</i>	<i>86</i>
	☐ <i>Soviore</i>	<i>88</i>
	☐ <i>Monterosso zona stazione FF.SS</i>	<i>89</i>
5.3.	MONITORAGGI.....	89
	☐ <i>Volastra</i>	<i>89</i>
	☐ <i>La Via dell'Amore ed il sentiero Azzurro</i>	<i>89</i>
	☐ <i>Area del Depuratore dismesso di Monterosso al Mare</i>	<i>91</i>
5.4.	INTERVENTI DI REGIMAZIONE IDRAULICA NEI TRATTI NON URBANIZZATI	93
6.	BIBLIOGRAFIA.....	94

1. QUADRO GENERALE DI RIFERIMENTO

1.1 QUADRO ISTITUZIONALE E NORMATIVO DI RIFERIMENTO

La legge regionale n.9 del 1993 sulla difesa del suolo, individua nella Regione e nella Province, i soggetti fondamentali cui demanda le procedure di formazione dei piani di bacino e la successiva fase di progettazione ed attuazione degli interventi.

In particolare la Regione fornisce con il supporto tecnico di indirizzo e quello finanziari, mentre alle Province sono demandati i compiti di redazione del Piano di Bacino, attuazione in tutte le sue componenti ed applicazione mediante la progettazione ed esecuzione degli interventi definiti e necessari.

Il rapporto che gli atti dell'Autorità di Bacino, nelle loro componenti programmatiche e prescrittive, assumono nei confronti di atti di Enti diversi e concorrenti sul territorio, è regolato dalla legge e dalla gerarchia di specializzazione.

Così l'articolo n.2, comma 5 della L.R. 36/97 dichiara come il piano di bacino vincoli, nelle sue indicazioni di carattere prescrittivo, la pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale con effetto di integrazione della stessa e, in caso contrario, di prevalenza su di essa.

I piani di bacino previsti dalla legge 183/89 (e sue modifiche ed /integrazioni), recepita dalla Regione Liguria con la L.R. 9/93 (e sue modifiche ed integrazioni), hanno lo scopo *“di assicurare la difesa del suolo, la tutela dei corpi idrici, il risanamento e la conservazione delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per usi di razionale assetto economico e sociale nonché la tutela degli aspetti ambientali ad esso connessi”*.

Il piano di bacino consente agli enti competenti sul territorio di imporre vincoli prescrittivi. Il quadro delle conoscenze che gli studi propedeutici consentono di acquisire evidenzia i criteri di giudizio e di compatibilità di uso del suolo e, di conseguenza, propone norme di comportamento per la sua corretta gestione: è possibile e necessario in questa fase verificare le scelte urbanistiche e i vincoli idrogeologici presenti.

La *carta della legislazione vigente in materia ambientale e difesa del suolo* in scala 1:10.000, allegata al presente studio, mira a fornire un quadro conoscitivo di insieme delle principali problematiche di tipo normativo che insistono sull'Ambito 19-Cinque Terre relative principalmente ai vincoli di natura ambientale, paesistica e territoriale.

L'analisi del regime vincolistico e degli strumenti di pianificazione territoriale è stata realizzata prendendo in considerazione tutta la normativa di tipo vincolistico vigente e la cartografia ad essa correlata. Particolare attenzione è stata attribuita ai seguenti documenti:

- D.P.R. 616/1977 (decreto di trasferimento delle funzioni dallo Stato alle Regioni);
- Legge n.183 del 18/5/1989, “Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo”. Legge n.253 del 7/8/1990, “Disposizioni integrative alla Legge n.183/89”;
- Legge Regionale n.9 del 28/1/1993, “Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della legge 183/89”;

- L.R. n.56/94, “integrazione dell’articolo 26 della L.R. n.9/93”;
- L.R. n.46/96, “norme finanziarie e modifiche della L.R. n.9/93”;
- Legge Regionale n. 39 del 27/4/1995, Istituzione dell’Agenzia regionale per la protezione dell’ambiente ligure;
- Aree di notevole interesse pubblico vincolate ai sensi della Legge 1497/1939 (antecedentemente al settembre 1984, primo Decreto Galasso);
- Decreti Ministeriali 24/4/1984 e D.L. 27/6/1985 n°312 (Decreti Galasso) e la legge di conversione 431/1985;
- Legge Regionale 3 Aprile 1990, n.14 “Norme per la tutela e la valorizzazione del patrimonio speleologico e delle aree carsiche e per lo sviluppo della speleologia”;
- Legge 6/12/1991, n°394 (Legge quadro sulle aree protette);
- L.R. 22/2/1995 n°12;
- Direttiva habitat 92/43 del 21/5/92, direttiva 97/62 del 27/10/1997.

Preventivamente all’analisi legislativa è stato prodotto un approfondimento degli strumenti di pianificazione con influenza sulla normativa indagata.

La legenda predisposta a corredo della carta dei vincoli è riportata di seguito.

- Aree vincolate L. n. 1497/1939 ante L. n. 431/1985
- Aree vincolate con D.D. M.M. 24.04.1985
- Grotte ex L.R. 14/90
- Siti Natura 2000
- Sistemi di aree di interesse naturalistico ambientale istituiti con leggi regionali (L.R. n. 12 del 18.03.1985)
- D.P.R del 6/10/1999 con cui è stato istituito il Parco Nazionale delle Cinque Terre

1.2 STRUMENTI DI PIANIFICAZIONE VIGENTI

- **La legge urbanistica regionale 36/1997**

Nell'analisi del territorio dal punto di vista legislativo risultano fondamentali gli strumenti urbanistici di attuazione e i rapporti che questi strumenti (piani regolatori comunali) instaurano con le normative di previsione e di prescrizione.

Nello studio del territorio emergono molteplici aspetti di valutazione, la componente di tutela ambientale si compone di livelli di studio specifici che, nella loro attività di programmazione, pianificazione ed attuazione, si trovano a concorrere, per ambito, specificità e gerarchia delle fonti su di uno stesso territorio.

La pianificazione si ispira ai principi *“della concertazione degli atti fra gli Enti titolari, ai diversi livelli, del potere di pianificazione territoriale nonché della sussidiarietà intesa come attribuzione agli Enti locali primari della più ampia sfera di responsabilità compatibile con la loro natura, in un rapporto di reciproca interazione e cooperazione nell'esercizio delle rispettive funzioni”*, articolo 2, comma 3a della L.R. 36/97.

La legge rappresenta la decisione del legislatore regionale di giungere ad un riordino della materia urbanistica attraverso un testo unico che, sulla strada della semplificazione amministrativa, razionalizzi il sistema in vista di una più efficace ed efficiente politica di governo del territorio, in uno spirito di collaborazione con gli altri enti locali che agiscono sul territorio.

La legge si occupa di ridefinire il sistema delle competenze tra i vari livelli di pianificazione previsti.

Al livello regionale sono demandate quelle scelte di pianificazione strategica volte all'organizzazione generale del territorio nelle sue componenti paesistico-ambientale, insediativa e infrastrutturale che, per la loro natura, portata e complessità presuppongono e richiedono una direzione unica.

Le indicazioni di questo tipo, si tradurranno nel Piano territoriale regionale, che dovrà recepire, aggiornare e coordinare tutti gli atti di pianificazione territoriale e settoriale che saranno elaborati. Questo sarà lo strumento di riferimento per le scelte degli Enti Locali.

Al livello provinciale spettano le scelte inerenti l'elaborazione del Piano territoriale di coordinamento provinciale e le funzioni di coordinamento nei confronti della pianificazione comunale.

Il livello comunale con la nuova normativa assume un nuovo ruolo, che riguarda tutti i momenti della elaborazione del piano (nella nuova dicitura di Piano Urbanistico Comunale) e della sua approvazione.

Il comune abbandona la logica delle zone all'interno del piano, per adottare quella di ambito di conservazione e di riqualificazione e quella dei distretti di trasformazione.

L'importanza di questa legge si rivela direttamente nella complessità del settore. L'elaborazione del PRG (da adesso PUC) è sempre stato l'atto per eccellenza di ogni Amministrazione Comunale, e la difficoltà di redazione è significativamente espressa dalla durata degli stessi e dal proliferare delle varianti. Questo fa capire che la transizione in atto non potrà essere immediata, ma punta ad una armonizzazione i cui risultati si valideranno nel tempo.

La struttura del piano (più leggera nelle intenzioni del legislatore rispetto al passato) si dovrà comporre di due momenti secondo un processo di formazione consequenziale e

progressivo. Nel primo, il territorio viene diviso in ambiti e distretti, fase questa della descrizione fondativa. Nel secondo, vengono individuate e articolate le componenti dell'assetto territoriale in osservanza degli indirizzi di pianificazione assunti ai vari livelli, fase del documento degli obiettivi.

- ***La pianificazione di bacino***

La legge regionale n.9 del 1993 sulla difesa del suolo, individua nelle Regioni e nelle Province, attraverso l'Autorità di bacino, i soggetti fondamentali nella procedura di formazione dei piani di bacino e nella successiva fase di progettazione ed attuazione degli interventi. Alle Province sono demandati i compiti relativi all'attuazione del Piano di Bacino in tutte le sue componenti, redazione e applicazione con gli interventi necessari. La Regione fornisce gli indirizzi con il supporto tecnico e finanziario.

Il rapporto che gli atti dell'Autorità di Bacino, nelle loro componenti programmatiche e prescrittive, assumono nei confronti di atti di enti diversi e concorrenti sul territorio, è regolato dalla legge e dalla gerarchia di specializzazione.

Così l'articolo n.2, comma 5 della L.R. 36/97 dichiara come il piano di bacino vincoli, nelle sue indicazioni di carattere prescrittivo, la pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale con effetto di integrazione della stessa e, in caso contrario, di prevalenza su di essa.

I piani di bacino previsti dalla legge 183/89 (e sue modifiche/integrazioni), recepita dalla Regione Liguria con la L.R. 9/93 (e sue modifiche/integrazioni), hanno lo scopo "di assicurare la difesa del suolo, la tutela dei corpi idrici, il risanamento e la conservazione delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per usi di razionale assetto economico e sociale nonché la tutela degli aspetti ambientali ad esso connessi".

Il piano di bacino consente agli enti competenti territorialmente di imporre vincoli prescrittivi sul territorio, il quadro delle conoscenze che lo studio permette di acquisire, evidenzia i criteri di giudizio di compatibilità di uso del suolo e di conseguenza di proporre norme di comportamento per la gestione agricolo, forestale e gli indirizzi culturali.

È possibile e necessario in questa fase verificare le scelte urbanistiche e i vincoli idrogeologici presenti.

L'attività di studio permette di individuare le necessarie opere da apportare per la "difesa del suolo", e le conseguenti richieste di interventi ai vari livelli amministrativi, siano essi regionali che statali.

- ***La pianificazione del Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico***

-

Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico (PTCP) disciplina le trasformazioni possibili sul territorio in modo descrittivo e qualitativo, indicando in quali termini sia consentito apportare al territorio modificazioni rispetto allo stato attuale assunto come riferimento.

"Le previsioni dei piani territoriali di coordinamento sono sovraordinate a quelle degli strumenti urbanistici comunali i quali devono, pertanto, essere conformati da esse in sede di formazione e di revisione ovvero di varianti parziali." Ex L.R. 39/84 art.5. Il Consiglio di Stato enuncia il principio che le norme dei piani regolatori, che si pongano in contrasto con le disposizioni dei piani territoriali di coordinamento, non comportano automatica modifica dei primi ma impongono solo di provvedere alle necessarie modifiche del PRG

(Cons. Stato n. 4/1970). Inoltre il PTCP non ha come diretto interlocutore i terzi ma la pubblica amministrazione la quale deve uniformarsi ai medesimi nella adozione del proprio PRG (Cons. Stato n. 403/1968).

Alla luce della nuova disciplina espressa dalla legge urbanistica regionale, il piano territoriale regionale (PTR) dovrà aggiornare le indagini e le analisi poste a base del vigente PTCP ai fini della disciplina paesistica a livello regionale. Quindi un ruolo strumentale al PTCP.

Fatto salvo il rapporto tra diverse fonti legislative (gerarchia delle fonti), è chiaro che laddove si venga a creare una sovrapposizione di interventi, come nel rapporto tra piano paesistico e piano regolatore comunale, è necessario definire i rapporti che si possono verificare tra i due strumenti. L'obiettivo è la riduzione della discrezionalità nella tutela del paesaggio. Il P.T.C.P. potrà imporre vincoli più restrittivi rispetto alle trasformazioni previste dai PRG, dare indicazioni integrative rispetto alla disciplina vigente e eventualmente rivedere la disciplina dei vincoli preesistenti.

Il PRG dovrà di conseguenza essere adeguato alle trasformazioni richieste dal piano regionale. Il rapporto tra Comuni e Regione diventa elemento fondamentale per l'applicazione e il recepimento della disciplina paesistica.

Il rapporto tra PRG e P.T.C.P. non esaurisce, a livello normativo, le possibili previsioni previste dal piano paesistico, data la specificità dello strumento comunale. Il Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico in quanto strumento non solamente prescrittivo, ma con caratteristiche di programmazione, individua per il territorio, diviso in ambiti territoriali, gli indirizzi di pianificazione per i tre assetti individuati. Riportiamo di seguito l'elenco delle previsioni per il territorio oggetto dello studio per l'unico ambito territoriale interessato (n° 93 – Cinque Terre).

AMBITO TERRITORIALE N° 93 CINQUE TERRE

B - INDIRIZZI PER LA PIANIFICAZIONE

B.1 - Assetto insediativo

MANTENIMENTO - L'indirizzo normativo tende a mantenere la tipicità del paesaggio agrario e architettonico, favorendo il recupero e la riqualificazione dell'esistente, anche perché l'ambito è totalmente incluso nel Parco delle Cinque Terre ed assoggettato alle leggi in relazione alle zone di differente tutela.

Anche la modifica dello sviluppo viario, con particolare riferimento a quella pedonale, viene subordinata a rendere più funzionali i collegamenti interni, ferme restando i vincoli di ordine ambientale e paesaggistico.

B.2 - Assetto geomorfologico

MANTENIMENTO – Date le eccezionali valenze ed emergenze geomorfologiche e le numerose problematiche di dissesto del luogo l'indicazione generale è per un consolidamento soprattutto per gli aspetti quantitativi.

B.3 - Assetto vegetazionale

CONSOLIDAMENTO - MODIFICABILITÀ – Boschi nel complesso non estesi da incrementare, accelerando le tendenze evolutive in atto sulle aree agricole abbandonate, cercando di aumentare la presenza di specie autoctone di pregio.

C - AZIONI PROPOSTE

L'azione da perseguire con maggior forza rimane il potenziamento della rete pedonale e delle infrastrutture ad essa collegate, attraverso il rafforzamento delle tre principali direttrici longitudinali: sentiero azzurro, sentiero dei santuari ed il sentiero rosso.

- ***La pianificazione del Piano di Parco Nazionale delle Cinque Terre***

Il D.P.R. del 6/10/1999 ha istituito il **Parco nazionale delle Cinque Terre**, la circolare del Ministero dell'Ambiente prot. n. SCN/1D/2000/15328 del 27/9/2000 relativa alla Pianificazione del Parco e Pianificazione stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico raccomanda agli Enti Parco Nazionale:

- che si attivino per acquisire presso ciascuna Autorità di Bacino le informazioni relative allo stato di avanzamento della pianificazione di bacino, alle direttive e alle norme d'uso;
- di definire le idonee modalità di coordinamento ed integrazione tra i soggetti pianificatori in relazione alle problematiche riguardanti il dissesto idrogeologico e geomorfologico;
- di mettere a punto in tempi rapidi un piano stralcio di settore che individui gli squilibri presenti sul territorio del Parco, in conseguenza dell'individuazione dei sopraelencati squilibri dovranno far seguito una serie di proposte di interventi, direttive e misure di salvaguardia da sottoporre alle Autorità di Bacino.

- ***D.P.R. 616/1977 (decreto di trasferimento delle funzioni dallo Stato alle Regioni)***

Il trasferimento delle funzioni è avvenuto senza una legge organica in materia di difesa del suolo, comportando un periodo di confusione in merito alla attribuzione delle competenze, periodo nel quale è intervenuta più volte la Corte Costituzionale a sistemare le incongruità derivanti dalla fine del ruolo esclusivo dello Stato.

- ***Legge n.183 del 18/5/1989, "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo". Legge n.253 del 7/8/1990, "Disposizioni integrative alla L. n.183/89".***

Bisogna attendere il 1989 per l'approvazione di una nuova legge di settore, che ha lo scopo *"di assicurare la difesa del suolo, il risanamento delle acque, la fruizione e la gestione del patrimonio idrico per gli usi di razionale sviluppo economico e sociale, la tutela degli aspetti ambientali ad essi connessi"*.

La legge individua i soggetti pubblici competenti in materia di difesa del suolo secondo le rispettive competenze, definendo i ruoli attribuiti agli enti locali. Istituisce (secondo gli auspici della Commissione Marchi) *"per ogni bacino idrografico di rilievo nazionale"* una *"autorità di bacino"*. Prevede la redazione dei piani di bacino.

Il bacino idrografico diventa così l'oggetto dello studio per la difesa del suolo così come definito nell'articolo 1, comma 2, punto d: *"il territorio dal quale le acque pluviali*

o di fusione delle nevi o dei ghiacciai, defluendo in superficie, si raccolgono in un determinato corso d'acqua direttamente o a mezzo di affluenti, nonché il territorio che può essere allagato dalle acque del medesimo corso d'acqua, ivi compresi i suoi rami terminali con le foci in mare ed il litorale marittimo prospiciente; qualora un territorio possa essere allagato dalle acque di più corsi d'acqua, esso si intende ricadente nel bacino idrografico il cui bacino imbrifero montano ha la superficie maggiore”.

L'autorità di bacino, articolo 12, è istituita per i bacini di rilievo nazionale che vengono elencati dalla legge stessa, sono organi dell'autorità di bacino, il comitato istituzionale, il comitato tecnico, il segretario generale e la segreteria tecnico - operativa.

Lo strumento di intervento viene individuato nel piano di bacino che assume il valore di *“piano territoriale di settore ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico operativo mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo e la corretta utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio interessato”.*

La legge così come affermato in giurisprudenza è essenzialmente una legge di obiettivi, poiché la difesa del suolo è una finalità che coinvolge funzioni e materie assegnate tanto alla competenza statale quanto a quella regionale (e provinciale), quindi nell'ottica della cooperazione e tra soggetti diversi.

- ***Legge n. 37 del 5/1/1994 (norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche).***

Legge di carattere transitorio che provvede a stabilire le responsabilità sulla regolamentazione delle acque fino alla realizzazione dei piani di bacino, rendendo responsabile al rilascio delle autorizzazioni e concessioni l'autorità competente.

- ***Legge Regionale n.9 del 28/1/1993, “Organizzazione regionale della difesa del suolo in applicazione della legge 183/89”. L.R. n.56/94, “integrazione dell'articolo 26 della L.R. n.9/93”. L.R. n.46/96, “norme finanziarie e modifiche della L.R. n.9/93”***

Con la legge 9/93 e le sue integrazioni e modifiche, la regione Liguria recepisce e applica le norme derivanti dalla legge di riassetto del settore, che suddivide le attività di intervento a difesa del suolo in programmatiche, pianificatorie e attuative. La legge regionale determina i compiti spettanti agli enti locali, definisce l'autorità di bacino regionale, determina i contenuti dei piani di bacino e dei programmi triennali di intervento.

- ***L.R. 22 gennaio 1999, n. 4. Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico.***

La legge disciplina gli interventi in materia forestale ai fini di:

- a) concorrere al miglioramento delle condizioni di vita e di sicurezza delle popolazioni delle zone montane e delle aree urbanizzate;
- b) sostenere e incrementare le funzioni produttive del patrimonio agro-silvopastorale esistente e la razionale gestione dello stesso;
- c) conseguire il recupero alla forestazione di terreni nudi, cespugliati o comunque abbandonati e non utilizzabili per altre produzioni agricole o zootecniche;
- d) concorrere alla fruibilità, alla tutela dell'ambiente ed alla difesa idrogeologica del territorio.

Gli scopi di cui al comma 1 sono perseguiti in particolare attraverso interventi di:

- a) conservazione, miglioramento e sviluppo del patrimonio silvo-pastorale;
- b) sistemazione idraulico-forestale e idraulico-agraria.

La Regione persegue le finalità di cui alla presente legge nel quadro della programmazione regionale e degli indirizzi stabiliti dalla legislazione nazionale e comunitaria.

- **Delib.G.R. 28 dicembre 1998, n. 2615. Approvazione, ai sensi dell'articolo 6 della L.R. 21 ottobre 1996 n. 45, della mappa del rischio di inondazione presente sul territorio regionale.**

L'articolo unico prescrive:

A) d'approvare ai sensi del comma 1 dell'art. 6 della L.R. n. 45/1996 la mappa del rischio di inondazione di cui alla cartografia allegata alla presente deliberazione quale parte integrante e sostanziale e composta da 53 tavole della CTR in scala 1:25.000 e da un quadro d'unione riepilogativo (Allegato 1).

B) di disporre, secondo quanto previsto dal comma 2 dell'art. 6 della L.R. n. 45/1996 ai fini della tutela dai rischi di inondazione presenti sul territorio i divieti e le prescrizioni, nonché gli indirizzi e le direttive in ordine all'espletamento delle attività di pianificazione territoriale ed urbanistica da parte della Regione, delle Province e dei Comuni, di cui alla normativa allegata alla presente deliberazione quale parte integrante e sostanziale (Allegato 2) da applicare nelle aree individuate nella cartografia di cui alla lettera A).

C) di stabilire che:

1. qualora la normativa di cui alla lettera B) richieda l'adeguamento dei vigenti strumenti urbanistici, gli Enti competenti entro centottanta giorni dalla data di pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione del presente atto provvedono d'ufficio alla modifica conseguente;

2. dalla data di pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione del presente atto non possono essere approvati strumenti di pianificazione né assentiti dal Sindaco interventi edilizi ed urbanistici che contrastino con le disposizioni contenute nel presente provvedimento;

3. dalla data di pubblicazione sul Bollettino Ufficiale della Regione del presente atto non possono essere rilasciate nuove concessioni od autorizzazioni in contrasto con quanto disposto ai punti precedenti;

4. dalla data di approvazione del presente provvedimento, nel caso di interventi per i quali siano state rilasciate concessioni od autorizzazioni edilizie, non possono essere realizzate le opere in contrasto con quanto disposto ai punti precedenti salvo che siano stati effettivamente iniziati i lavori mediante la realizzazione delle opere di cui agli ultimi due commi dell'articolo 1 della L.R. n. 4/1975 e siano completate nel termine di 24 mesi dalla data di pubblicazione della presente delibera sul Bollettino Ufficiale della Regione.

D) di disporre che la mappatura di cui al presente atto ed i relativi divieti e prescrizioni siano sostituiti, ai sensi dell'art. 17, comma 6, L.R. n. 9/1993, dalle misure ed interventi previsti nei singoli piani di bacino adottati, fermo restando che i divieti e le prescrizioni di cui al presente atto rimangono comunque in vigore per un periodo non superiore, ai tre anni, ai sensi dell'art. 17, comma 6-bis, della L. n. 183/1989, come richiamato anche dal D.L. n. 180/1998, come modificato dalla legge di conversione n. 267/1998; in relazione alle prescrizioni dell'art. 26 della L.R. n. 9/1993, le Province si danno carico di coordinare le procedure relative alle autorizzazioni e alle deroghe con quelle prescritte nel presente atto.

E) di costituire una Conferenza dei Servizi permanente composta da rappresentanti della Regione, delle Province e dei Comuni direttamente interessati che, sentiti i Comitati Tecnici della competente Autorità di Bacino, provvede ad approvare misure urbanistiche in attuazione stralcio della presente deliberazione, nelle more di approvazione dei Piani di Bacino o dei relativi stralci, per adeguare anche in modo graduale la vigente normativa per consentire la realizzazione in condizioni di sicurezza di opere urgenti e/o di minore impatto. Ove si renda indispensabile apportare sostanziali modifiche alle previsioni insediative e alle destinazioni d'uso si procede con accordo di programma.

F) di notificare il presente atto ai Comuni, alle Province, alle Autorità di Bacino di rilievo regionale, di rilievo interregionale del Magra, di rilievo nazionale del Po.

G) di disporre la pubblicazione integrale del presente atto, ai sensi e per gli effetti dell'art. 25 della legge regionale 6 giugno 1991 n. 8 e ss.mm. ed ii.

Contro il presente atto è ammesso ricorso innanzi il Tribunale Amministrativo per la Regione Liguria entro sessanta giorni dalla conoscenza dello stesso.[....].

- ***Siti Natura 2000 e progetto Bioitaly (direttiva habitat 92/43 del 21/5/92, direttiva 97/62 del 27/10/1997)***

Direttiva 92/43/CEE e il regolamento LIFE: lo scopo della direttiva “habitat” è quello di contribuire a salvaguardare, tenuto conto delle esigenze economiche, sociali e culturali locali, la biodiversità mediante la conservazione degli habitat naturali e seminaturali, nonché della flora e della fauna selvatiche nel territorio comunitario. Negli allegati della direttiva si trovano gli elenchi relativi alle definizioni di habitat e specie di interesse comunitario. L’Unione Europea si fa particolare carico della responsabilità di salvaguardia delle specie in pericolo.

A questo fine gli stati sono tenuti all’individuazione dei Siti di Interesse Comunitario (SIC), intesi come aree da tutelare per perseguire i fini della direttiva, che ne stabilisce i modi e gli strumenti da utilizzare per la raccolta delle informazioni. Entro il giugno del 1995 (termine che si è prolungato fino al dicembre dello stesso anno), gli stati sono stati tenuti a presentare l’elenco di questi siti. La Commissione in accordo con lo stato interessato stipula entro 6 anni dall’entrata in vigore della direttiva, l’elenco definitivo dei SIC. La rete di queste aree costituisce la base del progetto di conservazione denominato Natura 2000.

Lo stato deve designare, le aree comprese nell’elenco, come “zona speciale di conservazione” (z.s.c.).

Il regolamento Life (regolamento CEE n.1973/92 del Consiglio del 21 maggio 1992 modificato dal 1404/96), stabilisce le modalità con le quali l’Unione Europea finanzia i progetti in materia ambientale.

Progetto Bioitaly: promosso dal Servizio Conservazione Natura del Ministero dell’Ambiente con il supporto delle regioni, delle istituzioni scientifiche, delle associazioni ambientaliste e dell’ENEA, punta a individuare isole di natura da preservare. Finanziato dall’Unione Europea, è stato promosso in attuazione della direttiva habitat 92/43 del 21 maggio 1992 e in base alle disposizioni della legge quadro sulle aree protette, n°394 del dicembre 1991.

Il progetto riguarda la raccolta, l’organizzazione e la sistemazione delle informazioni sull’ambiente ed in particolare sui biotopi, sugli habitat naturali e

seminaturali di interesse comunitario al fine di individuare specifiche forme di tutela e di gestione.

Nella prima fase, che si è esaurita nel dicembre del 1995, sono stati individuati i siti da sottoporre alla Commissione Europea in applicazione della direttiva, con le motivazioni che ne giustificano la scelta.

Grazie alla collaborazione tra le istituzioni coinvolte, l'Italia ha adempiuto nei termini previsti, alla stesura di un elenco di 2700 siti di interesse comunitario (SIC).

Nella seconda fase, conclusasi nel dicembre 1997, oltre al completamento del censimento delle aree, sono state completate le osservazioni sui siti di interesse nazionale e regionale (SIN e SIR).

Completato il censimento si potranno realizzare gli strumenti di verifica per la conservazione e la gestione.

L'obiettivo perseguito è di ottenere entro l'anno 2000, una rete di aree a livello continentale.

Nella zona di studio sono state individuate e proposte quattro aree con i requisiti del progetto Natura 2000.

I siti in fase di approvazione coprono una buona parte del territorio interessato dallo studio e riguardano zone marine, zone di litorale e zone dell'entroterra. Di seguito vengono elencati i 4 siti; le schede descrittive (fonte Ministero dell'Ambiente, sito progetto Bioitaly) sono fornite in allegato allo studio.

- IT1344210 **PUNTA MESCO**
- IT1344270 **FONDALI PUNTA MESCO - RIO MAGGIORE**
- IT1344323 **COSTA RIOMAGGIORE – MONTEROSSO**
- IT1345005 **PORTOVENERE - RIOMAGGIORE - S.BENEDETTO**

1.3 DATI UTILIZZATI

Il presente Piano Stralcio da rischio Idrogeologico redatto ai sensi del D.L. 180/98, si basa sugli studi propedeutici al Piano di Bacino dell'Ambito 19 - Cinque Terre redatti dall'associazione temporanea di imprese costituita dalle Società VAMS Ingegneria - HYDEA ed R.S.D.E per conto della Provincia della Spezia.

Al fine della redazione del piano da Rischio Idrogeologico ai sensi del comma1, art. 1 del DL 180/98, si è comunque resa necessaria un'operazione di revisione, risistemazione ed integrazione dei dati e delle analisi contenute nei suddetti studi propedeutici.

La carta Geolitologica è stata integrata utilizzando quanto riportato nella carta geologica redatta dall'Università di Firenze - Servizio Geologico Nazionale nell'ambito del Progetto CARG nell'anno 2000, già collaudata da Regione Liguria e confrontata anche con le indagini geologiche di corredo ai Piani Regolatori Generali dei Comuni di Monterosso al Mare, Vernazza e Riomaggiore, nonché con verifiche e rilevamenti sia aerofotogeologici che a campione effettuati direttamente sul terreno, eseguiti dal personale provinciale assunto ai sensi del D.L. 180/98 e destinato in forza all'Ufficio Piani di Bacino della Provincia della Spezia.

I dati e le elaborazioni di carattere idrologico sono stati tratti dallo studio propedeutico completato con opportune integrazioni e verifiche effettuate dall'Ufficio.

La base cartografica utilizzata è la Carta Tecnica Regionale in scala 1:5.000 e in scala 1:10.000 (in formato raster e vettoriale) i cui rispettivi riferimenti sono riportati in tabella.

<i>Scala</i>	<i>Numero</i>	<i>Elemento/Sezione</i>
1:5.000	248012	Corvara
	248013	M. Pizzolo
	248014	La Villa
	247042	M. Molinelli
	248051	Casella
	248052	Riomaggiore
	248054	Vernazza
	248063	Carpena
	247081	Monterosso al Mare
	247040	Levanto
1:10.000	247080	Monterosso al Mare
	248010	Pignone
	248050	Riomaggiore-Vernazza
	248060	La Spezia

Tabella 1 - Riferimenti cartografici C.T.R. relativi alla copertura del territorio dell'Ambito 19 Cinque Terre.

L'analisi è stata condotta con l'ausilio delle foto aeree 1954 (Fonte IGM - Firenze), foto aeree 1971 (Fonte IGM- Firenze), foto aeree 1995 (Fonte Provincia di La Spezia – scala 1:17.000).

Le indagini condotte hanno poi tenuto conto di precedenti studi riguardanti l'Ambito 19 quali la “*Carta del rischio da inondazione in area urbana di pertinenza fluviale dei torrenti della provincia della Spezia*” (Provincia della Spezia, 1996).

2. CARATTERISTICHE DEL BACINO

2.1 GEOGRAFIA

L'ambito numero 19 "Cinque Terre", si colloca geograficamente in corrispondenza del confine orientale della Regione Liguria, in provincia della Spezia, interessando i comuni di Monterosso al Mare, Vernazza e Riomaggiore.

Il confine settentrionale corrisponde allo spartiacque appenninico, che risulta molto evidente e segue, in direzione nord-ovest - sud-est, le seguenti pendici: Monte Focone (486 m s.l.m.), Montenegro (443 m s.l.m.), Monte Rossini (455 m s.l.m.), Monte Molinelli (396 m s.l.m.), Monte Soviore (618 m s.l.m.), Monte S.Croce (621 m s.l.m.), M. Malpertuso (814 m s.l.m.) che rappresenta il rilievo più elevato, M. Castello (745 m s.l.m.), Monte Gaginara (771 m s.l.m.) e Monte Marvede (699 m s.l.m.), Monte Cuna (776 m s.l.m.), Monte Capri (785 m s.l.m.), Monte Galera (726 m s.l.m.), Monte La Croce (637 m s.l.m.), Monte Verrugoli (741 m s.l.m.), Monte Fraschi (526 m s.l.m.) e Monti Della Madonna (528 m s.l.m.), sino a degradare verso il mare. Il confine meridionale è naturalmente rappresentato dal mare.

L'Ambito di Bacino 19 – Cinque Terre, è costituito da quattro bacini idrografici principali, di superficie maggiore di 24 Km² e da un insieme di bacini minori, tutti localizzati a ridosso della fascia costiera; **così come individuato dalla Regione Liguria è composto dai seguenti sotto bacini:**

<i>Bacino</i>	<i>Superficie Km²</i>
Canale di Vernazza	5,7
Canale Groppo	2,6
Canale Pastanelli	3,1
Canale Ruffinale	1,4
Corone	0,3
Fosso Canaletto	1,6
Fosso Vignaresca	0,2
Parassina	0,6
Rio delle Rocche	0,9
Rio Gatta	0,4
Rio Maggiore	2,6
Rio Molinello	0,8
Valle Acquapendente	0,9
Valle Asciutta	0,3
Valle di Crovara	0,5
Valle Fegina	1,6
Valle Mine	0,2
Valle Palma	0,3
Valle Serra	0,5
Vernazza centro	0,07
TOTALE	<u>24,57</u>

Tabella 2 - superficie dei sottobacini caratteristici dell'Ambito 19 Cinque Terre.

L'analisi della carta dei bacini imbriferi e del reticolo idrografico (ma anche quella relativa a tutte le altre cartografie prodotte) è stata redatta in scala 1:10000 ed eseguita a livello di Comune che, in quest'ambito date le modeste dimensioni dei singoli sottobacini, rappresenta la più adatta unità descrittiva.

❑ **Comune di Monterosso al Mare**

I bacini facenti capo al Comune di Monterosso al Mare condividono lo spartiacque dell'Appennino Ligure. Lo spartiacque è molto evidente e segue, in direzione nord-ovest/sud-est, le pendici del Monte Focone (486 m s.l.m.), prosegue passando per il Montenegro (443 m s.l.m.), Monte Rossini (455 m s.l.m.), Monte Molinelli (396 m s.l.m.), fino al Monte Soviore (618 m s.l.m.) che rappresenta il rilievo più elevato.

I sottobacini hanno un andamento piuttosto regolare da NE a SO e le aste degli affluenti ai corsi d'acqua principali convergono in maniera uniforme; la tipologia di drenaggio è di tipo dendritico. Alcuni piccoli torrenti hanno uno sbocco diretto a mare facendo configurare un andamento di tipo parallelo o sub-parallelo.

I corsi d'acqua principali sono il Rio Fegina, il Rio Delle Rocche, il Rio Pastanelli ed il Rio Acquapendente.

❑ **Comune di Vernazza**

I bacini facenti capo al Comune di Vernazza sono anch'essi delimitati, a nord, dallo spartiacque appenninico; in direzione nord-ovest/sud-est si ritrovano i rilievi facenti capo alle pendici del Monte S. Croce (621 m s.l.m.) che prosegue passando per il M. Malpertuso (che con i suoi 814 m s.l.m. rappresenta il rilievo più elevato), il M. Castello (745 m s.l.m.), il Monte Gaginara (771 m s.l.m.) ed il Monte Marvede (699 m s.l.m.).

Anche in questo caso i sottobacini hanno un andamento da NE a SO; la tipologia di drenaggio è di tipo dendritico ed alcuni piccoli torrenti hanno uno sbocco diretto a mare con tipologia di drenaggio di tipo parallelo o sub-parallelo.

I corsi d'acqua principali sono il Fosso Crovaria, il Canale di Vernazza (cui fa capo il più grosso sottobacino), il Fosso Canaletto ed il Fosso della Groppa.

❑ **Comune di Riomaggiore**

I bacini facenti parte del Comune di Riomaggiore sono, come i precedenti, delimitati a nord dallo spartiacque appenninico. Procedono con andamento nordovest/sud-est, seguendo le pendici del Monte Cuna (776 m s.l.m.) e passando per Monte Capri (785 m s.l.m.), che rappresenta il rilievo più elevato, per Monte Galera (726 m s.l.m.), Monte La Croce (637 m s.l.m.), Monte Verrugoli (741 m s.l.m.), Monte Fraschi (526 m s.l.m.) e dai Monti Della Madonna (528 m s.l.m.), sino a digradare verso il mare.

I sottobacini hanno un andamento piuttosto regolare da NE a SO e le aste degli affluenti ai corsi d'acqua principali convergono in maniera uniforme; la tipologia di drenaggio è di tipo dendritico, tranne che per alcuni piccoli torrenti che hanno sbocco diretto al mare con drenaggio di tipo parallelo o sub-parallelo.

I corsi d'acqua principali sono il Canale del Groppo, il Rio Maggio (o Riomaggiore), il Canale Ruffinale, il fosso della Parassina ed il Fosso Serra.

Il paesaggio è dominato dal contrasto tra una campagna a strapiombo sul mare, con terrazzamenti ripidissimi e inaccessibili scogliere ed il mare stesso, visibile da ogni punto di visuale.

L'oliveto, in strutture generalmente terrazzate, domina i paesaggi agrari delle valli e delle colline interne, spesso interrotto da superfici a vigneto con massime estensioni verso le tribune marittime; sulle sommità collinari e sui rilievi prevalgono formazioni compatte di Pino marittimo o arbusteti, macchia mediterranea o formazioni erbacee.

Il sistema insediativo è polarizzato in nuclei compatti con le strutture più consistenti nei pressi del mare come Monterosso stesso, Vernazza, Corniglia, Manarola e Riomaggiore.

Nella media collina si situano i nuclei minori di più antica origine, spesso coincidenti con la fascia della via dei Santuari, percorso storico longitudinale a cui fanno riferimento le localizzazioni di Soviore, Reggio, S. Bernardino, Volastra, Groppa e Montenegro.

2.2. GEOLOGIA

Dal punto di vista geologico nel territorio dell'Ambito 19 affiorano alcune formazioni appartenenti alle seguenti Unità:

- **Unità del Bracco e Unità del Gottero (Supergruppo della Val di Vara)**
- **Complesso di Monte Veri (Unità Ottone -S. Stefano)**
- **Complesso di Canetolo**
- **Falda Toscana**

Nella successione del *Supergruppo della Val di Vara* è possibile distinguere due Unità:

- L'Unità del Bracco è costituita dalle *ofioliti*, queste rappresentano la sequenza di crosta oceanica del bacino triassico in formazione e comprendono peridotiti serpentizzate di provenienza mantellica, intruse da masse gabbbriche, su cui si localizzano effusioni di basalti a pillows e livelli di brecce ofiolitiche. Le ofioliti sono poi seguite stratigraficamente dalle coperture sedimentarie.
La fase di sedimentazione pelagica è rappresentata da depositi di radiolariti (Diaspri di M. Alpe) seguiti da Calcari a Calpionelle (non presenti nell'Ambito 19) e dalle Argille a Palombini.
- L'Unità del Gottero è rappresentata da successioni torbiditiche che comprendono la Formazione della Val Lavagna e le Arenarie del Gottero che chiudono la serie.

Nel territorio dell'ambito 19, l'Unità del Bracco è presente nella porzione settentrionale in corrispondenza del promontorio del Mesco, dove si evidenzia in maniera incompleta ed in forma di scaglie, separate da superfici di scorrimento più o meno sviluppate ed estese.

La paleogeografia di questa zona risente ancora della natura di basamento oceanico costituito da peridotiti inglobanti grandi camere magmatiche o filoni di composizione gabbbrica.

L'Unità del Gottero affiora esclusivamente in corrispondenza del Promontorio del Mesco.

□ SERPENTINITI (SR)

Sono rocce ultrafemiche costituite da associazioni a serpentino, clorite e magnetite: provengono da originarie peridotiti di mantello a composizione da lherzolitica ad harzburgitica. Sono state inizialmente interessate da un metamorfismo di alta temperatura e bassa pressione e successivamente da un metamorfismo retrogrado con episodi idrotermali che ha prodotto la serpentinizzazione più o meno completa delle peridotiti (G. Principi, 1990).

Nell'ambito del bacino le *Serpentiniti* affiorano in corrispondenza di una lunga fascia orientata NW-SE fra il Monte Focone ed il Circolo Velico di Monterosso al Mare.



Foto 1: Affioramento di Serpentinite nella zona del depuratore di Monterosso al Mare.

Localmente integrano filoni di gabbro rodingitico ed eccezionalmente di basalto.

Nella sua facies più tipica la serpentinite si presenta, almeno superficialmente, disarticolata in blocchi lentiformi di dimensioni medie non superiori al metro cubo, con superfici esterne lucenti e levigate; la colorazione è verde con tonalità da chiare a scure.

Caratteristica è la completa assenza di copertura detritica se si eccettuano minimi ed irrilevanti accumuli colluviali che non superano lo spessore di 1.5 m in corrispondenza delle sistemazioni antropiche a fasce agricole.

Età: Giura. Medio.

□ GABBRI (GB)



Foto 2 : Gabbro efotide del massiccio del Bracco in affioramento alle spalle del Circolo Velico di Monterosso al Mare

I gabbri rappresentano corpi magmatici intrusi nelle peridotiti di mantello. I gabbri del Bracco costituiscono la massa più estesa dell'Appennino. Il nucleo dell'elemento è costituito da gabbri in parte stratificati, cumulitici, che passano verso il basso a troctoliti; presentano grana molto variabile con cristalli che raggiungono anche i 15 centimetri.

Il gabbro *eufotide* che affiora estesamente in prossimità della località il Gigante, presenta grana grossolana e sono visibili grossi cristalli di clinopirosseni (diallagio).

Il gabbro si presenta occasionalmente in pessimo stato di conservazione; lungo le fasce altimetriche più elevate, la roccia appare più integra anche per l'esposizione all'erosione che, asportando le porzioni più alterate, ne rinnova gli affioramenti mettendo a nudo parti sempre più interne e quindi meglio conservate.

Età: Giura. Medio- Giura. Sup.

□ DIASPRI (D- DSA)

Nel territorio in esame, la copertura pelagica competente alle *ofioliti* è rappresentata da un modesto affioramento di diaspri, questi sono costituiti da sottili strati di radiolariti e lutiti silicee, generalmente di colore rosso fegato che presentano grande compattezza, durezza e tenacità, le intercalazioni argillose mancano o sono ridotte a livelli sottilissimi.

L'unico affioramento rilevato nell'Ambito 19 è inserito tettonicamente fra i gabbri, ed il Complesso di Monte Veri, e si localizza a monte dell'abitato di Monterosso, in corrispondenza del Rio delle Rocche lungo la S.P. Monterosso - Colle di Gritta .Età

:Titoniano



Foto 3 Affioramento di diaspri visibili lungo la strada provinciale Monterosso - Colle di Gritta

□ ARGILLE A PALOMBINI (AG - APA)



Foto 4 affioramento di Argille a Palombini lungo il sentiero Bellavista - Sant'Antonio

La Formazione delle Argille a Palombini è costituita da una sequenza di livelli di argilliti fogliettate grigio scure e, subordinatamente, da strati di calcari micritici (Palombini) e soletti di siltiti ed arenarie fini.

Trovandoci al tetto della formazione la presenza dei livelli calcarei è occasionale, gli strati argillosi presentano spessori medi intorno a 50-60 cm, e sovente raggiungono potenza di parecchi metri.

L'area di affioramento della Formazione delle Argille a Palombini si localizza in corrispondenza del versante esposto a nord est della Cresta di Sant'Antonio (Comune di Monterosso), interposta fra le soprastanti Arenarie del Monte Gottero, che si estendono sul promontorio del Mesco e le ofioliti con le quali mantengono rapporti di contatto tettonico.

Tale formazione è interessata da fenomeni franosi antichi tra cui alcuni stabilizzati o quiescenti, innescatisi sia per la complessa tettonica della zona, che per i caratteri litologici (prevalenza di argilliti).

Età: Creta. Inf.

❑ **ARENARIE DEL GOTTERO (AR - GOT)**



Foto 5 Arenarie del Gottero a Punta Mesco, visibile il contatto con le Argille a Palombini

L'Unità del Monte Gottero è rappresentata prevalentemente dalla potente successione torbiditico-arenacea delle Arenarie del Gottero. Tale formazione è costituita da tre litofacies, ma nell'Ambito 19 affiora la *litofacies arenacea e arenaceo-conglomeratica*, tale litofacies è costituita da un flysch arenaceo-argilloso gli strati arenacei sono costituiti da grovacche feldspatiche in banchi di spessore variabile tra 50 - 700 cm, alla base la granulometria varia da grossolana a media con ricorrenti livelli di microconglomerati il rapporto arenaria/pelite è generalmente superiore a 4, la sequenza di Bouma più frequente è T_{a-e} T_{a-d}.

La formazione è presente estesamente nel promontorio del Mesco, fra la Costa del Semaforo (sede di passati insediamenti estrattivi) e la Cresta di Sant'Antonio, secondo un ampio affioramento orientato NW-SE, i conglomerati più grossolani si trovano intercalati lungo la costa tra P.ta la Gatta e P.ta Mesco e sono composti da matrice sabbiosa e ciottoli di calcescisti, siltiti, arenarie quarzose, selce, gneiss, porfidi.

❑ **COMPLESSO DI MONTE VERI (AG - MVE)**

Il Complesso di M.te Veri appartiene al Dominio Ligure Esterno e fa parte

dell'unità Tettonica di Ottone - S. Stefano. Nell'area di studio il Complesso di Monte Veri affiora a monte dell'Abitato di Monterosso in una fascia compresa tra il Rio delle Rocche e il Colle di Gritta.

Nell'ambito di tale complesso è possibile distinguere tre differenti litofacies.

1. *litofacies argillosa* costituita da *peliti* nerastre con intercalazioni di spezzoni di strato di calcari grigio scuri tipo "palombino"; una bellissima esposizione di questa facies è evidente nella parete prospiciente la stazione FF.SS di Monterosso al Mare;
2. *litofacies argilloso-arenacea* è costituita da argilliti fogliettate di colore grigio, fissili e sempre prevalenti, che si alternano a straterelli (fino a 20 cm di spessore) di siltiti, arenarie fini e calcareniti di colore marrone scuro e talvolta rossicce. Nelle calcareniti più grossolane si possono rinvenire macroforaminiferi sia cretacici che eocenici;
3. *litofacies arenacea con breccie*, in cui alternati a strati di arenarie si riconoscono livelli di breccie ofiolitiche costituite da frammenti di rocce verdi e occasionalmente di graniti in matrice carbonatica, talvolta associate anche a livelli di argilliti scure.

Data l'intensa tettonizzazione della zona la giacitura del complesso di M.te Veri si presenta spesso caotica, con gli spezzoni di strato deformati in modo molto plastico, ripiegamento avvenuto, forse, prima della litificazione.



Foto 6 - Affioramento del Complesso di Monte Veri a monte della stazione F.S. di Monterosso.

Una esposizione molto significativa della sequenza stratigrafica è proprio la parete compresa fra San Bernardino e la strada provinciale n. 62 San Bernardino-Corniglia. Qui in particolare gli spezzoni di strato calcarei e calcarenitici sono diffusamente soggetti a fenomeni di distacco e crollo a seguito del manifestarsi di fenomeni di erosione selettiva

che attaccano ed asportano con grande frequenza le porzioni argillitiche ed argilloscistose della sequenza.

□ **COMPLESSO DI CANETOLO (AG -ACC)**



Foto 7 Argille e calcari di Canetolo A monte di Vernazza in Località Case Foce.

I terreni che poggiano direttamente sulle formazioni torbiditiche del Dominio Toscano vengono indicati come Unità Alloctone Subliguri fra cui vi è il Complesso di Canetolo. Tale complesso è costituito da litologie prevalentemente argilloso-calcaree, alla base, che passano, nella parte superiore, a torbiditi arenaceo-pelitiche. Si possono distinguere due gruppi:

- **Argille e calcari inferiori** comprendono un'alternanza di argilliti grigio scure, fissili, alternate a marne grigie, calcareniti, calcescisti e arenarie. Nella parte sommitale, si intercalano con il membro dei **Calcari di Groppo del Vescovo (c - CGV)**, tale formazione è rappresentata da marne e marne calcaree con in subordinate calcari bianchi a grana fine e arenarie calcaree, si presentano in lenti con giacitura prevalentemente tranquilla.



Foto 8 : Calcari di Groppo del Vescovo in affioramento Lungo la strada comunale Vernazza - Santuario di Reggio.

- **Complesso superiore** costituito da un flysch arenaceo (**Arenarie del Bratica**), da una formazione argilloso-calcareo simile a quella del complesso inferiore e da un conglomerato con intercalazioni di tufiti e arenarie verdi (**Arenarie di Petrignaccola**).
- **Arenarie del Bratica (ar-ARB)**
Sono riconoscibili due facies. La prima è costituita da un flysch con arenarie quarzoso-feldspatiche a cemento carbonatico, leggermente micacee, gradate, grigie, in strati spessi fino a qualche decimetro, alternate ad argilliti grigio scure. La seconda facies è costituita da siltiti in straterelli sottili di colore grigio-scuro alternati a calcareniti.
In vari affioramenti si presentano fratturate e alterate; talvolta le siltiti risultano completamente decalcificate, friabili e porose.

Il Complesso di Canetolo affiora estesamente a monte dell'abitato di Corniglia lungo un'ampia fascia che si protende verso Nord ovest, include l'abitato di San Bernardino, fino a raggiungere il crinale del Bacino in località Carpile e Garuffo.

□ **ARENARIE DEL MACIGNO**

La Formazione delle Arenarie del Macigno appartiene alla Falda Toscana. Si tratta di una formazione torbiditica che è stata suddivisa in varie litofacies distinte in base ai caratteri litologici e sedimentologici.

Le litofacies riconosciute nelle Cinque Terre sono le seguenti:

1. Litofacies Arenacea (ar-MAC)

La Facies è costituita da arenarie a grana medio-grossolana con spessore variabile da pochi decimetri fino a qualche metro alternate a siltiti argillose grigie frequentemente

scagliose, tavola micacee. Negli strati la sequenza di Bouma manca degli intervalli "c,d,e", la base degli strati spesso è di tipo erosivo.



Foto 9 Affioramento di Arenarie del Macigno lungo la S.P. Soviore Bardellone



Foto 10 Ripples nelle Arenarie Zonate lungo la S.P. dei Santuari

2. *Litofacies delle Arenarie Zonate (ar-MACa)* indica una sequenza sedimentaria costituita da arenaria a grana fine alternata ritmicamente a pelite con spessori medi degli strati di 10 centimetri, per cui sono riconoscibili due tipologie:
 - 2.1. il primo tipo è rappresentato da strati arenacei di spessore da centimetrico a decimetrico, a grana fine e base sovente erosiva; l'arenaria presenta strutture a laminazione incrociata, sovente a ripples sovrapposti. Il passaggio alla sovrastante pelite avviene in maniera netta; il rapporto arenaria/pelite varia da 1/3 a 1/10;
 - 2.2. il secondo tipo è costituito da strati molto sottili, centimetrici, di arenaria che passano repentinamente alle peliti sia soprastanti che sottostanti. La laminazione è incrociata o parallela ed anche qui sono presenti treni di ripples e strutture sedimentarie evidenti. L'arenaria è sempre in subordine rispetto alla pelite.



Foto 11 Affioramento di Arenarie Zonate lungo la Strada Provinciale dei Santuari

Il colore chiaro della parte grossolana arenacea, alternato a quello scuro della parte pelitica determinano la tipica zonatura a bande chiare e scure in cui lo stacco di tonalità è brusco, perché il passaggio tra arenaria e pelite è netto e la parte siltosa è scarsamente rappresentata nel ritmo.

3. *Litofacies conglomeratica (cg-MACd)* Tale facies, che affiora come intercalazione nell'arenaria; è costituita da ciottoli ben arrotondati di varie dimensioni e da arenarie quarzoso-feldispatiche molto grossolane. I tipi litologici riconosciuti nei conglomerati sono: graniti, gneiss, serpentiniti e subordinatamente calcari silicei e quarziti. La stratificazione è poco evidente, le variazioni granulometriche non suggeriscono nessuna gradazione.

Affiorano estesamente nell'Ambito 19 da Monterosso al Mare fino a Riomaggiore, tra il crinale e il mare aperto da Torre Aurora e Colle di Gritta-Monte Soviore, fino Vernazza e da Monte Caginaro alla Punta Pineda ed al Monte della Madonna.

❑ **MARNE DEL TORRENTE PIGNONE (MA - MTP)**

Fanno parte dell'Unità Tettonica di Marra, sono costituite da Marne siltose e siltiti di colore grigio, a stratificazione generalmente accennata, con presenza di livelli centimetrici di arenarie fini.

Età. Oligocene inf. - sup.

2.3. GEOMORFOLOGIA

La carta geomorfologica è stata redatta nell'intento di evidenziare le fenomenologie naturali e quelle indotte dall'uomo che hanno modificato e modificano il paesaggio determinandone l'evoluzione.

In prima battuta la carta è stata predisposta procedendo all'analisi del territorio per via aerofotogeologica, mediante esame dei voli:

- a colori del 1995 a scala 1:17.000, fornito dall'Amministrazione Provinciale della Spezia;
- B/N del 1986 a scala 1:30.000.

In seconda analisi sono stati eseguiti controlli a campione sul territorio.

□ DEPOSITI ALLUVIONALI

- ♦ *Alluvioni Fluviali:* Si possono distinguere depositi alluvionali attuali e mobili, localizzati negli alvei dei torrenti, data l'esiguità delle aste idriche impostate e dei relativi bacini imbriferi, non sono stati distinti i depositi terrazzati

I depositi alluvionali sono costituiti da accumuli detritici eterogenei dal punto di vista granulometrico e composizionale; la frazione granulometrica grossolana è costituita da ghiaie e ciottoli subarrotondati provenienti dalle formazioni presenti nei rilievi circostanti ad ogni singolo bacino.

- ♦ *Alluvioni di origine prevalentemente marina:* affiorano a quote variabili lungo tutta la costa e si presentano come ampie zone pianeggianti che si protendono verso il mare, talvolta ricoperte da depositi costituiti da litofacies prevalentemente sabbiose, con frazioni argillose e limose e con ciottoli subarrotondati di natura prevalentemente arenacea



Foto 12 Terrazzo marino in corrispondenza dell'abitato di Corniglia

Depositi di Spiaggia: Per quanto concerne i depositi di spiaggia si precisa che si tratta generalmente di depositi di origine antropica, formati cioè in epoca molto recente e conseguenti alle due fasi dei lavori di realizzazione della linea ferroviaria Genova-Roma (1860 e 1960 circa). In particolare la realizzazione sia del tracciato originario che della variante hanno necessitato dello scavo di diverse gallerie i cui materiali di risulta sono stati scaricati direttamente in mare.

Conseguentemente si sono formate diverse spiagge, quali ad esempio quella di Corniglia, che sono andate progressivamente smantellandosi per azione del mare. Tale processo è stato rallentato unicamente dal verificarsi di fenomeni di frana costiera (tipo *debris flow*) e dalle opere antropiche di rinascimento.

Tuttavia si possono anche distinguere piccole spiaggette naturali che possono essere suddivise in due diverse tipologie in ragione della granulometria media del deposito:

- *spiagge prevalentemente sabbiose* con in subordine livelli costituiti da ciottoli e ghiaie (talvolta rimaneggiate con componenti antropiche);
- *spiagge ad alta energia* a dominante granulometria grossolana (ciottoli), e spesso alimentate da fenomeni gravitativi incipienti a monte.



Foto 13 - La spiaggia di Monterosso al Mare

Dall'orientamento dei principali processi erosivi presenti sulla costa sono state inoltre rilevate le direzioni preferenziali dell'erosione costiera derivante dall'andamento delle correnti che risultano avere un andamento da SSE verso NNO.

❑ **DEPOSITI DETRITICI ELUVIO - COLLUVIALI**

Tali coltri sono originate dall'alterazione spinta della roccia in posto, il materiale

così prodotto è stato poi movimentato dalle acque dilavanti lungo il versante fino a ridepositarsi in aree diverse rispetto a quelle in cui si è generato. Sono state indicate le coltri di spessore superiore ai 3 metri. Le caratteristiche di queste coltri sono strettamente legate a quelle dell'ammasso roccioso che le ha generate. Tali coltri sono maggiormente diffuse nelle formazioni sedimentarie a carattere flyschoidi.

□ **FORME E PROCESSI GRAVITATIVI**

Con questa terminologia si indicano tutti i fenomeni franosi presenti sul territorio. Nella carta sono stati distinte le frane attive dalle frane quiescenti. Queste ultime rappresentano accumuli detritici attualmente in condizioni di equilibrio, ma potenzialmente instabili.

I fenomeni franosi presentano una diversa tipologia di movimento che dipende prevalentemente dalla litologia del materiale coinvolto. Dalle analisi fatte si è riscontrato che in tutto il bacino prevalgono le frane di crollo presenti nelle litologie fratturate quali le Arenarie zonate e le serpentiniti seguite da frane per scorrimento rotazionale e da frane di tipo complesso, localizzate nelle Argille a Palombini, nel Complesso di Monte Veri e nel Complesso di Canetolo; numerosi sono anche i *debris flows lineari*, tali tipologie di frane sono localizzate soprattutto lungo la costa e la loro evoluzione, riattivazione e migrazione verso monte è fortemente influenzata dall'effetto dell'erosione marina.

Con l'occasione si è provveduto alla revisione delle mappature e dei livelli di rischio delle aree classificate in frana riportate nella D.G.R. n.1411 del 26.11.1999; di seguito sono descritti i fenomeni franosi più rilevanti presenti all'interno del Bacino, i quali assumono un valore di rischio elevato o molto elevato e sui quali verranno previsti gli interventi di mitigazione e quindi indirizzati i relativi finanziamenti.

□ **FRANA DI GUVANO SAN BERNARDINO (COMUNE DI VERNAZZA)**

Le problematiche relative all'origine ed all'evoluzione del dissesto sono state da tempo definite e sono note in letteratura¹ anche per l'interazione che la frana ha avuto con la realizzazione e la salvaguardia del primo tracciato della linea ferroviaria Genova-Roma.

L'ultima manifestazione di attività a grande scala è ricordata dal Guidoni²: la notte fra il 26 ed il 27 dicembre 1853 si sarebbe manifestato un ampio collasso, l'ultimo di cui si abbia notizia, che sarebbe andato ad interessare perfino il sottostante golfo e l'antistante specchio di mare.

Dal punto di vista morfologico sono riconoscibili sul terreno le fasce caratteristiche della nomenclatura della frana:

- **testata** - si localizza sotto l'abitato di S. Bernardino (q. 350 ca. s.l.m.) e si estende verso oriente fino alla località Fornacchi. Nell'ambito dell'ampio anfiteatro che descrive sono riconoscibili diversi settori a grado differente di attività:

¹ DE STEFANIS A., MARINI M., TERRANOVA R. e DE LUIGI G. *I movimenti franosi di Guvano e Rodalabia nelle Cinque Terre e i loro riflessi sulla morfologia della costa ligure e sugli insediamenti*. Mem. Soc. Geol. It., 19 (1978), 161-167.

² GUIDONI G. in Atti Soc. Geol. It., in occasione del XXI congresso tenutosi a La Spezia il 7 settembre 1902.

- un settore occidentale, quiescente, che lambisce l'abitato di San Bernardino, oggi bonificato a fasce e parzialmente rimboschito, ma caratterizzato dalla presenza di un ciglio in arretramento attivo;
- un settore orientale pure quiescente, terrazzato artificialmente e bonificato, che non conserva rapporti diretti con il vicino corpo in riattivazione di località Caruso dal quale è separato;
- un settore centrale, evidente per l'affioramento delle argilliti con intercalazioni calcaree e calcarenitiche, tutt'oggi in attività con scarico di materiale litoide diretto verso il sottostante canalone, la strada provinciale e più indirettamente verso il sentiero pedonale.



Foto 14 - Il ciglio di arretramento della frana di Guvano che lambisce l'abitato di San Bernardino.

- **lizza** - presenta andamento a ventaglio, da ampio e spazioso secondo l'estensione della testata subisce un brusco restringimento intorno a quota 100 m s.l.m., in corrispondenza del quale confluiscono anche alcuni conoidi di materiale prevalentemente arenaceo, recenti, che provengono da aree in erosione della fiancata orientale del vallone. Anche in questo settore si rilevano fenomeni di interessamento da parte della strada provinciale, per i quali è già stato predisposto un progetto preliminare ed una richiesta di finanziamento ai sensi della L.R. 46/96 per l'annualità 2001;
- **conoide** - si manifesta con un grande accumulo detritico a forma di ventaglio, affacciato sul mare, che ha riempito il golfo roccioso prospiciente e che è stato il settore maggiormente interessato dalle opere di bonifica e stabilizzazione poste in essere dalle FF.SS.:
 - costruzione di un muro di sottoscarpa alla linea ferroviaria e rivestimento del piede di frana;
 - modellazione con un angolo di riposo molto basso della parte immediatamente a monte della sede ferroviaria;
 - protezione del conoide mediante ampia scogliera;
 - esecuzione di opere complementari: muri a secco per il contenimento dei materiali sciolti, un grande muro ad arco per arrestare i materiali di frana,

canalizzazioni per la raccolta delle acque di precipitazione ed un collettore per il deflusso in mare.



Foto 15 - Le difese a mare predisposte dalle FF.SS. nell'attuale stato di dissesto.

L'effetto principale di questi interventi è stata l'inibizione all'aggressione operata dall'ondazione, soprattutto dei mari di libeccio, e quindi la stabilizzazione del corpo detritico.

A seguito del trasferimento in galleria della linea ferroviaria è venuta a mancare l'opera manutentiva delle FF.SS. e conseguentemente si è manifestata una crescente perdita di funzionalità delle opere.

In particolare è stato parzialmente messo allo scoperto il fronte in materiale argilloso ed arenaceo del corpo di frana che, aggredito dall'ondazione durante le mareggiate che sorpassavano i residui della scogliera protettiva, è in via di smantellamento, asportato verso le batimetrie immediatamente sottostanti come evidenziano le scie chiare in foto 7.

Tale meccanismo è destinato ad accrescersi nel futuro non appena il mare avrà demolito le ultime resistenze delle scogliere e, conseguentemente, l'azione diverrà più incisiva anche sul piede dell'accumulo con migrazione in arretramento dei risentimenti.

L'attività più preoccupante risulta essere quella in corrispondenza della porzione centrale della testata di frana, ed in corrispondenza della strada provinciale 64 San Bernardino - Corniglia.

Tale frana è classificata a rischio molto elevato con D.G.R: 1411 del 26.11.1999 con il numero **030-313-R4**).

❑ ALTRE FRANE NEI DINTORNI DI CORNIGLIA

Lungo la S.P. 62 San Bernardino- Corniglia si rilevano numerosi fenomeni franosi del tipo scivolamento o scorrimento e più generalmente di tipo complesso, che presentano corpi detritici consistenti e sono stati innescati dalla concomitanza di fattori fra cui la natura fortemente argillitica del complesso di Monte Veri, la tettonica e la forte pendenza dei versanti. Ne sono chiari esempi la frana del *Macereto*, e l'estesa paleofrana, in gran parte erosa, di *Rodalabia* ad est di Corniglia.

Tali fenomenologie, unite al diffuso disordine idrologico superficiale, determinano un pericolo per il transito e la deambulazione sia sulla strada provinciale che sui sentieri turistici presenti.

Tali fenomenologie, unite al diffuso disordine idrologico superficiale, determinano un pericolo per il transito e la deambulazione sia sulla strada provinciale che sui sentieri turistici presenti.



Foto 16 - Le frane di Guvano-San Bernardino e Caruse viste da Corniglia

❑ LA FRANA DI SOVIORE

Il dissesto di Soviore ha avuto come manifestazione più evidente i risentimenti indotti sulle opere di presidio al Santuario omonimo (soprattutto il muraglione di contenimento del piazzale antistante il sagrato e la foresteria) ed alcuni edifici adiacenti.

Per quanto concerne il santuario e le opere di presidio sono stati posti in essere interventi di sistemazione e salvaguardia (palificata tirantata a protezione del muraglione e regimazione idraulica superficiale e sub-superficiale) in diverse riprese.

I risentimenti sulle strutture, in un passato più recente, si sono manifestate anche sugli edifici presenti a sud del complesso religioso, evidenziando l'attività del movimento.

Anche in questo ambito sono stati eseguiti, in passato, alcuni interventi che sono stati limitati però alla sola regimazione idraulica superficiale (realizzazione di canalizzazione a cielo aperto di raccolta delle acque della strada provinciale e della strada proveniente dal Monte Bardellone).



Foto 17 La frana di Soviore

Successivamente, anche a seguito di un contenzioso apertosi fra i proprietari degli edifici e l'Amministrazione Provinciale, la Comunità Montana della riviera Spezzina ha chiesto ed ottenuto (D.G.R. n° 1627 del 29.05.1998) un finanziamento finalizzato alla realizzazione di drenaggi profondi e palificate che, alla data di stesura del presente rapporto, non risulta ancora ultimato.

Al di là dello stato di conservazione delle strutture, della regimazione idrica superficiale e sub-superficiale (certo sempre migliorativa) risulterebbe che almeno uno degli edifici lesionati sia dotato di fondazioni profonde. Tale situazione sarebbe indice di una fenomenologia certamente più complessa che non quella ascrivibile alla semplice mancata regimazione idrica superficiale ed all'imbibizione che innescherebbe il continuo riattivarsi dei movimenti con preferenza in alcune aree.

Anche ultimamente sono stati eseguiti nuovi interventi di ristrutturazione del complesso religioso che non è dato sapere quanto abbiano influito sulla situazione generale.

❑ **LA FRANA DI RODALABIA (CORNIGLIA).**

La frana di Rodalabia si estende lungo il versante a monte della linea ferroviaria Genova-Roma fino ad oriente dell'abitato di Corniglia, si tratta di una frana quiescente che attualmente appare stabilizzata.

Sul terreno si distingue buona parte della testa di frana che si estende nell'ambito di affioramento delle Arenarie del Macigno, con ciglio di distacco che presenta concavità rivolta verso mare e raggiunge la quota massima di m 400.

L'area corrispondente alla parte alta della testa risulta ricoperta da macchia boschiva e da coltivazioni a vite in fasce artificiali con muri a secco.

Il corpo di accumulo è costituito da una matrice fine, argillosa-siltosa, con scheletro fortemente eterodimensionale: scaglie argilloscistose, ciottoli e blocchi (fino a diversi metri cubi) di arenaria o in forma di pacchi di strati argilloscistosi più o meno siltosi.

Nell'ambito del corpo di frana sono state riconosciute numerose direttrici di spostamento e di fluitazione dei materiali, che si diversificano fra loro sia per le posizioni e i meccanismi, sia per i tempi diversi nei quali essi si sono mossi. Il corpo di frana quiescente è oggi contenuto al piede da una serie di opere ciclopiche realizzate, a dalle FF.SS. ed è completamente terrazzato con muri a secco, costellati da poche case sparse (la concentrazione massima è all'intorno della stazione ferroviaria), e da un breve tratto di strada.

L'accumulo è ricco di acqua, come stanno a testimoniare le numerose emergenze idriche al piede.

Le cause all'origine della frana sono da ricercare nella situazione tettonica locale che ha fortemente compromesso l'integrità dell'ammasso roccioso, nel contrasto tra arenarie ed argilliti e nell'azione di scalzamento operata dal mare.

Allo stato attuale la frana è da considerarsi stabilizzata in quanto sul terreno non sono stati rilevati segni di attività del movimento, inoltre l'azione di scalzamento al piede del corpo di frana operata dal mare è terminato nel momento di realizzazione delle opere ferroviarie. La spiaggia sottesa, originariamente alimentata dall'attività della frana, è stata sostituita da quella ingenerata dallo scarico a mare dei materiali di risulta dalla realizzazione delle gallerie ferroviarie ed è oggi in forte arretramento per mancanza di apporto naturale. Per il futuro è prevedibile che continui l'azione indotta dall'inserimento della sede ferroviaria; tuttavia sarebbe da approfondire e verificare la presenza e l'eventuale entità della falda e valutata l'entità delle spinte esercitate contro i manufatti che potrebbero essere attenuate da un intervento di emungimento e controllo della medesima.

In previsione futura bisogna considerare anche la progressiva riduzione della spiaggia e il conseguente e abbassamento del fondale marino prospiciente alla stazione FF.SS. che porranno seri problemi per la conservazione dei muraglioni di contenimento della linea medesima.



❑ IL DEBRIS FLOW DI VOLASTRA.

La frana in oggetto interessa un ampio areale (circa 50.000 mq) che dal livello del mare si arretra fino a lambire, a seguito delle ultimissime mobilitazioni, gli edifici più esterni dell'abitato omonimo.

Si tratta di un classico *debris flow* lineare originato dalla concomitanza di vari fattori tra cui:

- stato di alterazione e soprattutto fratturazione dell'ammasso roccioso;
- acclività accentuatissima, superiore al 100% (falesia);
- azione di scalzamento al piede operata dal mare;
- concomitanza con crisi meteorologiche;
- mancata manutenzione delle opere antropiche (terrazzamenti).



Foto 18 Debris flow di Volastra in un'immagine di alcuni anni fa, attualmente la situazione è peggiorata a causa dell'alluvione del Novembre 2000.



Figura 18 - Vista parziale del debris flow di Volastra dal ciglio di arretramento.

Questo fenomeno è preoccupante unicamente in funzione della sua evoluzione caratterizzata dall'arretramento verso monte del ciglio di distacco attivo che andrà ad interessare sempre più da vicino la frazione di Volastra. In quest'ottica la zona è stata classificata come area a rischio molto elevato **(024-180-R4)** con D.G.R. 904 del 03.08.2001; i riflessi sulla sentieristica e la fruizione della sottostante spiaggia appaiono, quindi, del tutto secondari.

❑ **LA VIA DELL'AMORE ED IL SENTIERO AZZURRO.**

La via dell'Amore ed il sentiero Azzurro sono da sempre soggetti all'azione di scarico di frane di crollo e *debris flow* analoghi a quello descritto per Volastra. Questo è dovuto alla disposizione a franapoggio degli strati di arenarie zonata unita alla presenza di una assetto tettonico a pieghe e all'azione erosiva del mare.

❑ **ZONE SOTTOPOSTE AD EROSIONE DIFFUSA**

Questa terminologia è stata utilizzata per campire le aree dove la distribuzione dei dissesti è talmente diffusa che non è possibile distinguere il singolo fenomeno.

Si nota che questa fenomenologia è maggiormente evidente lungo versanti molto acclivi, con presenza di litologie fortemente alterate e fratturate.

All'interno dell'Ambito 19 queste zone costituiscono un'ampia fascia di contorno alle frane attive che si rilevano nelle falesie costiere.

□ EROSIONE MARINA

Tutto il litorale compreso nell'Ambito 19, che va da punta Mesco fino a Punta Pineda è caratterizzato da una forte erosione marina che origina imponenti Falesie.

Il mare dominante che proviene da sud-est esercita un'azione disgregatrice sulle rocce che costituiscono il litorale, in quanto si tratta per lo più di materiali "indeboliti" dalla tettonica che ne ha condizionato l'intensa fratturazione e, talvolta, dalla giacitura che conserva rapporti geometrici di franapoggio rispetto ai versanti; questa concomitanza di fattori innesca grandi frane di crollo evidenziate nella cartografia.

Talvolta l'erosione al piede del versante, operata dall'azione del mare, può mettere in movimento accumuli detritici già presenti sul territorio, generando frane da scivolamento.

□ UNITÀ LAPIDEE STRATIFICATE

Nelle zone di affioramento delle formazioni lapidee stratificate quali le "Arenarie del Gottero" e il "Macigno" i caratteri geomorfologici emergenti sono legati principalmente a processi erosivi. Sono stati rilevati infatti fenomeni di ruscellamento superficiale e di denudamento delle rocce per erosione, fenomeni di erosione incanalata lungo gli impluvi a forte pendenza discendenti dai versanti.

I fenomeni gravitativi nel dominio delle Arenarie del Gottero, sono rari; l'unica frana di rilievo, presente a sud di Punta La Gatta, è imputabile, sostanzialmente, ad uno scivolamento planare a blocchi condizionato sia dalla giacitura a forte franapoggio degli strati arenacei (con inclinazione 45°) che dalle tecniche estrattive un tempo applicate in zona, che consistevano nel minare alla base gli strati provocandone il crollo.

La tipologia dei movimenti gravitativi sulle formazioni lapidee stratificate con interstrati siltosi ed argillosi è a scorrimento planare e rotazionale per giacitura a franapoggio degli strati; frequenti sono i fenomeni di crollo che avvengono per lo più lungo la costa marina per erosione al piede di scarpata e i debris flow lineari che si impostano lungo linee preferenziali di scorrimento delle acque

Le frane si originano generalmente in corrispondenza di forti fratturazioni delle rocce, lungo lineamenti e discontinuità strutturali (faglie, fratture, contatti litologici).

□ UNITÀ PREVALEMENTEMENTE ARGILLOSE

Le aree dominio del Complesso di Monte Veri e dell'Complesso di Canetolo, si differenziano da quelle in cui sono presenti le unità lapidee stratificate per una litologia caratterizzata da maggiore componente argilloso - scistosa. Nei terreni appartenenti a tali unità sono stati rilevati alcuni corpi di paleofrane instabili; l'instabilità che risulta principalmente dovuta alla giacitura sfavorevole degli strati che ne favorisce i movimenti in atto e alla natura litologica di queste formazioni.

L'affioramento del Complesso di Canetolo in corrispondenza della zona costiera genera una forte *propensione alla franosità* sulla scarpata marina a nord e a sud di Manarola.

❑ **UNITÀ LAPIDEE MASSICCE (IGNEE)**

Per quanto riguarda gli affioramenti della formazione delle serpentiniti e dei gabbri si riscontrano situazioni di limite di stabilità, sebbene siano presenti estesi processi di forte erosione principalmente legati al depauperamento degli affioramenti, talvolta i gabbri risultano particolarmente alterati fino a formare ampie coltri eluviali costituite da sabbie e argille. Tali unità sono interessate da processi gravitativi sono sia per crollo che rimangono localizzati nelle aree caratterizzate da forte fratturazione e su versanti a forti pendenze che per scivolamento nelle coltri detritiche di alterazione.

❑ **ZONA COSTIERA**

Lungo la costa i principali processi presenti sulla scogliera sono costituiti da fenomeni di franosità diffusa per crolli, e da *debris flow* lineare e areali; i versanti caratterizzati da forti pendenze e da pareti subverticali vengono interessati da crolli per scalzamento al piede della scarpata rocciosa. Tali processi sono particolarmente evidenti nel tratto di costa tra Riomaggiore e Corniglia.

Nella Relazione Idrologica-Idraulica allegata al presente Piano vengono riportate alcune considerazioni ed elaborazioni riguardanti l'evoluzione della linea di spiaggia.

❑ **CAVE E MINIERE**

Per quanto riguarda le attività estrattive sviluppate all'interno dell'ambito di bacino, bisogna riferirsi a situazioni del tutto sporadiche, spontanee e di origine molto antica. Le tracce delle coltivazioni legate ai giacimenti di materiali lapidei (soprattutto legati all'edilizia) sono praticamente scomparse ad eccezione di quelle ancora riconoscibili e delle quali si ha notizia per la zona della Punta Mesco e del Gigante (rispettivamente arenaria e talco).

❑ **DISCARICHE**

Nell'ambito territoriale sono presenti modestissime situazioni di discarica per R.S.U. e tutte dismesse e più o meno risistemate.

La situazione più macroscopica è la vecchia discarica, oggi quasi completamente inerbita, del comune di Monterosso al Mare che si localizza presso la località il Termine.

Altre situazioni minori sono distribuite in territorio di Vernazza:

- lungo la strada provinciale n. 63, appare parzialmente risistemata ed adibita a parcheggio. Non necessita di ulteriori interventi;
- presso la località Murro per la quale l'Area Difesa del Suolo della Provincia della Spezia, sulla base del fatto che il rilevato adibito a parcheggio non era mai stato autorizzato, che presentava problematiche di instabilità (Rapporto Geologico Preliminare redatto dallo Studio Associato Rizzi-Riccamboni per conto della Comunità Montana Riviera Spezzina) ed il presente tombino risulta fortemente insufficiente, aveva già espresso il parere che avrebbe dovuto essere smantellato. Tale

parere viene confermato in questa sede.



Foto 19 La discarica di R.S.U. presente in Località Termina che appare attualmente ripristinata e rinverdita

□ ACCLIVITÀ

Nella carta dell'acclività sono state evidenziate le zone a diversa pendenza divise secondo 7 classi riportate di seguito:

classe 1	pendenza del terreno compresa tra lo	0 ed il 10 %
classe 2	pendenza del terreno compresa tra il	10 ed il 20 %
classe 3	pendenza del terreno compresa tra il	20 ed il 35 %
classe 4	pendenza del terreno compresa tra il	35 ed il 50 %
classe 5	pendenza del terreno compresa tra il	50 ed il 75 %
classe 6	pendenza del terreno compresa tra il	75 ed il 100 %
classe 7	pendenza del terreno superiore al	100 %

Per quanto riguarda il legame tra l'acclività e la litologia si può osservare che per l'Ambito 19 non è stata individuata una diretta correlazione tra i due elementi.

Le zone ad acclività maggiore si localizzano in corrispondenza della fascia costiera in cui si hanno classi di acclività comprese tra il 75% e oltre il 100% e interessano le varie litologie presenti. In generale il territorio appare caratterizzato dalla predominanza della classe di acclività 5 (50-75%).

2.4. IDROGEOLOGIA

La carta idrogeologica è stata ottenuta analizzando le carte geologica e geomorfologica e redigendo una carta della permeabilità in cui sono riportate le fonti di prelievo idrico disponibile conosciute.

Le Formazioni affioranti nell'ambito di studio sono state suddivise a seconda dell'omogeneità dei caratteri fisici che determinano la permeabilità dei corpi rocciosi: litologia, ma soprattutto granulometria, grado di cementazione, grado di fratturazione.

Formazione	Permeabilità
Arenarie del M. Gottero	pf
Arenarie del Bratica	pf
Arenarie del Macigno	pf
Depositi detritici	pp
Depositi di spiaggia	pp
Argille a Palombini	sp
Argilliti di Monte Veri	sp
Argille e Calcari di Canetolo	sp
Diaspri	pf
Gabbri	pf
Serpentiniti	pf
Calcari di Groppo del Vescovo	pf
facies conglomeratica delle Arenarie del Macigno	pf
Marne del Torrente Pignone	sp

Nell'area di studio si osserva una netta predominanza di Formazioni permeabili per fessurazione, infatti rientrano in questa classe le Arenarie del Macigno, le Arenarie del Bratica, e i Calcari di Groppo del Vescovo. Questa classe comprende tutte le litologie costituite da rocce compatte che per motivi tettonici o strutturali mostrano un discreto grado di fratturazione. L'acqua circola attraverso le fratture seguendo vie preferenziali di scorrimento determinando in alcune zone un grado di permeabilità medio. La permeabilità è influenzata dalla distribuzione e dall'orientamento delle fratture.

Le formazioni semipermeabili o tendenzialmente impermeabili sono invece limitate alle Argille e Calcari di Canetolo e alle altre argilliti affioranti nell'area di studio come le Argilliti di Monte Veri e le Argille a Palombini.

I depositi detritici sciolti indipendentemente dalla loro natura, sono stati classificati come permeabili per porosità. In tali depositi la circolazione d'acqua, quindi la permeabilità dipende dalla dimensione dei vuoti intercomunicanti e conseguentemente dalla granulometria.

Rientrano in questa classe i depositi alluvionali antichi e recenti, terrazzati e non, le coltri eluvio-colluviale, gli accumuli di frana e le spiagge.

Proprio al contatto tra formazioni semipermeabili e permeabili (Argille a Palombini, Arenarie del Gottero, Serpentiniti) nella zona di Monterosso si individuano alcune sorgenti captate, mentre la quasi totalità dei pozzi captati è ubicata nei pressi dell'abitato di Monterosso al Mare.

Altre sorgenti captate si riconoscono nel territorio del Comune di Riomaggiore in corrispondenza dell'abitato di Groppo e della località Costa di Campione.

2.5. USO DEL SUOLO

(capitolo modificato con D.D.G. n. 2094 del 14/04/2021)

La carta di copertura e d'uso del suolo rappresenta il primo e principale strumento alla base di ogni razionale attività programmatoria, sia a livello locale, che regionale o sovraregionale; essa affianca l'attività di tipo pianificatorio e decisionale degli organi competenti in materia territoriale permettendo di:

- valutare quantitativamente e qualitativamente le caratteristiche attuali riguardo l'utilizzo umano della risorsa suolo;
- avere un primo quadro generale dei possibili equilibri tra la disponibilità della risorsa naturale e le richieste antropiche;
- indirizzare e programmare mediante incrocio con altre informazioni tematiche gli interventi correttivi necessari al razionale uso della risorsa suolo;
- essere di ausilio nel riconoscimento di problematiche legate all'utilizzo del suolo ed attivare studi a scala di maggior dettaglio.

La struttura della legenda della carta di copertura e d'uso del suolo, contiene le classi riportate nella Raccolta dei criteri per l'elaborazione dei piani di bacino redatta dalla Regione Liguria e deriva direttamente dalle classi Corine Land Cover. Nell'ambito della variante di aggiornamento del quadro del rischio (2020) la Carta dell'uso del suolo è stata aggiornata con l'utilizzo della "Carta di Uso del Suolo del territorio della Regione Liguria in scala 1:10.000" redatta dal Sitar/Regione Liguria nel 2009 con ultimo aggiornamento del 2015. A quest'ultima sono state apportate alcune correzioni/aggiornamenti specifici.

Nei seguenti paragrafi vengono descritte le singole classi di uso del suolo differenziate in legenda.

Superfici artificiali

La classe delle **superfici artificiali** differenzia sia gli insediamenti prevalentemente **residenziali**, suddivisi in quelli a **tessuto urbano continuo** o **discontinuo** in relazione alla densità degli insediamenti stessi (copertura superiore all'80 % nel primo caso e compresa tra 50 e 80 % nel secondo), sia gli insediamenti **industriali e commerciali**. Sono inoltre evidenziate le **infrastrutture** (suddivise in **reti stradali, ferroviarie e infrastrutture tecniche**, compresi i servizi a questi assimilabili) e le **aree portuali ed aeroportuali**. Sempre nelle aree urbane sono classificate a parte le **zone verdi urbane**, vale a dire giardini, parchi pubblici ed impianti ricreativi e/o sportivi, dove le aree verdi prevalgono sulle opere murarie (campeggi, campi da tennis, da calcio, ecc.). Fuori dalle aree urbane sono infine evidenziate le **aree estrattive** (aree di escavazione a cielo aperto e di escavazione sotterranea con relative **discariche**). E' inoltre indicata, con elemento lineare, la **viabilità** al di fuori delle aree densamente urbanizzate, con caratterizzazione in principale, strade provinciali o intercomunali, e secondaria.

Superfici agricole utilizzate

Per **seminativi**, sia asciutti che irrigui (assenti), si intendono i terreni interessati da coltivazioni erbacee avvicendate regolarmente arati e soggetti a regolare rotazione.

Per **colture permanenti** si intendono quei terreni in cui le piante (olivi, viti, alberi da frutto) hanno disposizione ordinata (a filari, a quadrati, a quinconce, ecc.) e rappresentano la coltura principale anche se, temporaneamente o permanentemente, consociati ad altre colture arboree o erbacee. Si distinguono **vigneti, frutteti ed oliveti**.

Per **prati e pascoli** si intendono sia quelli che partecipano al normale avvicendamento colturale (medicai od altro), che quelli non soggetti a rotazione colturale; includono zone per lo più pascolate ma anche periodicamente sfalciate. Si distinguono dal pascolo naturale per la tessitura più omogenea ed un miglior modellamento del terreno.

Gli ex coltivi comprendono superfici agricole abbandonate non soggette a coltura.

Le **praterie** comprendono aree foraggiere a bassa produttività, spesso situate in zone accidentate su superfici rocciose, roveti e arbusteti. Sulle aree interessate dalla classe non sono di norma presenti limiti di particelle (siepi, muri, recinti), intesi a circoscriverne e localizzarne l'uso.

Territori boscati e ambienti seminaturali

Le **zone boscate**, vengono classificate come tali allorché sia interessata almeno il 75% della superficie; nel limite di una percentuale minoritaria possono essere inclusi nell'unità di classificazione anche cespugli ed arbusti.

Le **zone caratterizzate da vegetazione arbustiva** sono formazioni vegetali basse e chiuse, composti principalmente di cespugli, arbusti e piante erbacee (eriche, rovi, ginestre dei vari tipi ecc.).

Le **zone con vegetazione rada o assente** sono suddivise nelle aree nude propriamente dette, rappresentate dalle **spiagge, dune e sabbie** (comprendenti sabbie fluviali e costiere ed i ghiaioni dei corsi d'acqua) e dalle **rocce, falesie, rupi, affioramenti** (zone interessate da fenomeni erosivi diffusi e rilevanti per le quali sarebbero necessari consistenti interventi di sistemazione per il loro recupero ambientale, comprendenti sia le zone montuose vere e proprie sia le aree con elevata pietrosità e rocciosità superficiale), e nelle **aree con vegetazione rada** per motivi edafici (copertura inferiore al 20 %) o per altri motivi come nelle **aree percorse da incendi**.

Zone umide interne

Sono zone non boscate, parzialmente, temporaneamente o permanentemente saturate da acqua stagnante o corrente

Corpi idrici

Sono comprese in questa classe tutte quelle aree in cui la presenza d'acqua ha carattere permanente ovvero la sua assenza é per lo meno occasionale e/o limitata nel tempo e si suddividono in **acque continentali**, con i **corsi d'acqua**, e i **corpi d'acqua** (ogni specchio d'acqua permanente, di origine sia naturale che artificiale, lago, bacino, stagno, ecc.) e in **acque marittime**, rappresentate dai **mari**.

Analisi dell'uso dei suoli

A livello totale di ambito la distribuzione dell'uso del suolo è ampiamente dominato dal bosco con oltre il 53% della superficie totale, che si distribuisce a quote medio alte, seguito dagli arbusteti con il 13% posti in prevalenza lungo i crinali; vasta appare tra le zone agrarie la superficie occupata da vigneti e oliveti (18%) e dagli ex coltivi (7%), per la quasi totalità vigneti e oliveti terrazzati. Le altre superfici afferiscono alle rocce (2%), alla vegetazione rada (1%), urbano (3%).

La distribuzione dell'uso del suolo nei Comuni segue all'incirca le stesse tendenze di distribuzione statistica, infatti nei tre comuni interessati dal piano, Monterosso al Mare, Vernazza e Riomaggiore, dominano le aree boscate (rispettivamente con il 52%, il 54% e il 54%), seguite dagli arbusteti (con il 12%, il 14% e il 13%) e dagli ex coltivi (6%, 7% e 8%).

Tale precedente analisi mette in risalto da una parte la presenza in misura statisticamente cospicua di elementi di estrema naturalità, quali i boschi e gli arbusteti, dall'altra motivi di estrema preoccupazione ambientale legata soprattutto all'alta percentuale di superfici ex agricole abbandonate quasi totalmente terrazzate che si vanno rinaturalizzando spontaneamente, senza alcun intervento preventivo che ovvi alle problematiche innescate dalla perdita di efficienza, soprattutto dal punto di vista idraulico, allorquando vengano a mancare gli effetti delle sistemazioni idrauliche agrarie minori, quali muretti a secco, ciglioni, acquidotti, etc.

Si allegano di seguito le tabelle di analisi statistica per la superficie totale dell'ambito e per Comune.

Cod. Uso suolo	Descrizione	Superficie totale (ha)	% su superficie totale
1.1.1.1 e 1.1.1.2	Tessuto urbano continuo	30,335	1,1%
1.1.2.1 e 1.1.2.2	Tessuto urbano discontinuo	32,352	1,2%
1.2.2.2, 1.2.2.3 e 1.2.2.4	Reti autostradali, ferroviarie e spazi accessori	15,259	0,5%
2.2.1 e 2.2.1.1	Vigneti	296,848	10,6%
2.2.3	Oliveti	198,048	7,4%
2.3.1	Prati e pascoli	0,887	0,05%
2.4.2 e 2.4.3	Zone agricole eterogenee	70,898	2,5%
2.2.1.2 e 2.2.3.1	Ex coltivi	206,395	7,4%
3.1.*	Zone boscate	1505,75	53,7%
3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4	Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva	359,01	12,8%
3.3.1	Spiagge, dune	0,290	0,01%
3.3.2	Rocce nude	48,906	1,7%
3.3.3	Aree con vegetazione rada	27,642	1%
	Altre	11,014	0,4%
TOTALE		2803,634	100%

Nome comune	Cod. Uso suolo	Superficie (ha)	Superficie totale Comune (ha)	% su superficie totale
Monterosso al mare	1.1.1.1 e 1.1.1.2	12,620		1,8%
	1.1.2.1 e 1.1.2.2	12,794		1,8%
	1.2.2.2, 1.2.2.3 e 1.2.2.4	1,784		0,3%
	2.2.1 e 2.2.1.1	27,385		3,9%
	2.2.3	84,073		11,9%
	2.4.2 e 2.4.3	46,662		6,6%
	2.2.1.2 e 2.2.3.1	45,164		6,4%
	3.1.*	366,486		52%
	3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4	82,021		11,6%
	3.3.2	3,742		0,5%
	3.3.3	12,516		1,8%
	altre	9,009		0,9%
			704,256	
Riomaggiore	1.1.1.1 e 1.1.1.2	11,450		1,1%
	1.1.2.1 e 1.1.2.2	11,944		1,2%
	1.2.2.2, 1.2.2.3 e 1.2.2.4	10,793		1%
	2.2.1 e 2.2.1.1	149,516		14,6%
	2.2.3	19,271		1,9%
	2.4.2 e 2.4.3	13,276		1,3%
	2.2.1.2 e 2.2.3.1	85,687		8,3%
	3.1.*	556,811		54,2%
	3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4	130,638		12,7%
	3.3.2	26,100		2,5%
	3.3.3	9,188		0,9%
	altre	0,661		0,1%
			1026,498	
Vernazza	1.1.1.1 e 1.1.1.2	6,264		0,6%
	1.1.2.1 e 1.1.2.2	7,614		0,7%
	1.2.2.2, 1.2.2.3 e 1.2.2.4	2,682		0,3%
	2.2.1 e 2.2.1.1	117,528		11,1%
	2.2.3	93,705		8,9%
	2.3.1	0,887		0,1%
	2.4.2 e 2.4.3	10,959		1%
	2.2.1.2 e 2.2.3.1	75,544		7,2%
	3.1.*	571,738		54,2%
	3.2.2, 3.2.3 e 3.2.4	143,790		13,6%
	3.3.2	18,123		1,7%
	3.3.3	4,500		0,4%
	altre	2,281		0,2%
			1054,728	

2.6. DESCRIZIONE DELLA RETE IDROGRAFICA

L'analisi dell'area di studio, effettuata utilizzando la cartografia e le foto aeree a disposizione, ha permesso di caratterizzare idrograficamente il territorio, consentendo la realizzazione della *Carta dei bacini imbriferi e del reticolo idrografico*, prodotta alla scala di 1:10.000, che riporta appunto la rappresentazione cartografica del reticolo idrografico e dei bacini imbriferi.

L'analisi del reticolo idrografico facente capo all'area oggetto di studio, che è stata effettuata seguendo metodologie ricavate dalla bibliografia esistente, mette in risalto due tipologie fondamentali di drenaggio: il subdendritico e il subparallelo

Il pattern subdendritico è caratterizzato da un corso d'acqua principale che si suddivide in rami sempre minori procedendo verso monte; inoltre si intravede un orientamento preferenziale di alcuni rami secondari che risultano subparalleli tra loro, ciò è imputabile ad un debole controllo strutturale. Il *pattern* subdendritico è tipico di materiali poco permeabili a tessitura fine con frequenti intercalazioni argillose

Il tipo subparallelo è caratterizzato da rami tributari, paralleli tra loro, che confluiscono nel collettore principale formando angoli molto vicini all'angolo retto, questo pattern caratterizza aree a strati geologici uniformemente inclinati, per cui è l'elemento strutturale che condiziona l'andamento dei corsi d'acqua. Tale tipologia è, però anche caratteristica di reti fortemente antropizzate.

La gerarchizzazione del Reticolo idrografico (asta di ordine 1, 2, n) è stata individuata secondo la metodologia di A.N. Strahler (1958).

Tale metodologia permette di individuare l'ordine delle aste fluviali, l'ordine è caratterizzato da numeri progressivi (da 1 a 5 nel caso in esame), evidenzia il grado di complessità del reticolo e quindi di maggiore articolazione del bacino. Il numero d'ordine è crescente con la complessità. Lungo la rete il passaggio ad un ordine superiore si verifica in corrispondenza della connessione tra due corsi d'acqua di pari ordine, mentre rimane inalterato a seguito della confluenza di un corso d'acqua in uno di ordine superiore.

Questa metodologia permette di determinare vari parametri geomorfologici (quali rapporto di biforcazione, rapporto di area, etc.) che permettono sia una descrizione sintetica delle caratteristiche del bacino sia la taratura dell'idrogramma unitario (IUH), per la lettura dei valori numerici di questi parametri si rimanda alla relazione idrologica. La forma del bacino è stata sinteticamente descritta attraverso il seguente coefficiente di forma:

$$F = \frac{0.9L}{\sqrt{A}}$$

dove L è la lunghezza dell'asta principale e A è la superficie del bacino. Maggiore è il valore di F e più la forma del bacino è allungata.

In particolare sulla carta sono stati riportati, a colori, i seguenti tematismi:

- il limite dei bacini idrografici;
- il limite dei sottobacini idrografici;

- i corsi d'acqua individuati con colori differenti a seconda del loro ordine;
- il limite esterno dell'area di studio corrispondente all'Ambito 19.

La base topografica utilizzata è costituita dalle carte tecniche regionali in scala 1:5.000.

Caratteristiche generali dei bacini esaminati

L'analisi della carta dei bacini imbriferi e del reticolo idrografico, redatta in scala 1:10000, è stata effettuata a livello di Comune, che in quest'ambito e per tutte le altre cartografie prodotte rappresenta la più adatta unità descrittiva.

Comune di Monterosso al Mare

I bacini facenti capo al Comune di Monterosso al Mare condividono lo spartiacque dell'Appennino Ligure, lo spartiacque è molto evidente e segue, in direzione nord-ovest - sud-est, le pendici del Monte Focone (486 m s.l.m.), prosegue passando per Montenegro (443 m s.l.m.), Monte Rossini (455 m s.l.m.), Monte Molinelli (396 m s.l.m.) e Monte Soviore (618 m s.l.m.) che rappresenta il rilievo più elevato.

I sottobacini hanno un andamento piuttosto regolare da NE a SO e le aste degli affluenti ai corsi d'acqua principali convergono in maniera uniforme; la tipologia di drenaggio è di tipo dendritico. Alcuni piccoli torrenti hanno uno sbocco diretto a mare facendo configurare un andamento di tipo parallelo o sub-parallelo.

I corsi d'acqua principali sono il Rio Fegina, il Rio Delle Rocche, il Rio Portanelli ed il Rio Acquapendente.

Comune di Vernazza

I bacini facenti capo al Comune di Vernazza sono delimitati anch'essi a nord dallo spartiacque appenninico, in direzione nord-ovest - sud-est si ritrovano i rilievi facenti capo alle pendici del Monte S.Croce (621 m s.l.m.), prosegue passando per il M. Malpertuso (814 m s.l.m.) che rappresenta il rilievo più elevato, M. Castello (745 m s.l.m.), Monte Gaginara (771 m s.l.m.) e Monte Marvede (699 m s.l.m.).

Anche in questo caso i sottobacini hanno un andamento da NE a SO; la tipologia di drenaggio è di tipo dendritico ed alcuni piccoli torrenti hanno uno sbocco diretto a mare con tipologia di drenaggio di tipo parallelo o sub-parallelo.

I corsi d'acqua principali sono il Fosso Mulinaro, il Fosso Crovarla, il Canale di Vernazza, cui fa capo il più grosso sottobacino, il Fosso Canaletto ed il Fosso della Groppa.

Comune di Riomaggiore

I bacini facenti parte del Comune di Riomaggiore sono delimitati a nord dallo spartiacque appenninico procedono con andamento nord-ovest - sud-est, seguendo le pendici del Monte Cuna (776 m s.l.m.), passando per Monte Capri (785 m s.l.m.) che rappresenta il rilievo più elevato, Monte Galera (726 m s.l.m.), Monte La Croce (637 m s.l.m.), Monte Verrugoli (741 m s.l.m.), Monte Fraschi (526 m s.l.m.) e dai Monti Della Madonna (528 m s.l.m.), sino a digradare verso il mare.

I sottobacini hanno un andamento piuttosto regolare da NE a SO e le aste degli affluenti ai corsi d'acqua principali convergono in maniera uniforme; la tipologia di drenaggio è di

tipo dendritico, tranne che per alcuni piccoli torrenti che hanno sbocco diretto al mare con drenaggio di tipo parallelo o sub-parallelo.

I corsi d'acqua principali sono il Fosso Gallera, il Fosso di Crora, il Canale Ruffinale, il Fosso della Parassina, il Fosso Serra.

2.7. IDROLOGIA DI PIENA

I procedimenti seguiti per la determinazione delle portate di piena di assegnata frequenza probabile nelle sezioni di interesse previste in progetto sono illustrati in dettaglio nella *Relazione Idraulica* e relativi annessi, costituenti parte integrante del presente piano.

La metodologia seguita può riassumersi essenzialmente nelle seguenti fasi così come definito nel “Rapporto Finale” CIMA n° 8/99 del 31 luglio 1999, riguardante la “*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini Liguri*”:

- a) Scelta delle linea segnalatrice di probabilità pluviometrica;
- b) Stima della precipitazione efficace;
- c) Stima del tempo di risposta del bacino;
- d) Calcolo dell’evento critico per assegnato tempo di ritorno;
- e) Metodologia di stima della portata per assegnato tempo di ritorno;
- f) La valutazione delle caratteristiche di tipo idrologico del suolo e di uso del suolo, per la definizione del modello di rifiuto del terreno.

La determinazione del regime delle precipitazioni di massima intensità nelle zone di intervento, in assenza di serie storiche di osservazioni idrometriche, condotte in modo sistematico lungo i tratti dei corsi d’acqua o idrologicamente analoghe ad esse, risulta, come è noto, preliminarmente alla stima delle portate di massima piena.

La stima di tipo indiretto, viene fatta a partire dalle leggi di valutazione regionale.

A tale scopo è stata presa in considerazione la relazione proposta dalla Regione Liguria nel Luglio 1999, a seguito dell’attività di ricerca condotta dal CIMA (Centro di ricerca in Monitoraggio Ambientale dell’Università di Genova) in applicazione alla convenzione tra i due Enti suddetti, denominata “*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini Liguri*”.

La forma proposta per le curve di possibilità pluviometrica segue una relazione del tipo:

$$h_T(d) = K_T E[H_1] d^n$$

dove con $h_T(d)$ si indica l’altezza di precipitazione attesa, in mm, per un evento di durata d ore per un periodo di ritorno di T anni; con K_T fattore moltiplicativo di frequenza, dipendente unicamente dal periodo di ritorno considerato; con $E[H_1]$ il valore atteso della pioggia massima annuale per la durata di 1 ora nella zona in esame; con n l’esponente regionale di scala.

Operativamente i valori del fattore di frequenza K_T si ottengono, per i periodi di ritorno di più frequente utilizzo, dalla sottoriportata tabella 3.5.1 di cui al documento di “*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini Liguri*”; per n è stato stimato un valore regionale pari a 0.39.

T (anni)	K _T
30	1.88
50	2.10
100	2.43
200	2.78
500	3.28

Tabella 3.5.1 valori del fattore di frequenza K_T per i valori del periodo di ritorno di più frequente uso comune

Per ogni bacino considerato si è proceduto a determinare la longitudine di un punto che ne sia geograficamente rappresentativo, cioè del suo baricentro o “centroide” e quindi, mediante la consultazione della tabella di cui al documento di “*Caratterizzazione delle precipitazioni intense e delle portate di piena per i bacini Liguri*” si è ricavato il corrispondente valore di E[H₁]; per valori di longitudine non tabellati si è proceduto ad un’interpolazione lineare tra il valore precedente e quello successivo.

Per la stima della precipitazione efficace è stato utilizzato il metodo proposto da Fantoli, tale metodo si basa sul calcolo del coefficiente di deflusso Φ, rapporto fra la pioggia netta (afflusso efficace) e la pioggia lorda (afflusso totale) risultando:

$$\Phi = 0.2811\Phi_* H(d, T)^{1/3} = C_F H(d, T)^{1/3}$$

nella quale Φ_{*} è il valore assegnato al coefficiente di deflusso standard, valutato per una precipitazione di durata standard pari ad 1 ora e intensità standard pari a 45 mm/ora.

Il coefficiente C_F è stato stimato facendo riferimento al metodo sviluppato dal Soil Conservation Service (USDA) detto CN:

$$C_F = \frac{3}{4} \left(4 * 25.4 \frac{1000 - 10CN}{CN} \right)^{-1/3}$$

Il legame fra il tempo di corrivazione di un bacino t_c, e le grandezze fisiche di maggior rilievo per la sua quantificazione non può prescindere dal valore di area drenata, che per ambiti morfologicamente omogenei risulta essere sufficiente alla sua determinazione.

Si è quindi ipotizzata valida la seguente relazione:

$$t_c = 0.25 + 0.27\sqrt{A}$$

nella quale t_c è ottenuto in ore con A in Km².

Questo valore è stato assunto come tempo base, t_b di un idrogramma unitario istantaneo, h(t), avente forma triangolare, risposta di picco h_p=2/t_b e tempo al picco pari a t_p.

Si definisce evento critico per assegnato tempo di ritorno quell’evento caratterizzato da una durata tale da realizzare il massimo della portata di picco dell’idrogramma.

$$Q_C = ct_b^{-x} \left\{ 2 \left[\frac{2(1-x)}{2-x} \right]^{1-x} - \left[\frac{2(1-x)}{2-x} \right]^{2-x} \right\}$$

espressa in mm/ora e nella quale:

$$c = 0.2811 \Phi a_T^{4/3} = C_F a_T^{4/3} \quad x = 1 - \frac{4}{3} n$$

La durata critica per la quale si realizza tale massimo è:

$$t = t_b \frac{2(1-x)}{2-x}$$

La portata con tempo di ritorno 2.9 anni viene calcolata con la seguente espressione:

$$Q_{2.9} = 0.3 * A * C_F * a_{2.9}^{4/3} * t_b^{-0.48} \quad \text{con A area espressa in Km}^2$$

le portate per tempi di ritorno diversi si ottengono dalla:

$$Q_T = K_T Q_{2.9}$$

con K_T fattore di frequenza delle portate, come dalla tabella seguente:

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

La portata dei bacini aventi area minore di 2 Km² è stata calcolata assumendo un valore del contributo unitario pari a quello corrispondente a superfici avente area drenata pari a 2 Km²

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

nella quale A è la superficie drenata espressa in Km², $U_{A=2}$ è il contributo unitario per area pari a 2 Km², e K_T il fattore di frequenza delle portate (vedi tab. precedente).

Il Coefficiente $U_{A=2}$, espresso in $m^3 s^{-1} km^{-2}$ è fornito, in funzione del tipo di bacino e della sua posizione geografica dalle tabb. seguenti tratte dalla citata pubblicazione guida regionale:

Classificazione dei bacini regionali per la stima del valore di CN

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

Il modello di rifiuto del terreno consente di determinare il flusso di ruscellamento, ossia di depurare lo ietogramma lordo, dagli effetti dell'intercettazione da parte del manto vegetale, della detenzione superficiale nei piccoli invasi naturali, dell'infiltrazione nei suoli permeabili e della saturazione del terreno, valutando così l'intensità della pioggia netta, che affluendo in rete, da luogo al deflusso diretto.

Il modello di rifiuto del terreno adottato, Metodo *Curve Number* del *Soil Conservation Service* (di tipo empirico) è quello che sembra riprodurre più fedelmente il meccanismo

di ruscellamento dei bacini idrografici in esame ed è stato validato per le applicazioni nel contesto geografico italiano da numerosi importanti studi.

Questo metodo, messo a punto dal Dipartimento dell'Agricoltura degli Stati Uniti, assume che, in un evento di piena, il volume specifico del deflusso superficiale, P , sia proporzionale a quello precipitato, I , in ragione del rapporto tra volume specifico infiltrato, F ($= P-I$), e un volume specifico, S , che caratterizza la *massima ritenzione potenziale* del terreno.

Per consentire la generalizzazione anche nei casi ad afflussi non nulli corrispondano deflussi nulli si è posto che la suddetta proporzione sia corretta considerando i volumi di afflusso depurati dall'assorbimento iniziale I_a e pertanto:

$$\frac{F}{S} = \frac{P}{I - I_a}$$

Nella detta ipotesi il bilancio di massa ($F=I-I_a-P$) consente di ottenere la relazione

$$P = \frac{(I - I_a)^2}{I - I_a + S}$$

Che definisce la stima del volume specifico di ruscellamento in funzione di quello di pioggia e di due parametri caratteristici del bacino: la capacità di assorbimento iniziale, I_a , e la massima ritenzione potenziale, S .

Per un certo stato iniziale di imbibimento del bacino al verificarsi dell'evento di pioggia, la massima ritenzione superficiale, S , dipende fondamentalmente dalla combinazione di due fattori, la natura del terreno e l'uso del suolo; l'effetto combinato di questi due fattori viene rappresentato globalmente dal parametro adimensionale CN, legato a S dalla relazione

$$S = S_0 \left(\frac{100}{CN} - 1 \right)$$

Dove $0 < CN < 100$, e S_0 è una costante di scala, che riflette l'unità di misura adottata e che, per valori di S , F , I e P misurati in mm, è pari a 254 mm, ovvero 10 pollici.

Il metodo *Curve Number* prevede la stima di due parametri, I_a e S , ovvero CN; poiché l'assorbimento iniziale I_a (che rappresenta il volume specifico di pioggia che a priori non dà luogo a deflussi superficiali per effetto di complesse fenomenologie quali l'imbibimento iniziale del terreno, l'intercettazione della vegetazione ed altri) è di stima assai problematica, USDA SCS consiglia, sulla base di osservazioni sperimentali che indicano come questo parametro sia sempre abbastanza correlato con la massima ritenzione idrica potenziale (S), di porre $I_a = cS$, dove il coefficiente c viene generalmente assunto pari a 0.2.

Poiché il rifiuto del terreno è un fenomeno dinamico, che dipende dallo stato del sistema, si assume che il valore di CN possa variare in relazione alle condizioni iniziali di imbibimento all'atto della piena.

Lo stato di imbibimento viene espresso, in funzione di un indice di pioggia (ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni precedenti l'evento di piena) API_5 ; a seconda del valore di API_5 , vengono individuate tre classi AMC (Antecedent Moisture Condition) I, II e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Noto il valore di CN per le condizioni medie di imbibimento, ossia CN_{II} , i valori relativi alle classi AMC I e III si valutano rispettivamente tramite le relazioni

$$CN_I = \frac{CN_{II}}{2.38 - 0.0138CN_{II}}$$

$$CN_{III} = \frac{CN_{II}}{0.43 + 0.0057CN_{II}}$$

Il valore di CN varia, a seconda sia delle caratteristiche idrologiche del suolo (in relazione alla permeabilità), sia della tipologia di uso del suolo stesso (copertura vegetale, grado di antropizzazione).

Per i valori caratteristici di taratura del parametro CN_{II} , il cui valore si ottiene per incrocio delle caratteristiche idrologiche del suolo, secondo 4 tipi idrologici A-B-C-D e delle caratteristiche di uso prevalente del suolo, si rimanda all'allegato specifico.

3. PROBLEMATICHE E CRITICITÀ DEL BACINO

3.1 PREMESSA

Il carattere peculiare della costa ligure, e in questo caso della porzione di Riviera Spezzina compresa nei bacini dell'Ambito 19 – Cinque Terre (territorio dei comuni di Monterosso al Mare, Vernazza e Riomaggiore), è definito da un “paesaggio costruito” di grande suggestione: la felice integrazione tra la macchia mediterranea, il paesaggio agrario intensamente terrazzato, gli insediamenti storici di mezzacosta o di fondovalle e l'ambiente marino, costituiscono un unicum di eccezionale valore estetico ed ambientale.

Il “capitale fisico” ambientale/paesaggistico costituisce il fondamentale fattore di caratterizzazione delle attività antropiche ed il principale elemento a supporto dello sviluppo.

Queste considerazioni si legano al fatto che l'economia locale ha un perno strutturale nelle attività connesse direttamente ed indirettamente all'ambiente: servizi legati all'offerta di fruizione turistica ed agricoltura di qualità, soprattutto nei comparti vitivinicolo ed olivicolo.

Il paesaggio locale, trasformatosi nei secoli a seguito della continua azione antropica – in particolare le colture in fascia collinare – si trova oggi in condizioni che non consentono più il suo integrale mantenimento.

Il problema del dissesto, in particolare dell'erosione, si pone anche nell'ambito costiero con fenomeni di arretramento delle spiagge e quindi di fruibilità della costa.

3.2 PROBLEMATICHE DI TIPO GEOMORFOLOGICO (SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO DEI VERSANTI)

Secondo la definizione fornita dall'Autorità di Bacino Regionale, la *Carta della Suscettività al Dissesto* costituisce la sintesi cartografica della Pericolosità o, in altri termini, un'indicazione della probabilità che un certo fenomeno idrogeologico o geomorfologico si verifichi nel bacino.

Dal punto di vista geologico-geomorfologico, la predisposizione della Carta di Suscettività al Dissesto dei Versanti si basa su uno schema operativo che prevede l'analisi incrociata dei seguenti tematismi di base:

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

Operativamente il metodo si basa sulla discretizzazione di elementi poligonalari elementari ottenuti tramite l'incrocio dei diversi tematismi ad ognuno dei quali viene

attribuito un peso. Ogni poligono elementare sarà quindi caratterizzato da un numero che costituisce la somma algebrica di tutti i pesi relativi a ciascun elemento associato al poligono. Maggiore è il peso totale, maggiore sarà la suscettività al dissesto connessa al poligono elementare.

La metodologia così come strutturata risulta caratterizzata da una flessibilità che consente eventuali integrazioni o aggiornamenti successivi, sulla base, anche, di nuove conoscenze tecniche, senza snaturarne i contenuti concettuali.

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

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

Le variabili di tipo “principale” sono quelle ritenute determinanti, che devono essere sempre prese in considerazione ai fini della elaborazione della suscettività al dissesto di versante. Le variabili “aggravanti” sono quelle la cui interferenza con le caratteristiche di stabilità dei versanti può variare sensibilmente nelle diverse situazioni e, pertanto, devono essere esaminate ad una ad una sia nei diversi bacini che all'interno del singolo bacino. A ciascuna variabile considerata viene attribuito un peso quantitativo indicativo della relativa incidenza sulla suscettività al dissesto di versante. Nei paragrafi seguenti viene illustrato il procedimento seguito nella realizzazione della carta di suscettività al dissesto, attraverso l'utilizzo di metodiche GIS.

La prima fase metodologica è rappresentata dalla “costruzione” di una Carta di Base che raccoglie i tematismi:

- roccia affiorante e/o subaffiorante con coperture discontinue inferiori a 1m;
- coperture detritiche, sottili (<3 m);
- coperture detritiche, potenti (>3 m);

- alluvioni mobili attuali e recenti.

distribuiti su tre entità:

- ALLUVIONI
- COLTRE
- SUBSTRATO AFFIORANTE

Tale elaborato risponde alla necessità pratica di poter disporre di una carta di “sfondo” alle fasi di sovrapposizione e nel contempo deriva da una assunzione concettuale che considera il differente comportamento delle coltri di copertura e della roccia affiorante nei confronti degli agenti della modellazione morfodinamica del territorio.

Esso è stato realizzato estraendo dalla Carta Geomorfologica gli elementi della Feature *MORFO* (Rocce e Coltri da 1 a 3 metri) *R*, *RF*, *RS* e *R0* che sono confluiti nell'entità “**SUBSTRATO AFFIORANTE**”, mentre gli elementi *c*, *cf* e *cg*, sono confluiti nell'entità “**COLTRE**” assieme agli elementi *dt*, *dt1*, *dt2* (presi dalla Feature *DEP_LIT*, depositi sciolti) della Carta Geolitologica.

Eguale dalla Feature *DEP_LIT* della Carta Geolitologica sono stati estratti gli elementi *a*, *ds* (cioè *depositi di spiaggia*) e *aa*, accorpati nell'unità “**ALLUVIONI**”.

L'attribuzione dei pesi alle litologie è stata effettuata tramite analisi statistica (eseguita sulla base della formulazione di Guida et al.) e ha consentito di individuare in maniera oggettiva un peso di suscettività sulla base della franosità reale (ψ). In sintesi, le formule utilizzate sono esposte qui di seguito:

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

dove:

- $K = \Sigma A^n / A_T$
- $\varphi = A''n / A'n$
- *Aree parziali di primo ordine ($A'n$)*: area totale di presenza della litologia *n*;
- *Aree parziali di secondo ordine ($A''n$)*: aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle $A'n$.
- A_T = Area totale del bacino

Con l'ausilio di metodiche GIS si sono intersecati gli elementi della Feature *FRANE* della Carta Geomorfologica con gli elementi della Feature *DEP_LIT* della Carta Geolitologica considerati per il loro campo *litologia*, ciò ha permesso di individuare e calcolare l'estensione delle:

- *Aree parziali di primo ordine ($A'n$)*: cioè le aree omogenee da un punto di vista litologico;
- *Aree parziali di secondo ordine ($A''n$)*: ovvero le aree interessate da movimenti franosi in atto o recenti all'interno delle $A'n$.

Dopo aver individuato le $A'n$ e le $A''n$ si è applicata la formula sopra descritta, che consente di definire analiticamente l'influenza della litologia sulla franosità e si è ottenuto un valore di ψ per ogni area a litologia omogenea; maggiore è il valore di ψ ottenuto maggiore è la suscettività al dissesto per quel litotipo.

Per convenzione si è deciso di normalizzare a 10 il valore di ψ massimo all'interno del bacino e, di rapportare a questo valore i pesi ottenuti per le altre litologie, quindi supponendo che la litologia 1 sia quella maggiormente franosa all'interno del bacino, il litotipo 2 avrà peso:

$$\Psi 1:10 = \Psi 2:x$$

I valori frazionari sono stati tutti approssimati all'intero più vicino (esempio, se $\psi_{\text{norm}} = 2.29$ $\psi_{\text{appr}} = 2$)

Litologia	Area (A'n)	Areatot	K	(A''n)	ϕ	ψ	ψ_{norm}	ψ_{appr}
Argilliti	3570982.25	28 878 837	0.07890	549931.2986	0.154	1.951837883	5.29745	5
Arenarie	22496023.03	28 878 837	0.07890	1498963.214	0.06663	0.844516665	2.29209	2
Calcari	276598.6383	28 878 837	0.07890	20007.93749	0.07234	0.916801428	2.48828	2
Conglomerati	17749.60745	28 878 837	0.07890					
Diaspri	14203.02919	28 878 837	0.07890	14203.02919	1	12.67427123		
Marne	138017.3633	28 878 837	0.07890	8875.42865	0.06431	0.815039407	2.21209	2
Serpentiniti	384070.5938	28 878 837	0.07890	111651.566	0.29071	3.684484711	10.00000	10
Gabbri	1162615.78	28 878 837	0.07890	74792.65399	0.06433	0.815353102	2.21294	2

Come si osserva la base statistica utilizzata è stata modificata, peraltro come previsto dalla metodologia, per la presenza di un affioramento di Diaspri risultato totalmente in frana ma di limitata estensione areale.

Si è così deciso di normalizzare a 10 i valori ottenuti considerando come litotipo più franoso le Serpentiniti.

Il prodotto finale di questa fase di lavoro è la **Carta dell'Indice Litologico di Stabilità** nel cui Database compare un campo contenente il valore di ψ_{appr} .

In questa fase è stata eseguita la sovrapposizione della Carta Geolitologica con la Carta Idrogeologica e con la Carta Geomorfologica.

Il prodotto finale è la cosiddetta **Carta derivata 1** che contiene i poligoni caratterizzati da substrato affiorante o subaffiorante in condizioni di conservazione omogenee o da presenza di coperture detritiche con spessore, granulometria e caratteristiche del substrato (permeabilità e proprietà geotecniche) omogenee.

Nello specifico, i poligoni ottenuti dall'intersezione delle tre Carte hanno ereditato dalla Carta Geolitologica gli attributi della Feature *DEP_LIT* contenuti nei campi *tipo_ele*, *litologia* e *formazione*; dalla Carta Geomorfologica gli attributi della Feature *MORFO* contenuti nel campo *morfo* e infine dalla Carta Idrogeologica gli attributi della Feature *IDROGEO* (tipo di impermeabilità e impregnazione) contenuti nel campo *tipo*.

Successivamente sono stati attribuiti i pesi utilizzando la seguente tabella:

Tipologia di copertura e substrato	Peso
Coltri potenti a granulometria fine (<i>tipo_ele dt1</i>) su argille e calcari di Canetolo o su argilliti di Monte Veri o su Argille a Palombini (<i>tipo sp</i>)	5
Coltri sottili a granulometria fine (<i>morfo cf</i>) su argille e calcari di Canetolo o su argilliti di Monte Veri o su Argille a Palombini (<i>tipo sp</i>)	4
Depositi di spiaggia (<i>tipo_ele ds</i>)	-2
Depositi alluvionali mobili attuali (<i>tipo_ele a</i>)	-2
Depositi alluvionali terrazzati antichi (<i>tipo_ele aa</i>)	0
Coltri potenti indipendentemente dal substrato (<i>tipo_ele dt</i>)	4
Coltri potenti a granulometria fine indipendentemente dal substrato (<i>tipo_ele dt1</i>)	4
Coltri potenti a granulometria grossolana indipendentemente dal substrato (<i>tipo_ele dt2</i>)	2
Coltri sottili a granulometria fine indipendentemente dal substrato (<i>morfo cf</i>)	2
Coltri sottili a granulometria grossolana indipendentemente dal substrato (<i>morfo cg</i>)	1
Roccia affiorante in buone condizioni di conservazione e/o con disposizione favorevole delle strutture rispetto al pendio (<i>morfo R</i>)	0
Roccia subaffiorante con caratteristiche strutturali non visibili (<i>morfo R0</i>)	0
Roccia in buone condizioni di conservazione con disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio (<i>morfo RS</i>)	2
Roccia in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata rispetto al pendio (<i>morfo RF</i>)	5

È stata realizzata l'intersezione della **Carta di Base** precedentemente descritta, con la Carta dell'Acclività delimitando i poligoni caratterizzati da presenza di coperture detritiche, alluvioni o substrato affiorante con pendenze omogenee e assegnandogli i relativi pesi.

La carta così ottenuta, detta **Carta Derivata 2**, ha ereditato dalla Carta dell'Acclività gli attributi della Feature **ACCLIVITA'** contenuti nel campo *classe* e dalla Carta di Base gli attributi delle Feature **COLTRE** (campo *tipo_ele*), **ALLUVIONI** (campo *tipo_ele*), **SUBSTRATO** (campo *morfo*).

La seguente tabella riporta i pesi attribuiti:

Classe di acclività	Peso
----------------------------	-------------

Acclività <20% (<i>classe 1-2</i>) su substrato affiorante	-5
Acclività 20-35% (<i>classe 3</i>) su substrato affiorante	0
Acclività 35-50% (<i>classe 4</i>) su substrato affiorante	0
Acclività 50-75% (<i>classe 5</i>) su substrato affiorante	0
Acclività >75% (<i>classe 6-7</i>) su substrato affiorante	3
Acclività <20% (<i>classe 1-2</i>) su coltre	-3
Acclività 20-35% (<i>classe 3</i>) su coltre	0
Acclività 35-50% (<i>classe 4</i>) su coltre	2
Acclività 50-75% (<i>classe 5</i>) su coltre	6
Acclività >75% (<i>classe 6-7</i>) su coltre	5
Acclività <20% (<i>classe 1-2</i>) su alluvioni	-5
Acclività 20-50% (<i>classe 3-4</i>) su alluvioni	3

Ai fini della realizzazione della Carta di Suscettività al Dissesto ad ogni classe della Carta dell'Uso del Suolo è stato assegnato un peso sulla base dell'esperienza degli esperti e delle osservazioni di campagna mantenendosi entro un intervallo di valori compreso tra -2 e +2.

Nella Carta dell'Uso del Suolo è stato aggiunto inoltre l'indice di Efficienza Idrogeologica che esprime una valutazione sintetica e qualitativa sulla capacità di regimazione delle acque e di controllo dell'erosione superficiale della copertura del suolo del bacino.

Si distinguono le tre classi:

1 Alta

2 Media

3 Bassa

L'indice 1 è stato attribuito ai boschi misti, l'indice 2 è stato attribuito ai boschi di conifere, agli incolti arbustati, ai coltivi e agli ex-coltivi, l'indice 3 o è stato attribuito ai pascoli ed alle aree non vegetate, come si osserva meglio nella seguente tabella:

Classe di uso del suolo	Efficienza idrogeologica	Peso
Zone urbanizzate (<i>classi 111-112-122-123</i>)	3	0
Aree estrattive (<i>classe 131</i>)	3	0
Zone agricole eterogenee (<i>classe 24</i>)	2	-1
Ex coltivi (<i>classe 25</i>)	2	2
Uliveti e Vigneti terrazzati (<i>classe T</i>)	2	-1
Prati e pascoli (<i>classe 23</i>)	3	0
Zone con vegetazione rada o assente (<i>classi 341-342-343</i>)	3	0
Zone caratterizzate da vegetazione arbustiva (<i>classi 33</i>)	2	0
Zone boscate (3.2)	1	0

La Carta così ottenuta è detta **Carta Derivata 3**.

Dalla Carta Geomorfologica sono state estrapolate le caratteristiche del territorio non ancora prese in esame ma ritenute importanti ai fini della suscettività al dissesto, in particolare le Aree ad Erosione Diffusa che costituiscono una feature creata

appositamente per soddisfare le esigenze del Comitato Tecnico Provinciale ma in realtà estranea agli standard SIREBA.

A tali elementi si è deciso di assegnare un peso piuttosto elevato (**peso_cd4 =5**) sulla base dei pesi attribuiti precedentemente alle coltri e al substrato affiorante nelle varie condizioni di conservazione e di disposizione rispetto al pendio.

Si è così ottenuto la **Carta Derivata 4**.

A questo punto le 5 carte derivate sopradescritte **Carta dell'Indice Litologico di Stabilità, Carta Derivata 1, Carta Derivata 2 e Carta Derivata 3 e Carta Derivata 4**, sono state incrociate in ambiente GIS, ottenendo la **Carta della Suscettività al Dissesto 1**, contenente poligoni aventi caratteristiche omogenee da un punto di vista di litologia, stato della roccia (o caratteristiche della coltre), acclività, efficienza idrogeologica.

I pesi ereditati da ciascuna delle quattro carte sono poi stati sommati in modo da ottenere un unico valore.

Dopo aver esaminato la **Carta della Suscettività al Dissesto 1** si sono estrapolati i valori massimo e minimo delle somme dei pesi ottenuti in precedenza, quindi l'intervallo di valori dato dalla loro differenza è stato suddiviso in 4 classi di suscettività (Alta, Media, Bassa e Molto Bassa), ottenendo la **Carta della Suscettività al Dissesto 2**.

La distinzione tra le classi è stata realizzata sulla base della seguente tabella:

Classe	Sommatoria dei pesi
1 Alta	>15
2 Media	9-15
3 Bassa	2-9
4 Molto Bassa	<2

Sovrapponendo la **Carta della Suscettività al Dissesto 2** alla Carta della Franosità Reale contenente le sole frane attive e quiescenti, le prime vengono assegnate ad una classe a sé (Molto Alta) mentre le seconde vengono direttamente inserite nella classe Alta.

Eseguendo questa operazione ovviamente si sono annullate le perimetrazioni in diverse classi di suscettività effettuate nel corso dei passaggi precedenti in corrispondenza delle aree in frana.

L'ultimo passaggio previsto nel percorso descritto è quello della delimitazione ed assegnazione ad una classe Speciale delle aree interessate dalla presenza di cave, discariche o grandi riporti che vengono trattate separatamente rispetto ai versanti naturali, sia per quanto riguarda gli aspetti di suscettività che per i regimi normativi. Tale operazione è avvenuta tramite sovrapposizione della **Carta della Suscettività al Dissesto 2** con la Carta Geomorfologica.

ANALISI DELLA CARTA DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO

Con la finalità di ricercare chiavi di lettura il più possibile legate al territorio, il commento e l'analisi delle Carte di Suscettività al Dissesto e del Rischio Idrogeologico vengono effettuate a livello di Comune.

La lettura delle carte è stata affrontata in maniera critica, valutando la distribuzione dei valori di suscettività e rischio e cercando di individuare il fattore che maggiormente influenza l'alto valore della classe (geolitologia, geomorfologia, idrogeologia, pendenza, uso del suolo, frane) per giungere a definire di conseguenza le opzioni di intervento.

DISTRIBUZIONE DELLE CLASSI DI SUSCETTIVITÀ AL DISSESTO

La carta dell'erosione e del dissesto rappresenta un primo strumento che, data la scala di indagine (1:10.000) e le metodiche adottate per il calcolo del modello può essere usato per una pianificazione di livello generale, nell'individuazione di macro aree a particolare sensibilità e ove intervenire con studi di maggiore dettaglio all'interno di livelli di pianificazione adeguati (PRG, V.I.A., etc.), mirati a opere ed interventi legati a precise scelte progettuali sul territorio.

Di seguito vengono riportate le tabelle riepilogative con la distribuzione delle classi di suscettività al dissesto all'interno di ciascun Comune, direttamente tratte dalle banche dati delle carte realizzate nell'ambito del presente lavoro.

Comune	Classe suscettività	Superficie	% sulla sup tot	% sulla sup Comune
Monterosso al mare	0	37,5	1,34%	5%
	1	67,9	2,42%	10%
	2	158,0	5,62%	22%
	3	426,6	15,19%	60%
	4	15,6	0,55%	2%
Subtotale Monterosso		705,6	25,12%	
Riomaggiore	0	60,2	2,14%	6%
	1	6,3	0,23%	1%
	2	159,0	5,66%	15%
	3	790,1	28,12%	75%
	4	31,8	1,13%	3%
Subtotale Riomaggiore		1.047,3	37,28%	
Vernazza	0	42,1	1,50%	4%
	1	75,2	2,68%	7%
	2	293,4	10,44%	28%
	3	630,7	22,45%	60%
	4	14,9	0,53%	1%
Subtotale Vernazza		1.056	37,60%	
Totale Generale		2.809,2		

Dall'analisi della distribuzione delle classi di Suscettività al Dissesto dei singoli Comuni si evidenzia che le maggiori superfici a suscettività Alta e Molto Alta sono localizzate in particolare modo nei Comuni di *Monterosso* e *Vernazza* soprattutto nella fascia costiera, per i quali i valori percentuali rispetto alle relative superfici sono abbastanza consistenti (con una distribuzione delle classi molto alta e alta rispettivamente del 15% e dell'11% sulla superficie comunale). Nel **Comune di Monterosso** una vasta zona a suscettività al

dissesto alta è situata dal Montenegro sino al mare; tale zona è interclusa da una lunga zona a suscettività media. I tre nuclei più consistenti a suscettività molto alta sono situati tra il Santuario della Madonna di Soviore e S. Maddalena, tra il gigante e le sorgenti del Mesco.

In generale si nota come le classi di suscettività al dissesto alta e molto alta siano estese in misura consistente soprattutto lungo la costa, per effetto delle numerose frane attive. Le classi a suscettività al dissesto bassa e molto bassa sono localizzate prevalentemente in aree di fondovalle, generalmente occupate da centri urbani, nelle zone di medio versante, spesso terrazzate ed in quelle di alto versante occupate dalla vegetazione naturale boschiva. Complessivamente nel Comune di Monterosso si nota una situazione generalmente buona, con alta presenza di superfici a suscettività da media a molto bassa (82% sulla superficie comunale), con la presenza però di aree localizzate a suscettività alta e molto alta, determinate in maggior parte da situazioni di precarietà geologico-strutturale o come nel caso della fascia costiera, alla presenza di scarpate rocciose fortemente instabili e quindi in frana.

Nel Comune di **Vernazza** le aree con maggiori problematiche sono collocate presso una fascia che va dal Santuario della Madonna di Reggio a C.se Pollazzo, C.se Montaga e lungo la S.P. 62 S. Bernardino - Corniglia i località Massolina e Fornacchi, a valle di S. Bernardino, ove si evidenziano aree a suscettività al dissesto molto alta, alta, e media; statisticamente le aree a suscettività alta e molto alta si collocano attorno all'11% sulla superficie comunale. Aree a alta suscettività al dissesto si riscontrano anche lungo la S. P. dei santuari

Lungo la costa, la generale franosità diffusa determina una consistente fascia a suscettività al dissesto alta e molto alta, tra Punta Lina e Punta Corone.

Le classi a suscettività al dissesto bassa e molto bassa sono localizzate prevalentemente in aree di fondovalle, generalmente occupate da centri urbani, nelle zone di medio versante, spesso terrazzate ed in quelle di alto versante protette dalla vegetazione naturale boschiva. La situazione generale risulta buona, con la presenza di superfici a suscettività da media a molto bassa e la presenza di vaste aree localizzate a suscettività alta e molto alta.

Nel Comune di **Riomaggiore** la situazione si discosta solo leggermente da quanto descritto per gli altri due comuni, infatti, pur mancando aree ad alta suscettività al dissesto di significativa estensione, lungo la costa si rileva la presenza della già menzionata fascia a suscettività al dissesto molto alta determinata dalla forte propensione alla franosità, come ad esempio presso Volastra, Manarola, tra rio Maggiore e Cala di Montenegro, tra Punta Cavo e Punta Pineda e lungo la via dell'Amore e il Sentiero Azzurro. Complessivamente le aree a suscettività al dissesto alta e molto alta ammontano al 7% del territorio comunale.

La porzione medio collinare del comune è interessata da una prevalenza di zone a suscettività al dissesto bassa, che si dispongono a formare una fascia quasi continua tra i 50 ed i 500 m s.l.m., mentre più in quota si collocano aree quasi completamente a suscettività al dissesto bassa.

3.3 PROBLEMATICHE DI TIPO IDRAULICO (VERIFICHE IDRAULICHE E AREE INONDABILI)

Per la simulazione del comportamento idraulico dei vari corsi d'acqua interessanti i bacini in studio, limitatamente ai tratti ritenuti necessari o significativi, si è utilizzato il software applicativo del US Army Corps of Engineers- Hydrologic Engineering Center denominato **HEC-RAS** (*River Analysis System*) nella versione 2.2 del settembre 1998

Detto software è finalizzato alla determinazione dei profili di pelo libero degli alvei a pendenza di fondo non superiore al 10%, per condizioni di moto stazionario, gradualmente variato, e flusso monodimensionale.

Le simulazioni idrauliche condotte sono sinteticamente contenute nell'annesso specifico che comprende i tabulati HEC RAS delle varie configurazioni sottoposte a simulazione, le planimetrie 1:5.000 con ubicazione delle sezioni, i profili situazione attuale, le sezioni situazione attuale, profili in situazione di progetto per alcune configurazioni etc.

Con il package precedentemente descritto sono stati determinati, per tratti idraulicamente significativi, i profili di corrente in ipotesi di moto permanente, relativi a varie portate al colmo di piena con probabilità di evenienza legate a diversi tempi di ritorno (vedi indirizzi tecnici allegati al progetto di *raccomandazione regionale per la definizione delle fasce di inondabilità e di riassetto fluviale*)

Le verifiche idrauliche in moto permanente sono state condotte adottando come valori di riferimento per la scabrezza idraulica i massimi consigliati dalla Raccomandazione 07/99 dell'Autorità di Bacino di rilievo regionale di Liguria, e precisamente un valore di $25 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$ secondo Gaukler Strickler, corrispondente ad un valore secondo Manning pari a 0.04.

Il ricorso a tale valore, indicato per *tratti montani di corsi d'acqua naturali con salti, rocce, o vegetazione anche arbustiva arborea in alveo*, è stato adottato per il carattere di prudenzialità raccomandato nell'attuale fase pianificatoria ma soprattutto per la natura dei fondi alvei del tutto rispondente alla descrizione sopra riportata e per la natura delle murature spondali a sostegno delle solette di copertura lungo le quali sono generalmente presenti con carattere di continuità manufatti fognanti od altre infrastrutture pesantemente interferenti col regime idraulico.

Occorre anche considerare, come raccomandato dal Comitato Tecnico della predetta Autorità di Bacino, (Nota su rischio idraulico residuale del 24 03 1999), che le tombature e coperture di corsi d'acqua esistenti inserite in contesti urbani debbano essere riguardate con particolare attenzione in quanto *possibili criticità anche qualora le verifiche idrauliche non prevedano esondazioni della portata duecentennale*.

Sulla base delle risultanze delle calcolazioni esperite è stato determinato per ogni tratto il valore della massima portata smaltibile allo stato attuale senza esondazioni e conseguentemente è stata identificata la eventuale criticità del tratto interessato, correlata al valore del tempo di ritorno che determina il superamento della portata limite ammissibile.

Per la determinazione delle aree di inondabilità che individuano porzioni di territorio ad omogenea probabilità di evenienza si è fatto riferimento al cosiddetto metodo *topologico* (vedi CIMA Rapporto finale sulla caratterizzazione delle precipitazioni intense per i bacini liguri N. 8/99 del 31 07 1999 par.1.2.2), peraltro corretto per tenere conto della particolarità dovuta alla presenza dei tratti tombati; in pratica una volta ammesso il non contenimento della portata da verificare nella struttura tombata, se ne valuta la quota non

recepita nella tombinatura e se ne ammette il deflusso verso mare lungo il piano viabile soprastante la copertura tenendo conto degli eventuali ostacoli trasversali che si frapponessero al libero smaltimento a mare, questo modo di procedere può essere applicato all'imbocco (per la quota non recepita nella tombinatura) ovvero a partire da sezione intermedia ipotizzando il collasso delle solette di copertura per effetto della messa in pressione da parte dei deflussi condottati; in questo caso l'entità della portata defluente è funzione della dimensione della ipotizzata breccia, oltre che del carico idraulico di monte.

Uno scenario particolarmente severo, ma non escludibile a priori, consiste nel mancato recepimento in tombinatura di tutta la portata influente (ad esempio per ostruzioni degli imbocchi – specie quelli di minore dimensione – per effetto di ingombri (ad esempio alberature trascinate dalla corrente) con conseguenziale scorrimento dell'intera portata lungo il soprastante piano viabile.

Altri metodi quali quelli del *volume eccedente*, oltre ad essere di difficile applicazione al caso in esame, sono stati giudicati *inadeguati* dalla predetta nota del CTR 8/99 anche in relazione che non esistono *allo stato attuale studi idrologici qualificati per tutta la Regione Liguria che consentano di avere basi di dati sufficienti al calcolo degli idrogrammi di piena per tutti i bacini*.

Fasce di inondabilità

In base ai calcoli idraulici svolti avviene la perimetrazione delle aree inondabili con periodo di ritorno pari a quello della portata utilizzata nelle verifiche.

Il tracciamento delle aree suddette è stato effettuato con il procedimento seguente:

- a) valutazione dei tratti e delle sezioni nei quali il profilo del pelo libero eccede la quota massima degli argini; le risultanze delle simulazioni condotte con HEC RAS individuano la quota del profilo di rigurgito e delle sommità arginali destra e sinistra, permettendo di specificare quale delle due sponde risulti soggetta all'eventuale esondazione
- b) il contorno dell'area definita come inondabile è determinato come intersezione tra il piano rappresentativo del livello idrico calcolato e le superfici topografiche, o le opere spondali, adiacenti all'alveo
- c) il procedimento puramente geometrico esposto al punto precedente richiede poi un attento sopralluogo di verifica della congruenza fra le aree tracciate e la morfologia e conformazione delle zone interessate
- d) la perimetrazione definitiva delle fasce di inondabilità avviene infine sulla base della verifica suddetta

Il metodo utilizzato per l'individuazione delle fasce di inondabilità trova giustificazione nella tipologia di bacino incassato tra ripidi versanti quasi fino allo sbocco in mare, caratteristica morfologica comune alla gran parte dei corsi d'acqua con recapito nel Mar Ligure. Purtroppo lo step del procedimento riportato al punto b) presenta il suo limite maggiore quando il corso d'acqua, soprattutto nel suo tratto vallivo in prossimità della foce, si trova a scorrere in una piana alluvionale, sia pure di estensione quasi sempre modesta. Per questa ragione l'intersezione della quota di pelo libero con le superfici topografiche può originare fasce di inondabilità di dimensioni eccessive in relazione ai volumi d'acqua effettivamente esondabili. L'impiego di simulazioni più complesse, quale

ad esempio una simulazione bidimensionale, può rappresentare una soluzione alle problematiche esposte. Tuttavia il procedimento impiegato in sede di Piano di Bacino è cautelativo e bilancia le incertezze da cui sono affette le valutazioni idrologiche, idrauliche ed inerenti il trasporto solido; inoltre il tracciamento delle fasce inondabili nelle ipotesi suddette conduce all'individuazione di aree potenzialmente inondabili che trovano riscontro anche nella mappatura delle aree storicamente inondate.

La metodologia descritta conduce al tracciamento sulle carte delle fasce di inondabilità che, secondo i criteri dell'autorità di Bacino Regionale, assumono le caratteristiche seguenti:

- **Fascia A: aree perifluviali inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente a periodo di ritorno $T=50$ anni.**

Essendo il grado di rischio particolarmente elevato, in fascia A dovranno essere autorizzati esclusivamente interventi di messa in sicurezza di tipo idraulico o idraulico ambientale. Non saranno in generale ammessi interventi di nuova edificazione, infrastrutture comprese, né di ampliamento dell'esistente, fatte salve eventuali deroghe specificamente normate dal Piano stesso; potranno essere previsti, qualora contemplati in progetti di messa in sicurezza, interventi di delocalizzazione di volumi esistenti, in ragione del rischio totale cui essi sono soggetti e dell'ostacolo dagli stessi rappresentato al regolare deflusso. Saranno infine consentite opere di manutenzione ordinaria e straordinaria e di ristrutturazione edilizia finalizzate alla mitigazione delle condizioni di rischio.

- **Fascia B: aree perifluviali, esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con portata al colmo corrispondente al periodo di ritorno $T=200$ anni**

Le misure da imporre sulle aree in fascia B devono tendere alla diminuzione, ove possibile, del rischio idraulico fino alla realizzazione degli interventi di messa in sicurezza previsti nel Piano di Bacino. La normativa dovrà dunque prevedere il divieto di

- interventi di nuova edificazione, salvo modesti ampliamenti volti all'adeguamento igienico-tecnologico purché non riguardanti piani interrati o seminterrati
- interventi sul patrimonio edilizio che comportino cambiamenti di destinazione d'uso con aumento del carico insediativo

Sono invece esclusi dai divieti suddetti:

- interventi idraulici ed idraulico ambientali finalizzati alla messa in sicurezza nelle modalità previste dal Piano e comunque tali da non incrementare il rischio di inondazione a valle
- nuove infrastrutture con tipologie e piani di protezione civile che le rendano compatibili con l'inondabilità dell'area e progettate in base a specifici studi di compatibilità idraulica
- manufatti non identificabili come volumi edilizi in senso stretto.

- **Fascia C: aree perifluviali, a loro volta esterne alle precedenti, inondabili al verificarsi dell'evento di piena con tempo di ritorno $T=500$ anni.**

In questa fascia si debbono predisporre appositi piani di informazione; le nuove edificazioni sono consentite con particolare riguardo nei confronti di tipologie costruttive volte alla riduzione del rischio.

La mancata determinazione della fascia di riassetto fluviale deriva dal fatto che le criticità idrauliche si riscontrano in corrispondenza dei tratti tombati, o incassati tra ripidi versanti, dei corsi d'acqua posti all'interno dei centri abitati e pertanto racchiusi da schiere di abitazioni. All'assetto definitivo di tali situazioni, nel rispetto delle condizioni di sicurezza imposte dal piano, sono volti gli interventi puntuali previsti al cap. 5 (in termini di studio propedeutico o previsione di intervento).

Aree storicamente inondate

Nella tavola 7 allegata al Piano di Bacino sono riportate le mappature delle Aree Storicamente Inondate come indicate nella D.G.R. 2615/98 e sue successive modificazioni, tali aree rivestono una notevole importanza nella Pianificazione di Bacino in quanto rappresentano criticità già note che devono essere meglio indagate ed approfondite e prioritariamente studiate, inoltre possono essere utilizzate per verificare i risultati della modellazione idraulica.

Dall'osservazione delle cartografie, emerge che le aree storicamente inondate sono le seguenti:

- Comune di Riomaggiore: Manarola – bacino del Rio Groppo, area terminale a valle della Chiesa.
- Comune di Vernazza: Vernazza – Canale di Vernazza, area compresa tra le Poste e la Ferrovia.
- Comune di Monterosso: Monterosso – Canale Pastanelli, l'abitato sopra la tombinatura dalla confluenza dei due canali fino a mare – Rio delle Rocche e Torrente Fegina, per entrambi i corsi d'acqua la parte terminale (ultimi 600 m circa) comprendente una sottile striscia di abitato al di sopra delle coperture.

Nella prima versione del piano di bacino, le aree storicamente inondate ex DGR 2615/98 e ss.mm. sono state inserite nella fascia di inondabilità C, in accordo ai criteri regionali, laddove nei tratti indagati con verifiche idrauliche estese e risultati non inondabili, sono invece state inserite in fascia B le aree non soggette a verifiche idrauliche estese.

Per quanto riguarda l'area storicamente inondata riguardante l'abitato di Manarola, considerando l'acclività del versante, non è stato seguito precisamente il contorno riportato nella Tavola 7 in quanto, probabilmente a causa della trasposizione della scala di rappresentazione (la versione originaria è in scala 1:25.000), risultava fisicamente impossibile che alcune fasce terrazzate potessero essere soggette ad inondazione.

I bacini del rio Pastanelli-Morione e del t. Fegina sono stati oggetto di un rilevante evento alluvionale nell'autunno 2011, con inondazione, in particolare, del centro storico del comune di Monterosso. A seguito di tale evento, DGR 1489/2011 è stata approvata la mappatura delle aree inondate dell'evento. Tutte le aree inondate nell'evento sono quindi state integrate nella tav. 7.

Per quanto riguarda in particolare il bacino del t. Pastanelli-Morione, dopo un primo recepimento nel presente Piano con classificazione in fascia cd A* in ottemperanza alla normativa di salvaguardia ex DGR 1489/2011, sono stati svolti studi idraulici

finalizzati alla perimetrazione delle fasce di inondabilità superando tale classificazione, come da tavola 1.

RISULTATI DELLE VERIFICHE E CRITICITÀ IDRAULICHE

Premesse e generalità

La geometria dei corsi d'acqua sottoposti ad analisi e verifiche è stata rilevata, d'intesa con la Committenza, acquisendo la eventuale documentazione pregressa agli atti dell'Amministrazione Provinciale o da questa resa disponibile; nel caso che tali informazioni non fossero tali da definire con sufficiente attendibilità le configurazioni da sottoporre a simulazione, si è provveduto ad integrare i dati con sopralluoghi diretti, volti ad accertare le caratteristiche salienti dei manufatti; tranne poche eccezioni, stante la frequente inaccessibilità delle strutture tombate, si è provveduto a rilevare, con l'aiuto degli Uffici Tecnici Comunali di Riomaggiore e Monterosso, le principali caratteristiche delle sezioni in corrispondenza delle frequenti griglie di immissione delle acque meteoriche insistenti sulle solette delle coperture dei manufatti.

Le quote altimetriche assolute per la definizione dei profili sono state rilevate o da elaborati progettuali posti a disposizione degli scriventi ovvero dedotte dalla cartografia piano-altimetrica 1:500 redatta dalla regione Liguria per quanto attiene i centri storici di Vernazza, Manarola e Riomaggiore e 1:5000 per i tratti non coperti da tale cartografia specifica.

Resta da rilevare che quasi tutti i tratti tombati risultano inadeguati per il libero deflusso a pelo libero, con idoneo franco, delle maggiori portate stimate con le procedure ideologiche raccomandate da CIMA e Regione Liguria; conseguentemente, trattandosi di moti in pressione, una migliore definizione dei profili di fondo non risulta essenziale ai fini delle simulazioni condotte.

Vengono di seguito descritti gli esiti delle verifiche idrauliche, condotte per singola asta fluviale indagata, precedute da una breve nota descrittiva del corso d'acqua contenente le caratteristiche idrauliche assunte a base di calcolo. Per ogni corso d'acqua la prima modellazione relativa al tratto tombato simula il moto in pressione all'interno del manufatto ed è finalizzata a determinare le eventuali condizioni di messa in carico della struttura e la portata limita che le determina; la seconda modellazione riguarda gli scorrimenti lungo il piano viabile della portata che non può trovare ricetto all'interno della canalizzazione (portate corrispondenti per i vari tempi di ritorno alle portate sopra espresse decurtate della quota come sopra determinata).

Torrente Fegina

Il torrente Fegina interessa la parte occidentale dell'abitato del Comune di Monterosso; è caratterizzato da un precipite bacino di 1,62 kmq (a prevalente copertura di conifere nella parte superiore) che si origina dal crinale spartiacque col bacino del Ghiararo (tratto da Monte Vè a Monte Rossini) e sfocia a mare in località Villa Cavallo, ad est del porticciolo del circolo velico.

Nell'asta principale confluiscono gli apporti laterali convogliati sul fondo di alcuni brevi canaloni confluenti, i maggiori dei quali possono essere indicati nei fossi Pomeo, Zoasco e Valle, tutti in destra idrografica; al corso d'acqua in argomento fanno altresì capo i drenaggi delle due gallerie FF SS Monterosso – Levanto (una delle quali è abbandonata).

Il tratto terminale scorre nella prima parte a cielo aperto, tra il rilevato ferroviario in sinistra e le pendici naturali in destra, per poi imboccare la tombinatura della lunghezza di circa 250 m che adduce al litorale; lo sbocco è localizzato in un arenile artificiale ed è caratterizzato da una sezione parzialmente ostruita da tubazioni trasversali di diametro rilevante.

Al tratto tombato fanno capo anche le fognature meteoriche dell'abitato di Fegina (la soletta di copertura è interrotta a intervalli regolari da griglie di immissione). L'abitato è caratterizzato negli ambiti limitrofi alla copertura dalla presenza di numerose attività turistico-ricettive.

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche (sezione di chiusura a mare) sono state le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	1.62	kmq
➤ CN medio	74	
➤ Q ₅₀₀	55	mc/s
➤ Q ₂₀₀	46	mc/s
➤ Q ₅₀	32	mc/s
➤ Q ₃₀	27	mc/s

Il tratto di torrente indagato corrisponde alla parte terminale, partendo dalla confluenza con il Rio Zoasco e scendendo fino allo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche, riportate in dettaglio nell'apposito allegato, indicano un comportamento idraulicamente sufficiente nel tratto scoperto (eccezione fatta per lo stradello di accesso in destra ad un fabbricato e relative pertinenze dello stesso) mentre per quanto attiene il tratto tombato nel caso di portate superiori a 30 mc/s (corrispondente sostanzialmente alla Q₃₀) si possono determinare situazioni di messa in carico delle solette di copertura con pericolo di dissesti statici dei manufatti e fuoriuscita d'acqua dalle griglie di raccolta; eventuali scorrimenti lungo il soprastante piano viabile troverebbero libero sfogo a mare, peraltro con possibile interessamento delle limitrofe strutture turistico-ricettive e dell'altro edificato. Le verifiche relative a queste ipotesi (scorrimento sul piano viabile per portate corrispondenti ai vari tempi di ritorno decurtati della quota di 30 mc/s ammessa nella tombinatura) hanno indicato comunque sul piano

strada battenti compresi tra 0,50 m (evento duecentennale) e 1,00 m (evento cinquecentennale).

A seguito dell'evento alluvionale dell'autunno 2011, con DGP n. 117 del 18.10.2012 della Provincia della Spezia, è stata approvata una variante al piano di bacino, con la quale le aree inondate nell'evento alluvionale ex DGR 1489/2011 esterne alla fascia A, sono state recepite classificandole come fasce c.d. A*, aree cioè a cui, nelle more di adeguati approfondimenti tecnico-idraulici, è cautelativamente associata una disciplina corrispondente a quella di fascia A.

Rio delle Rocche

AL Rio delle Rocche fa capo uno stretto bacino adiacente a est al bacino del Fegina; si origina dal crinale che divide dal bacino del Ghiararo (tratto compreso tra Monte Rossini e Monte Molinelli) e sfocia a mare in località Villa Cavallo a brevissima distanza dal Fosso Fegina; il bacino, la cui estensione è di circa 1 kmq, è interessato nella parte più elevata da copertura caratterizzata prevalentemente da conifere termofile (versante in destra idrografica) e da aree agricole terrazzate (versante in sinistra), la zona abitata è interessata solo limitatamente e principalmente a valle dell'attraversamento ferroviario.

Data la particolare morfologia del bacino non sussistono aste confluenti di significativa importanza, trattandosi generalmente di brevi ripidi bracci localizzati nelle incisioni dei versanti; da segnalare che anche questo Rio è stato tombato nella parte terminale per gli ultimi 400 m prima dello sbocco in mare, e che anche questo corso raccoglie gli apporti meteorici gravitanti sulla tombatura tramite griglie trasversali inserite nella soletta di copertura

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche (sezione di chiusura a mare) sono state le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	0,96	kmq
➤ CN medio	74	
➤ Q ₅₀₀	33	mc/s
➤ Q ₂₀₀	27	mc/s
➤ Q ₅₀	19	mc/s
➤ Q ₃₀	16	mc/s

Il tratto di torrente indagato inizia a monte della tombatura esistente (circa 100 m) per terminare con lo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche, riportate in dettaglio nell'apposito allegato, indicano un comportamento idraulicamente sufficiente nel tratto scoperto e nella parte iniziale del tratto tombato (salvo una migliore definizione delle definizioni geometrico-idrauliche all'imbocco) mentre nella parte terminale e centrale di quest'ultimo si determinano fin da portate superiori a 20 mc/s (corrispondenti alla Q₅₀) situazioni di messa in carico delle solette di copertura con pericolo di dissesti statici dei manufatti e fuoriuscita d'acqua dalle griglie di raccolta; eventuali scorrimenti lungo il soprastante piano viabile

troverebbero libero sfogo a mare con tiranti prevedibilmente limitati, ma occorre considerare che il piano viabile in corrispondenza dell'attraversamento inferiore della linea ferroviaria è stato abbassato per consentire il transito delle sagome veicolari e pertanto, trovandosi a quota più depressa rispetto alla copertura dell'adiacente manufatto idraulico, presenta condizioni di maggiore potenziale pericolosità.

A seguito dell'evento alluvionale dell'autunno 2011, con DGP n. 117 del 18.10.2012 della Provincia della Spezia, è stata approvata una variante al piano di bacino, con la quale le aree inondate nell'evento alluvionale ex DGR 1489/2011 esterne alla fascia A, sono state recepite classificandole come fasce c.d. A*, aree cioè a cui, nelle more di adeguati approfondimenti tecnico-idraulici, è cautelativamente associata una disciplina corrispondente a quella di fascia A.

Canale Pastanelli - Morione e suoi affluenti

Il rio Pastanelli - Morione, adiacente lato est al bacino del Rio delle Rocche, è il corso d'acqua di maggiore rilevanza interessante il Comune di Monterosso, il suo bacino, dell'estensione di oltre 3 kmq, trae origine dal tratto di crinale che da Monte Mulinelli a Monte Crocettolo lo separa dal bacino del Ghiararo e dal tratto che da Monte Crocettolo a Sopratermine lo separa dal bacino del Magra e sbocca a mare all'altezza di Piazza Garibaldi, dopo aver attraversato il Centro Storico di Monterosso.

Il bacino è caratterizzato nella parte superiore da dominanza di boschi di conifere mentre quella inferiore e le porzioni attorno all'incisione principale sono essenzialmente costituite da aree agricole terrazzate; come detto, il tratto terminale tombato interessa il centro storico percorrendo la centrale via Roma, fiancheggiata da abitazioni ed esercizi commerciali.

Il rio Morione, formato dal rio Pastanelli e dal rio Balanello che confluiscono a monte del centro abitato, sottende un bacino di 3.15 km² allo sbocco a mare.

Il rio Balanello, affluente di sinistra del rio Morione, sottende alla sezione di confluenza un bacino di 0.47 km², mentre il rio Pastanelli, sottende un bacino di circa 2 km².

Il rio Morione risulta interamente tombato al di sotto di Via Roma, con sezioni di dimensioni variabili tra 3x3 m e 5x4 m e pendenza compresa tra lo 0.7% e il 9% circa. Nel tratto di valle il rio Morione riceve due affluenti minori, il rio Buranco in sponda destra ed il rio senza Nome in sponda sinistra entrambi tombati nei loro tratti terminali, con sezioni rispettivamente di 1.2x1.2 m e di 1.6x1.6 m.

Il rio Pastanelli è tombato solo nel suo tratto terminale in prossimità della confluenza con il rio Morione, con una sezione rettangolare di dimensioni 5.0x3.9 m.

Il rio Balanello è tombato dalla confluenza con il rio Pastanelli-Morione fino a circa 85 m a monte con una sezione rettangolare in c.a. con larghezza e altezza pari a 3 m circa.

Un ulteriore corso d'acqua che interessa il bacino è il rio Serra che, pur se in precedenza erroneamente indicato quale affluente in sponda sinistra del rio Morione, è un corso d'acqua minore indipendente, anch'esso tombato nel suo tratto terminale, con sbocco diretto a mare in corrispondenza di Via Serviano con sezione di 2.0x1.8 m.

Da ricordare che nell'ottobre 1966 il Centro Storico di Monterosso è stato interessato da un violento fenomeno alluvionale dovuto al mancato contenimento del corso d'acqua in argomento all'interno delle sezioni tombate (allora limitate a circa 150 m a valle dell'attuale imbocco); una violenta corrente fangosa si rovesciò nella sede stradale danneggiando gravemente i locali a piano terreno e riversandosi nella piazza Garibaldi dove si espanse, raggiungendo altezze di oltre 2 m, come testimoniato da una targhetta applicata a memoria dell'evento sulla parte esterna della chiesa parrocchiale.

Dopo quell'evento il tratto tombato fu prolungato a monte con sezione ampliata (il vecchio imbocco situato in corrispondenza di un restringimento stradale costituisce attualmente una pesante strozzatura della canalizzazione tombata) mentre a valle il tratto terminale fu dotato di un ampio canale scolmatore; recentemente in questo tratto sono stati realizzati lavori di potenziamento strutturale della soletta di copertura e di manutenzione della foce a mare, ingombrata da detriti litoranei.

Nella prima edizione del presente Piano di bacino è stato indagato con verifiche idrauliche il rio Pastanelli-Morione tra una sezione a monte della tombinatura esistente (circa 200 m) per terminare con lo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche già in allora avevano indicato chiaramente la grave insufficienza del tratto tombato che non risultava in grado di smaltire con sufficiente franco neanche deflussi dell'ordine della portata trentennale con conseguenziali frequenti situazioni di messa in carico delle solette di copertura, pericolo di dissesti statici dei manufatti e fuoriuscita d'acqua dalle griglie di raccolta; gli scorrimenti lungo il soprastante piano viabile sarebbero transitati con tiranti significativi, comunque superiori al metro di altezza nella parte in pendenza per raggiungere anche i 3 m ed oltre nella parte terminale nei pressi dello sbocco in Piazza Garibaldi, tali quindi da riprodurre in qualche misura l'evento alluvionale 1966. Veniva inoltre già evidenziato a tale riguardo che lo sfioratore realizzato sotto la piazza in argomento sarebbe stato di poco beneficio nei confronti di una tale fenomenologia (esondazioni con scorrimenti originatisi da monte) in quanto le acque scorrendo sul piano viabile superiore non avrebbero possibilità alcuna di pervenirvi.

Successivamente all'evento alluvionale dell'autunno 2011, si sono succedute alcune varianti al piano di bacino relative al bacino del rio Pastanelli-Morione, la prima con con DGP n. 117 del 18/10/2012 della Provincia della Spezia, la successiva con DGP 169 del 2/9/2014, e da ultimo con Deliberazione della Giunta regionale (che aveva nel frattempo acquisito le competenze in materia).

Infine con Decreto del Direttore Generale della Regione n. xxxx/2020, sono stati recepiti gli esiti di uno studio idraulico presentato dal Comune che ha portato alla determinazione delle fasce di inondabilità aggiornate, di cui alla Tavola 1.

In particolare le verifiche idrauliche, la cui sintesi è riportata in allegato, hanno riguardato il torrente Pastanelli Morione, il rio Balanello, il rio Buranco e il rio Senza Nome. Nell'allegato delle verifiche idrauliche è riportata la corografia dei bacini imbriferi dei suddetti corsi d'acqua.

Le verifiche sono state effettuate mediante integrazione dei profili di rigurgito in moto permanente gradualmente variato sulla base di uno specifico rilievo di dettaglio delle sezioni dei corsi d'acqua e delle aree adiacenti, integrate con la cartografia in scala 1:500 del Comune e con misure speditive appositamente effettuate.

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche del rio principale sono state le seguenti:

-Portate di piena riferimento

Le portate di massima piena del Rio Pastanelli-Morione (sbocco a mare) sono le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	3,15	kmq
➤ CN medio	78	
➤ Q ₅₀₀	106	mc/s
➤ Q ₂₀₀	88	mc/s
➤ Q ₅₀	61	mc/s
➤ Q ₃₀	51	mc/s

Le portate del rio Pastanelli-Morione a monte e a valle della confluenza con il rio Balanello (affluente di sponda sinistra) sono state calcolate con la stessa metodologia del CIMA per i corsi d'acqua con superficie compresa tra 2 e 10 km² attraverso la seguente formulazione:

$$Q = 0,3 K_T \cdot A \cdot C_F \cdot a_{2,9}^{4/3} \cdot t_b$$

dove $A[km^2]$ è la superficie del bacino sotteso, K_T è un fattore di frequenza tabellato in funzione del tempo di ritorno e riportato nella tabella seguente:

T(anni)	5	10	30	50	100	200	500
K _T	1,29	1,79	2,90	3,47	4,25	5,02	6,04

Sulla base della suddetta metodologia sono state calcolate le portate di piena del rio Pastanelli-Morione a cavallo della confluenza con il rio Balanello:

Sezione	Area (Km ²)	CN medio	Q ₅₀ (m3/s)	Q ₂₀₀ (m3/s)	Q ₅₀₀ (m3/s)
Valle confluenza Balanello	2,47	76	48	70	84
Valle confluenza Balanello	2,00	76	40	58	70

La portata di piena 200-ennale dei corsi d'acqua minori con area inferiore a 2 km², quali il rio Balanello, il rio Senza Nome, il rio Serra e il rio Buranco, è stata calcolata assumendo un contributo unitario di 40 m³/s km². Per gli stessi rii le portate 50-ennale e

500-ennale sono state ricavate per interpolazione mediante l'utilizzo della curva di crescita (valore di K_T) utilizzata nella metodologia del CIMA.

In base a tale metodologia risultano i seguenti valori di portata.

Corso d'acqua	Area [km ²]	Q ₅₀ [m ³ /s]	Q ₂₀₀ [m ³ /s]	Q ₅₀₀ [m ³ /s]
Rio Balanello	0.47	13	19	23
Rio Buranco	0.19	5,3	7,6	9,2
Rio Senza Nome	0.33	9,1	13	15,6
Rio Serra	0.09	2,5	3,6	4,3

Si specifica che la confluenza tra Balanello e Pastanelli è stata verificata con due set di portate, a parità del valore di piena sul rio Morione: nel primo caso la portata di piena sul rio Pastanelli ed il corrispondente valore di portata residua sul rio Balanello, nel secondo caso la portata di piena sul rio Balanello ed il corrispondente valore di portata residua sul rio Pastanelli.

-Verifiche idrauliche

La geometria dell'alveo dei rii Pastanelli-Morione e Balanello e dei manufatti interferenti è stata ricavata da un rilievo topografico di dettaglio realizzato nel mese di maggio/giugno 2012.

Ai fini del calcolo sono state individuate una serie di sezioni trasversali in funzione delle caratteristiche geometriche e morfologiche dell'alveo (larghezza, pendenza, curve, presenza di manufatti ecc.) con l'aggiunta di alcune sezioni di calcolo intermedie in corrispondenza di variazioni di sezione significative e dei manufatti, secondo il seguente schema:

- da sez. 101 a sez. 122.2: rio Balanello
- da sez. 0.08 a sez. 9: rio Morione a valle della confluenza fino allo sbocco a mare
- da sez. 10 a sez. 15: rio Pastanelli a monte della confluenza.

La modellazione è stata effettuata nell'ipotesi di sponde infinite qualora il livello di piena superi le quote di sommità arginali assegnando al coefficiente di scabrezza n di Manning un valore di 0.025 per il rio Balanello e di 0.028 per i rii Morione e Pastanelli.

La verifica è stata eseguita integrando il profilo per entrambe le condizioni di corrente lenta da valle verso monte e di corrente veloce da monte verso valle, imponendo come condizioni al contorno la profondità critica nelle sezioni d'estremità.

I risultati sono riassunti in forma numerica e grafica nell'Allegato alla presente relazione. È stata svolta anche una analisi di sensitività dei risultati delle verifiche sul tratto tominato del rio Pastanelli-Morione, attraverso integrazione in corrente veloce e lenta, calcolo di messa in pressione, ostruzione delle sezioni di deflusso, confermando la robustezza dei risultati ottenuti.

Tali risultati, in particolare portano determinate l'ubicazione del limite della fascia A in corrispondenza della sezione 6, circa 40 m a valle della sezione di imbocco della tominatura.

Per quanto riguarda gli altri affluenti, il rilievo ha riguardato in particolare un tratto del rio Buranco della lunghezza di circa 200 m con 13 sezioni trasversali, un tratto del rio Senza Nome della lunghezza di circa 160 m con 19 sezioni trasversali ed un tratto del rio Serra della lunghezza di circa 200 m con 12 sezioni trasversali.

Si è assunto un coefficiente di scabrezza di Manning n pari a 0.03 per tutti i corsi d'acqua.

Quali condizioni al contorno per la sezione di estremità di valle, per i due affluenti Buranco e Senza Nome è stato effettuato il calcolo nelle due condizioni:

- a) indisturbate (profondità critica);
- b) condizionate dalla piena del rio Morione.

Per il rio Serra si è assunta una quota di 1 m s.l.m. per tener conto della maggiore altezza del mare dovuta alla marea e all'ondazione in caso di mareggiata.

Le verifiche sono riportate in forma numerica e grafica (profilo) nell'Allegato alla presente relazione.

Canale di Vernazza

Il Canale di Vernazza è il corso d'acqua caratterizzato dal maggior bacino imbrifero (circa 6 kmq) tra quelli ricadenti nell'ambito in argomento; il crinale che lo separa dal bacino degli affluenti in destra del Magra va da Monte Croce a Monte Gaginara, inoltre il bacino risulta chiuso ad ovest dal subcrinale col bacino dei valloni di Crovaria e Vignaresce e ad est di alcuni direttamente recapitanti a mare tra i quali il Canale di Corniglia.

Il bacino si presenta di forma compatta con alcuni importanti confluenti in destra (Rocche e Teasca) e sinistra (Vernazzola); la copertura prevalente è caratterizzata da boschi a codominanza di castagneto ed arbusteto mesofilo insistenti sulla parte alta del crinale principale; a quote inferiori subentrano boschi di conifere e poi aree agricole terrazzate e non; il tratto terminale una volta percorreva tutta l'incisione valliva sboccando nel porto di Vernazza poi fu deviato una prima volta per sfociare immediatamente ad ovest del porticciolo ed infine, sfruttando una galleria di servizio aperta per lo scarico a mare dei materiali di risulta degli scavi delle nuove gallerie ferroviarie (tratta Vernazza-Corniglia) fu ivi istradato e pertanto fu liberato da tale servitù il tratto terminale del corso principale del paese (dalla stazione ferroviaria al porto).

Il tratto terminale del canale, a valle dell'attuale sbarra che impedisce l'accesso veicolare al paese, è costantemente fiancheggiato dalla unica strada di accesso che corre ora in destra ora in sinistra idrografica; nel tratto a valle di Cascina Oliveti tra il vecchio mulino ed il parcheggio antistante la sbarra di accesso al centro storico vero e proprio, la sezione del corso d'acqua è scarsamente incisa su fondo roccioso e ristretta per l'espansione dell'attigua sede stradale in destra (struttura a sbalzo sull'alveo).

L'insufficienza idraulica di questo tratto appare evidente ed è testimoniata anche da alcune esondazioni che vi si sono determinate anche recentemente e con deflussi relativamente modesti, anche in dipendenza di parziali ostruzioni causate dalla vegetazione trasportata dalla corrente in piena.

Il tratto terminale vero e proprio, con la nuova configurazione determinata dall'inallveamento nella galleria di servizio FF SS di cui si è sopra accennato, presenta un'alternanza di tratti tombati adibiti a parcheggio e tratti liberi con numerosi attraversamenti pedonali, oltre ovviamente alla galleria di sbocco a mare; questa soluzione ha liberato dalla soggezione il tratto terminale del corso stradale, dalla stazione FF SS al porto; testimonianze raccolte in loco hanno segnalato l'instaurarsi di alti livelli idrici all'imboccatura del tratto terminale anche a seguito di eventi meteorici relativamente modesti.

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche (sezione di chiusura a mare) sono state le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	5,71	kmq
➤ CN medio	80	
➤ Q ₅₀₀	180	mc/s
➤ Q ₂₀₀	150	mc/s

➤ Q ₅₀	103	mc/s
➤ Q ₃₀	86	mc/s

Il tratto di torrente indagato inizia in corrispondenza della località C. Vernazzola per terminare con lo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche, riportate in dettaglio nell'apposito allegato, hanno confermato l'insufficienza già evidenziata del corso d'acqua, anche per portate a minori tempi di ritorno, già in corrispondenza del tratto in affiancamento con la strada di accesso al centro storico a valle della località Ca' Oliveti; più a valle in corrispondenza della copertura adibita a parcheggio dei residenti si possono determinare sopralzi del livello liquido per gli eventi maggiori (probabilmente dovuti alla strozzatura del vecchio ponte di accesso ai quartieri occidentali) mentre il tratto terminale è pesantemente condizionato dalla sezione in corrispondenza di piazza dei Caduti e soprattutto dalla sezione della galleria di smaltimento; allo stato delle conoscenze e salvo una migliore definizione della geometria del tratto fluviale nelle immediate prossimità dell'imbocco e della galleria terminale si può indicare in circa 80/90 mc/s il limite di portata che potrebbe defluire senza esondazioni.

Le eventuali portate eccedenti il limite sopra riferito scorrerebbero, con tiranti di altezza rilevante che per l'evento duecentennale può anche superare i 3 m lungo via Roma, fiancheggiata da abitazioni e numerosi esercizi commerciali, fino al recapito in mare, in corrispondenza del porticciolo di Vernazza; in dipendenza di quanto segnalato l'intera incisione valliva a valle di Ca' Oliveti è stata mappata come area a rischio R4 (trattasi di una estensione a monte di quanto previsto al riguardo del vigente Piano di Protezione Civile della Provincia della Spezia).

A seguito dell'evento alluvionale dell'autunno 2011, con DGP n. 117 del 18.10.2012 della Provincia della Spezia, è stata approvata una variante al piano di bacino, con la quale le aree inondate nell'evento alluvionale ex DGR 1489/2011 esterne alla fascia A, sono state recepite classificandole come fasce c.d. A*, aree cioè a cui, nelle more di adeguati approfondimenti tecnico-idraulici, è cautelativamente associata una disciplina corrispondente a quella di fascia A.

Rio Groppo

Il Rio Groppo è il corso d'acqua che interessa il centro di Manarola; conta un bacino imbrifero di circa 2,6 kmq ricadente nell'ambito in argomento; il crinale che lo separa dal bacino degli affluenti in destra del Magra va dal Monte Cuna a Monte Galera, inoltre il bacino risulta chiuso ad ovest dal subcrinale col bacino dei valloni Mulinello, asciutta ed altri minori immanenti a mare e ad est del bacino del Rio Finale facente capo alla stazione di Riomaggiore.

Il bacino si presenta di forma compatta, con alcuni importanti confluenti che convergono sulla frazione Groppo (Volastra, Pisela, Tavola); la copertura prevalente è caratterizzata da una stretta fascia boschiva a codominanza di castagneto insistente sul crinale principale; a quote inferiori subentrano boschi di conifere e poi aree agricole,

prevalentemente terrazzate e vitate, il tratto terminale percorre quasi completamente tombato tutta l'incisione valliva sboccando a mare con notevole salto.

Il tratto terminale del canale si presenta interamente tombato a partire dalla chiesa di Manarola verso valle, oltre a due ulteriori tombamenti a monte realizzati in corrispondenza del parcheggio sulla strada provinciale e del nuovo autosilo; all'interno di detto tombamento sono posate, sia sul fianco destro sia in quello sinistro, canalizzazioni fognanti della rete nera, mentre le acque meteoriche confluiscono nella sede del Rio attraverso apporti laterali e da aperture grigliate insistenti sulla soletta.

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche (sezione di chiusura a mare) sono state le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	2,65	kmq
➤ CN medio	80	
➤ Q ₅₀₀	94	mc/s
➤ Q ₂₀₀	78	mc/s
➤ Q ₅₀	54	mc/s
➤ Q ₃₀	45	mc/s

Il tratto di torrente indagato inizia a monte della prima tombatura in corrispondenza del parcheggio autovetture per terminare con lo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche, riportate in dettaglio nell'apposito allegato, indicano un comportamento idraulicamente sufficiente nel tratto scoperto e nella parte iniziale del tratto tombinato che peraltro si restringe notevolmente nella parte terminale (a monte della stazione) determinando fin da portate superiori a 40 mc/s (corrispondente alla Q₃₀) situazioni di messa in carico delle solette di copertura con pericolo di dissesti statici dei manufatti e fuoriuscita d'acqua dalle griglie di raccolta (come recentemente verificatosi); eventuali scorrimenti lungo il soprastante piano viabile scorrerebbero con tiranti generalmente limitati e significativi all'altezza della stazione.

Rio Finale

Il Rio Finale (o Ruffinale), è il corso d'acqua sboccante a mare in corrispondenza della stazione FF SS di Riomaggiore, caratterizzato da un bacino allungato dell'estesa di circa 1,5 kmq stretto tra i contigui bacini del Rio Groppo di Manarola (ad ovest) e del Vallone di Riomaggiore (ad est). Analogamente ai bacini limitrofi la copertura prevalente è costituita da boschi di conifere e, più in basso da aree agricole, prevalentemente terrazzate e vitate, il tratto terminale è tombato lungo il corso della via Signorini, al termine della quale in corrispondenza della stazione ferroviaria di Riomaggiore sbocca a mare con notevole salto.

Da segnalare che in corrispondenza dell'attraversamento su viadotto della strada principale litoranea per far luogo al sottostante campo sportivo, il Rio Finale è stato ristretto in un'angusta sezione tombata, del tutto insufficiente ad assicurare il transito dei deflussi di piena.

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche (sezione di chiusura a mare) sono state le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	1,38	kmq
➤ CN medio	75	
➤ Q ₅₀₀	46	mc/s
➤ Q ₂₀₀	39	mc/s
➤ Q ₅₀	27	mc/s
➤ Q ₃₀	22	mc/s

Il tratto di torrente indagato inizia a monte della tombinatura esistente (circa 200 m) per terminare con lo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche, riportate in dettaglio nell'apposito allegato, mostrano come il Rio Finale non denoti gravi problemi di insufficienza idraulica nel tratto aperto preso in considerazione mentre nel tratto tombato, probabilmente a causa di un restringimento in prossimità dell'imbocco della copertura che si ripercuote in maniera negativa sul recepimento dei deflussi montani all'interno della copertura, si determinano condizioni di sovrappressione e mancati recepimenti di tutti gli afflussi di monte (già la portata Q30 sarebbe assorbita con annullamento del franco); i mancati recepimenti determinerebbero scorrimenti sul piano viabile della Via Signorini per la quota eccedente la portata recepita in canalizzazione (stimata nell'ordine di 20/25 mc/s) fino ad attestarsi in corrispondenza del manufatto della stazione di Riomaggiore e quindi con probabile interessamento dello stesso, con tiranti limitati lungo la via Signorini e significativi in corrispondenza di piazza della stazione.

Il vallone di Riomaggiore

Il vallone di Riomaggiore è il corso d'acqua che interessa l'omonimo centro; conta un bacino imbrifero di circa 2,7 kmq ricadente nell'ambito in argomento; il crinale che lo separa dal bacino degli affluenti in destra Magra va da La Croce a Forte Verrugoli, inoltre il bacino risulta chiuso ad ovest dal subcrinale col bacino del Rio Finale (facente capo alla stazione dei Riomaggiore) e ad est da quello del Valle Serra, recapitante direttamente a mare.

Il bacino si presenta di forma compatta, con ramificazioni che convergono a valle, dell'attraversamento della statale delle cinque terre; la copertura prevalente è, come negli altri casi, caratterizzata da una stretta fascia boschiva a codominanza di castagneto insistente sul crinale principale; a quote inferiori subentrano boschi di conifere e poi aree agricole, prevalentemente terrazzate e vitate, il tratto terminale percorre completamente tombato tutta l'incisione valliva sboccando a mare in corrispondenza del porticciolo.

Il tratto terminale del canale si presenta interamente tombato con frequenti variazioni di spessore, pendenza e con presenza di numerosi salti naturali; all'interno di detto tombamento sono inoltre posate canalizzazioni fognanti della rete nera mentre le acque meteoriche confluiscono nella sede del rio attraverso apporti laterali ed aperture grigliate

insistenti sulla soletta; la sezione nociva è poi caratterizzata da un'apparente assurdità in quanto chiusa da una muratura che lascia libera solo una esigua apertura semicircolare; tale provvedimento sembra sia stato attuato per consentire di allontanare oltre la diga di protezione dell'imbarcadero, i liquami neri canalizzati dalla struttura in argomento, con evidenti vantaggi di ordine estetico ed igienico specie nel corso della stagione balneare.

L'insufficienza idraulica del tratto terminale si è palesata nel corso di recenti eventi di piena con la messa in carico ed il dissesto statico della soletta della struttura di copertura poco a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria.

Le caratteristiche idrauliche poste a base delle verifiche (sezione di chiusura a mare) sono state le seguenti:

➤ Bacino imbrifero	2,69	kmq
➤ CN medio	81	
➤ Q ₅₀₀	94	mc/s
➤ Q ₂₀₀	70	mc/s
➤ Q ₅₀	54	mc/s
➤ Q ₃₀	45	mc/s

Il tratto di torrente indagato parte dall'inizio della tombinatura esistente per terminare con lo sbocco a mare.

Le verifiche idrauliche, riportate in dettaglio nell'apposito allegato, hanno evidenziato un comportamento idraulicamente insufficiente con frequenti e costanti messe in carico della copertura in vari punti (anche se si deve rilevare come la profonda irregolarità del fondo non sempre può essere fedelmente simulata dalle sezioni che è stato possibile acquisire o rilevare ed inoltre come la pendenza media del vallone sia dell'ordine massimo oltre il quale i valori calcolati col package utilizzato perdono di affidabilità); il tratto più vallivo (da 200 m a monte dell'attraversamento della linea ferroviaria) per il concomitante effetto della riduzione di pendenza e della contrazione della sezione defluente, è particolarmente inadeguato e non assicura il regolare deflusso anche in corrispondenza delle minori portate qui prese in considerazione; infatti si possono determinare gravi messe in carico delle solette che si ripercuotono viepiù verso monte della copertura con dissesti statici e fuoriuscita dei liquidi condottati, come verificatosi anche di recente (ottobre-novembre 2000) in conseguenza di eventi meteorici non particolarmente significativi.

Si segnala che le sopraricordate considerazioni prescindono dalla accertata occlusione della bocca di uscita a mare (in altri termini qui ipotizzata inesistente) e quindi ben maggiori sarebbero le conseguenze nell'attuale assetto dello sbocco (già rilevate in occasione della redazione del Piano Provinciale di Difesa Civile).

Ad aggravare lo scenario sopra configurato resta tra la gente di Riomaggiore il ricordo di una grave alluvione della quale non è stato possibile trovare riferimenti e documentazioni, che avrebbe sommerso anche con circa 2 m di fanghiglia i piani bassi dei fabbricati prospicienti in vallone, allora non tombato se non in minima parte; la relativa simulazione condotta in questa sede ha evidenziato la possibilità che si

determinino tiranti sul piano strada generalmente inferiori al metro con punte anche decisamente superiori in corrispondenza delle strettoie e delle barriere terminali.

Occorre infine fare rilevare come eventuali scorrimenti lungo la via Colombo non potrebbero trovare, come nei casi di Vernazza e Monterosso, libero sfogo in mare in quanto verrebbero intercettati dal rilevato ferroviario che verrebbe interessato direttamente dall'onda di piena; è da rilevare che l'interessamento della galleria ferroviaria provocherebbe la propagazione dell'evento calamitoso anche alla stazione ferroviaria di Riomaggiore (bacino del Rio Finale) e comunque il prevedibile blocco delle comunicazioni ferroviarie tra La Spezia e Genova.

3.4 PRINCIPALI CRITICITÀ DEL BACINO

Come evidenziato nei paragrafi precedenti da un punto di vista della stabilità dei versanti le maggiori problematiche che si sono evidenziate riguardano i seguenti fenomeni:

- presenza di numerose frane attive, localizzate diffusamente, soprattutto lungo la fascia costiera, con casi di caduta di massi e masse, anche consistenti, di roccia;
- piccole frane e smottamenti in corrispondenza di sbancamenti soprattutto su strade di mezzacosta;
- stato di pessima manutenzione dei drenaggi agrari, degli acquidotti, con conseguente detrimento della capacità regimante del deflusso;
- stato di pessima manutenzione dei muretti a secco e dei ciglioni con conseguente accorciamento del tempo di corruzione e innesco di fenomeni di cedimento del versante di tipo esponenziale;
- numerosi incendi che non vengono prontamente sottoposti ad interventi di diradamento selettivo e successivo reimpianto o semina di specie arboree/arbustive possibilmente autoctone in modo da innescare i presupposti bio-ecologici per la ricostituzione della copertura vegetale.

Dal punto di vista idraulico si sono rilevate numerose inadeguatezze funzionali, dimensionali e strutturali relative a quasi tutti i tratti tombati che interessano i tratti terminali delle aste torrentizie interessanti i centri abitati delle Cinque Terre, con possibilità di collassi strutturali ed interessamento alluvionale degli ambiti perimetrali.

3.5 CONSIDERAZIONI SUL TRASPORTO SOLIDO

I bacini oggetto dello studio in argomento sono caratterizzati da limitata ampiezza, notevoli pendenze dei versanti, sollecitazioni idrauliche che determinano un regime spiccatamente torrentizio con meccanismo di formazione del deflusso superficiale di tipo Hortoniano (ove l'intensità della pioggia supera la velocità di infiltrazione del terreno producendo un deflusso superficiale pari alla differenza fra volume piovuto e capacità di assorbimento nell'unità di tempo).

Lo studio dei problemi relativi al controllo dell'erosione dei versanti e all'innescò di fenomeni gravitativi superficiali in seguito ad eventi meteorici di elevata intensità può dare, in mancanza di qualsiasi misura diretta o indiretta, una attendibile valutazione dell'entità del trasporto solido.

Dalle rilevate caratteristiche dei versanti si rileva come l'erosione possa essere alimentata sia da dissesti innescati su pendii nudi, generalmente originati da soil slips che hanno interessato la copertura superficiale, che su pendii boscati; l'apparato radicale delle piante contribuisce alla resistenza opposta dal suolo alle forze destabilizzanti con una coesione che, nei calcoli della verifica di stabilità dei pendii, può essere addizionata a quella effettiva del suolo che peraltro decade bruscamente in corrispondenza del substrato litoide resistente.

Da quanto sopra espresso, unitamente a quanto rappresentato relativamente alla suscettività al dissesto, può darsi ragione dei forti trasporti solidi che accompagnano i maggiori eventi di piena nei corsi d'acqua del bacino, come emerge anche dall'analisi del materiale trasportato secondo le informazioni reperite concernenti i medesimi eventi.

Per una migliore analisi a livello quantitativo occorrerebbe disporre di specifiche analisi geotecniche dei versanti interessati e di una lunga serie di osservazioni lungo le aste che non sono disponibili nel bacino in esame né in bacini esterni considerabili omogenei.

4. RISCHIO IDROGEOLOGICO

(capitolo modificato con D.D.G. n. 2094 del 12/04/2021)

4.1 PREMESSA

La definizione del **Rischio Idrogeologico** è avvenuta utilizzando il metodo proposto dal Comitato Tecnico Regionale nella Raccomandazione numero 8, "Redazione della Carta del Rischio Idrogeologico nei Piani Stralcio di Bacino (L.183/89 e D.L. 180/98 e ss.mm. ed ii.)"

La **Carta del Rischio Idraulico** e la **Carta del Rischio Geomorfologico** si ottengono incrociando le classi di pericolosità, derivanti rispettivamente dalle **fasce di inondabilità** e dalla **suscettività al dissesto di versante**, con la **Carta degli Elementi a Rischio**, direttamente collegata con la **Carta dell'Uso del Suolo**.

4.2 DETERMINAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO

- **Rischio geomorfologico**

Per determinare la Carta del Rischio Geomorfologico si parte dalla costruzione della Carta degli Elementi a Rischio: questi sono dati dall'insieme di popolazione, abitazioni, attività economiche e beni culturali che possono subire danni in conseguenza del verificarsi di un fenomeno di dissesto.

Per tale motivo si è partiti dalla Carta di Copertura e Uso del Suolo accorpando i suoi elementi in 4 classi sulla base della loro capacità di sopportare le sollecitazioni del fenomeno sopraddeito:

Tipologia degli elementi a rischio	Classe
Aree disabitate o improduttive (che comprende le classi 2.3; 2.5; 3.4)	E0
Edifici isolati, infrastrutture viarie minori, zone agricole e/o verde pubblico (che comprende le classi 1.4, e tutti i territori agricoli ad eccezione di 2.1.2.2 cioè seminativi e vivai)	E1
Nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori, infrastrutture viarie minori (che comprende le classi 1.1.2; 1.3.1 e 2.1.2.2)	E2
Centri urbani, grandi insediamenti industriali e commerciali, principali infrastrutture viarie, servizi di rilevante interesse sociale (che comprende le classi 1.2; 1.1.1; 1.3.2 e 5.2)	E3

Seguendo la Raccomandazione del Comitato Tecnico Regionale, i diversi gradi di rischio di carattere geomorfologico si determinano attraverso una matrice in cui si

pongono in relazione le classi di Pericolosità ricavate dalla Carta della Suscettività al Dissesto dei Versanti con la Carta degli Elementi a Rischio.

Elementi a Rischio	Pericolosità (Suscettività al Dissesto dei Versanti)				
	P0 (Molto Bassa)	P1 (Bassa)	P2 (Media)	P3 (Alta)	P4 (Molto Alta)
E0	R0	R0	R0	R1	R1
E1	R0	R1	R1	R2	R3
E2	R0	R1	R2	R3	R4
E3	R0	R1	R2	R4	R4

• **Rischio idraulico**

Le determinazioni relative alla inondabilità sono state tradotte in mappatura del rischio attuale, inteso come prodotto della pericolosità (legata al tempo di ritorno della piena) e degli elementi a rischio (classificati in prima approssimazione sulla base delle zone urbanistiche come definite dal DM 1444/68).

Si è conseguentemente adottata una classifica della gravosità del rischio basata sulle seguenti quattro classi, indicate in senso decrescente (vedi atto di indirizzo e coordinamento del DL 180/98):

1. **R4** Rischio molto elevato;
2. **R3** Rischio elevato;
3. **R2** Rischio medio
4. **R1** Rischio basso
5. **R0** Rischio molto basso

La definizione delle classi di elementi a rischio (E) è stata basata su quanto raccomandato dalla Regione Liguria (racc 4/96) in accordo sostanziale con l'atto di indirizzo e coordinamento del DL 180/98:

E₀: aree disabitate o improduttive

E₁: edifici isolati, zone agricole

E₂: nuclei urbani, insediamenti industriali e commerciali minori

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

Dalle suesposte considerazioni è stata adottata la seguente gradazione del rischio idraulico in dipendenza dei tempi di ritorno degli eventi che potrebbero determinare la inondabilità (rappresentative della *pericolosità* P) e delle zone urbanistiche come sopra raggruppate:

ELEMENTI A RISCHIO	P0 T>500	P1 200<T<500	P2 50<T<200	P3 T<50
E ₀	R0	R0	R1	R1

E₁	R0	R1	R2	R3
E₂	R0	R2	R3	R4
E₃	R0	R2	R4	R4

5. PIANO DI INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

L'individuazione delle criticità idrauliche dei corsi d'acqua dell'Ambito 19 Cinque Terre, e delle cause che le determinano, deriva dallo studio della carta del rischio che si ricorda risultare dalla sovrapposizione della Carta della Pericolosità e di quella degli elementi a rischio. Sempre per mezzo della carta del rischio viene assegnata la priorità che compete a ciascun intervento; nell'esposizione degli interventi l'ordine seguito sarà quindi quello decrescente dalla maggiore priorità alla minore.

Le misure previste si propongono di ridurre il rischio a livelli socialmente compatibili, avendo come obiettivo, anche se a lungo termine, il transito senza esondazioni delle portate con tempo di ritorno duecentennale; a tale finalità dovrà essere associata, nei limiti delle possibilità, la riqualificazione e rinaturalizzazione del corso d'acqua. Quest'ultimo traguardo è forse ancora raggiungibile in alcune delle porzioni di corsi d'acqua che si sviluppano tutt'oggi all'esterno delle aree urbanizzate o dove sussistono vincoli ambientali o esistono siti di grande pregio dal punto di vista dei Beni Culturali.

Per gli interventi proposti in seguito sono forniti, negli allegati idraulici sezioni idrauliche e profili sia dello stato di fatto che dello stato di progetto, a titolo di verifica del beneficio ottenuto; una volta di più si rammenta che la scala di bacino, alla quale si è operato nella presente pianificazione, non permette di raggiungere la precisione necessaria a livello di progettazione; in sede progettuale dovranno quindi essere svolte accurate analisi idrauliche in grado di valutare, oltre ai benefici puntuali di una qualsiasi opera, le conseguenze indotte a monte ed a valle della stessa e le problematiche legate alla capacità di erosione, con particolare attenzione all'instaurarsi di profili di corrente veloce a seguito di opere di ampliamento e regolarizzazione delle sezioni di deflusso. Quando, a livello di progettazione, dovessero presentarsi come opportune soluzioni differenti da quelle previste nel Piano di Bacino, le medesime dovranno essere giustificate e verificate accuratamente.

INTERVENTI

Gli interventi, già identificati a livello puntuale, sono stati localizzati, per una migliore comprensione nella Carta degli Interventi Proposti.

Ad ogni singolo intervento è stata attribuita differente priorità in base alle classi di rischio in accordo con la seguente tabella:

	Classi di Rischio				
	R4	R3	R2	R1	R0
PRIORITA'	1	2	3	4	5

Detti interventi possono essere suddivisi nelle seguenti categorie:

5.1. INTERVENTI SULLE ASTE FLUVIALI

❑ **Torrente Fegina** (Comune di Monterosso al Mare):

1. Ristrutturazione dei confluenti Pomeo e Zoasca nel tratto terminale, prima dello sbocco nel Torrente Fegina, con particolare riferimento e priorità all'eliminazione o all'ampliamento delle tombinature inadeguate: data la delicatezza dell'intervento è necessario un propedeutico studio finalizzato.

Importo dello studio: 40.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità: 1

2. Verifica idraulico-strutturale ed interventi di adeguamento funzionale.

Importo della Progettazione esecutiva: 30.000 €

Ente Attuatore: Comune di Monterosso

Priorità: 1

❑ **Rio delle Rocche** (Comune di Monterosso al Mare):

1. Verifica idraulico-strutturale e verifica di funzionalità dell'imbocco.

Importo della Progettazione esecutiva: 30.000 €

Ente Attuatore: Comune di Monterosso

Priorità: 1

❑ **Canale Pastanelli** (Comune di Monterosso al Mare):

Le verifiche idrauliche hanno evidenziato una grave insufficienza del tratto tombinato già alla portata trentennale. A ciò si deve aggiungere la problematica che il manufatto si trova all'interno del centro storico caratterizzato da strutture edilizie molto vecchie e non sempre in condizioni statiche e di manutenzione ottimali.

Dovendo procedere all'adeguamento della tombinatura sarà opportuno prevedere un'indagine finalizzata alla conoscenza approfondita della situazione strutturale degli edifici, soprattutto mirata alla definizione dei relativi piani fondali, e geologica di dettaglio, prima di approfondire lo studio idraulico e la relativa progettazione.

Importo dello studio: 150.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità: 1

❑ **Canale di Vernazza** (Comune di Vernazza):

Tratto compreso fra il vecchio mulino (località Cascina Oliveti) e la sbarra di accesso al centro storico. L'insufficienza di questo tratto è dovuta a scarsa incisione del fondo roccioso ed al restringimento operato per l'espansione della strada (sezioni 35-23). L'intervento deve prevedere:

- il ripristino della sezione di deflusso connesso allo spostamento verso monte o alla rilocalizzazione, più in alto sul versante, del tracciato stradale (Strada Provinciale n.61);
- risagomatura in roccia, adeguamento in sagoma e nuovo argine, 130 m, 250.000 €;
- realizzazione di nuova strada ed eventuale spostamento utenze, 130 m, 85.000 €;

Importo dell'intervento: 335.000 €

Ente Attuatore: Comune di Vernazza

Priorità: 1

Sistemazione del tratto compreso fra la copertura adibita a parcheggio e piazza dei Caduti:

- rifacimento della copertura-parcheggio, 100 m, 185.000 €;
- rifacimento del ponte di accesso alla zona orientale, 80.000 €;
- chiusura delle luci, accessi e bucatore, delle unità immobiliari che si affacciano sul corso d'acqua;

Importo dell'intervento: 265.000 €

Ente Attuatore: Comune di Vernazza

Priorità: 1

Studio finalizzato alla sistemazione del tratto terminale inalveato, compreso fra la copertura di piazza dei Caduti e lo sbocco a mare comprendente possibile ampliamento della sezione di deflusso in galleria con scavo in roccia, in sotterraneo (per ca. 80 m) o, in alternativa, realizzazione di scolmatore al di sotto della attuale copertura del percorso dell'alveo abbandonato. Entrambe le soluzioni andranno unite alla protezione dello sbocco a mare da possibile ostruzione per frana dalla falesia prospiciente, chiodatura e fissaggio reti di trattenuta.

Importo dello studio: 120.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità: 1

❑ **RIO GROPPA (Manarola - Comune di Riomaggiore):**

Spostamento all'esterno di tutte le utenze posizionate, oggi, all'interno della copertura, rifacimento della medesima e rimodellazione dell'alveo, soprattutto mirata all'eliminazione dei frequenti salti. Tale intervento compare nel Programma Provinciale ai sensi della L.183/89 per le annualità 2002 e 2003, per l'importo complessivo di circa £ 2.500.000.000.; tale intervento è stato deliberato con D.G.R. 1329 del 16.11.2001 dove però il primo lotto, per l'importo di £ 924.000.000 slitta al 2003.

Priorità: 1

❑ **RIO FINALE O RUFFINALE (Comune di Riomaggiore):**

- Rifacimento della tombinatura in corrispondenza del campo sportivo, circa 100 m, 180.000 €;
- rimozione della strettoia in corrispondenza dell'imbocco mediante miglioramento dell'invito fra tratto scoperto e tratto tombato, 70.000 €;
- adeguamento delle sezioni dall'imbocco alla sezione 3, ca. 50 m, 80.000 €.

Importo dell'intervento: 330.000 €

Ente Attuatore: Comune di Riomaggiore

Priorità: 1

□ **VALLONE DI RIOMAGGIORE** (Comune di Riomaggiore):

È fortemente insufficiente la parte terminale della tombinatura, che attraversa tutto il centro storico. Le verifiche idrauliche hanno evidenziato un comportamento insufficiente con frequenti e costanti messe in carico della copertura in vari punti. Il tratto più vallivo, da circa 200 metri a monte dell'attraversamento ferroviario, è particolarmente critico per il concomitante effetto della riduzione di pendenza e della contrazione della sezione defluente.

Per il rifacimento del tombino da almeno 300 metri a monte dell'attraversamento ferroviario, date le difficoltà operative all'interno del centro storico, non è prevedibile un impegno finanziario inferiore ai **10.000.000 €**, e comunque preceduto da uno studio di fattibilità interdisciplinare a carattere idrogeologico-urbanistico al fine di appurare eventuali soluzioni alternative.

Importo dello studio: 500.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità: 1

Manutenzioni

Manutenzione del Torrente Vernazzola € 40.000 Ente Attuatore C.M.

Manutenzione del Torrente Fegina € 16.000 Ente Attuatore C.M.

5.2. INTERVENTI SUI VERSANTI

□ **GUvano - SAN BERNARDINO**

Numerosi interventi si sono succeduti nel tempo col tentativo di mantenere un sufficiente grado di sicurezza alla viabilità, ma sempre con effetti modesti o temporanei, attualmente si ritiene necessaria un'azione più incisiva.

Uno degli ultimi interventi è stato realizzato nell'anno 1988 dalla Regione Liguria, con lo scopo di fronteggiare una situazione di emergenza determinatasi a seguito di intense precipitazioni atmosferiche. L'impegno di spesa fu all'epoca di £. 120.000.000.

In seguito, già agli inizi degli anni Novanta, riconosciute e definite le problematiche descritte sopra, era stato elaborato da Regione Liguria e Provincia della Spezia un

progetto preliminare di intervento che prevedeva:

- disgaggio di blocchi lapidei instabili e disarticolati;
- razionalizzazione dei deflussi superficiali;
- ripristino dei terrazzamenti e realizzazione di opere di contenimento leggere o profonde;
- piantumazioni diffuse;
- realizzazione di una *galleria artificiale* con retrostante terrapieno in contropendenza atto a smorzare il materiale in caduta; il tracciato potrebbe seguire quello della strada attuale o essere rettificato; la galleria consentirebbe il transito veicolare e quello pedonale (deviazione sentiero sottostante).

Il costo dell'opera fu stimato nel maggio 1992 in circa £ 1.500.000.000 ma con realizzazione parziale della galleria, limitata cioè alla parete contro-monte di contenimento ed al suo rivestimento.

Successivamente è stato concesso alla Comunità Montana della Riviera Spezzina, in qualità di Ente Attuatore, un primo finanziamento di £ 600.000 ai sensi della L. 183/89, relativamente all'annualità 1999, ed un secondo finanziamento di £ 400.000 ai sensi del D.L. 180/98 perché classificata a rischio elevato con D.G.R. 1411 del 26.11.1999, crf. **030-313-R4**).

Il primo lotto del progetto preliminare finanziato prevede, con tali risorse finanziate:

- il controllo dell'attività erosiva e sulla coltre di materiale sciolto posta a monte della strada provinciale;
- la realizzazione di un vallo protettivo a monte della strada provinciale, costituito da un argine in gabbioni metallici (cinque file sovrapposte di gabbioni);
- la raccolta delle acque e loro conferimento nelle opere realizzate dalle FF.SS.;
- la posa in opera di reti armate sulle pareti rocciose.

Poiché tale intervento ha già ottenuto un parere favorevole da parte del Comitato Tecnico della Provincia ed è stato approvato in sede deliberante dalla Conferenza dei Servizi tenutasi il giorno 19.07.2001, relativamente all'esecuzione del citato primo lotto, si ritiene debba essere portato a realizzazione.

Sarebbe opportuno, tuttavia, che la gabbionata su cinque file sovrapposte per la realizzazione del vallo protettivo, estremamente pesante (quasi 1.2 Kg/cmq), sia sostituita con una struttura alleggerita in c.a. costituita da un muro contro-terra, con relativo setto drenante a tergo, ed una ampia platea che in una seconda fase, da finanziarsi, potrà essere completata fino a definire la galleria paramassi ipotizzata nel progetto del 1992. Tale galleria, quando ultimata, assolverà anche la funzione del *vallo* di cui al progetto della Comunità Montana, e consentirà il transito in sicurezza delle autovetture, ma comprenderà anche una sezione pedonale, sottostante, nella quale deviare il Sentiero.

Le linee guida progettuali definite dal presente Piano di Bacino prevedono per i lotti successivi:

- la sistemazione ed il potenziamento della scogliera protettiva a mare (in procinto di finanziamento);
- la razionalizzazione di deflussi idrici superficiali e sub-superficiali (mediante drenaggi) lungo il versante;

l'assegnazione delle successive fasi progettuali ed esecutive alla Provincia della Spezia, quale Ente attuatore, essendo proprietaria della strada che rappresenta l'opera attualmente a maggior rischio di tutto il sistema.

I lavori di sistemazione della frana sono già oggetto di progettazione preliminare da parte della Comunità Montana della Riviera Spezzina per l'ammontare di Lit. 10.000.000.000.

Di tali lavori è stato finanziato ed approvato il primo lotto per l'importo di Lit. 1.000.000.000 (controllo dell'attività erosiva e sulla coltre di materiale sciolto posta a monte della strada provinciale; realizzazione di un vallo protettivo a monte della strada provinciale, costituito da un argine in gabbioni metallici, raccolta delle acque e loro conferimento nelle opere realizzate dalle FF.SS., posa in opera di reti armate sulle pareti rocciose) e con D.G.R. n 1329 del 16/11/2001 Regione Liguria ha approvato il programma di interventi in materia di difesa del suolo con cui ha concesso all'ente attuatore Ente Parco Nazionale delle Cinque Terre Lit. 933.000.000 per l'annualità 2003 per la realizzazione della scogliera a mare, tale programma di finanziamento dovrà trovare la conferma nel decreto del Ministero dell'Ambiente .

Prima di procedere alla realizzazione dei lotti successivi (essendo in itinere anche un finanziamento di circa 450.000.000 per la sistemazione di una fascia laterale della frana lungo la strada provinciale) si ritiene opportuno la verifica dell'efficienza degli interventi eseguiti o, comunque, da eseguirsi perché finanziati, ed i risentimenti positivi sia sulla viabilità che sull'abitato di San Bernardino. Si ritiene opportuno un periodo di monitoraggio da operarsi sia nell'abitato che sulla strada che nella parte inferiore del corpo di frana mediante posa in opera di inclinometri ed estensimetri.

Importo del monitoraggio: 130.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità 1

❑ SOVIORE

In ragione di quanto detto nel capitolo relativo alla geomorfologia della frana di Soviore e del fatto che non sono stati eseguiti interventi di consolidamento della frana, si ribadisce che sarebbe opportuno definire meglio la situazione attraverso una conoscenza unitaria e definitiva della frana e ciò appare possibile solo tramite un approfondito studio di tutti i progetti realizzati e l'esecuzione di una campagna geognostica mediante carotaggio continuo, connessa ad un monitoraggio inclinometrico e piezometrico protratto per un tempo significativo.

Importo stimato per studio e monitoraggio: 155.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità 1

❑ **MONTEROSSO ZONA STAZIONE FF.SS**

Il versante a monte della stazione ferroviaria di Monterosso che si spinge fino al Colle dei Cappuccini è stato mappato nella carta geomorfologica allegata come frana attiva e considerati gli elementi a rischio ha determinato una classe di rischio pari a R4 . Questo versante è interessato da distacchi di blocchi e frane di crollo, si ravvede la necessita di un intervento urgente di messa in sicurezza della zona (I lotto) preceduto da un approfondito studio geologico-strutturale relativo alla caratterizzazione dell'ammasso roccioso che valuti anche la manutenzione e lo stato funzionale delle reti già presenti in sito, da questo potrà derivare la necessità di eseguire un II lotto .

Importo stimato: 65.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità 1

5.3. MONITORAGGI

❑ **VOLAISTRA**

A livello di ipotesi progettuale si ritiene prioritario un intervento di salvaguardia dell'abitato e di monitoraggio dell'evoluzione del ciglio di arretramento da continuarsi anche in fase esecutiva e post esecutiva, ma si tralascia ogni ulteriore approfondimento poiché Regione Liguria con D.G.R. n°1357 del 2001 ha assegnato alla Comunità Montana della Riviera Spezzina un finanziamento di £ 300.000.000 per indagini, studi e progettazione preliminare della sistemazione del versante e del tratto costiero tra Manarola e Corniglia comprendente la Frana di Volastra - progettazione definitiva degli interventi prioritari.

Priorità 1

❑ **LA VIA DELL'AMORE ED IL SENTIERO AZZURRO**

La via dell'Amore ed il sentiero Azzurro sono da sempre soggetti all'azione di scarico di frane di crollo e *debris flow* del tutto analoghi a quello descritto per Volastra. Tutta la zona, in ragione della rinomanza a livello turistico che riveste, è stata classificata R4 da Regione Liguria con D.G.R. 904 del 03.08.2001 (rif. **024-183/184-R4**), ed ha ottenuto un finanziamento di Lit. 9.570.000.000 (con rimanenza da finanziare di Lit. 6.930.000.000) con la *1° Revisione Piano Generale Interventi OO.PP., 4° Piano stralcio Fianaziamento*.

Tale finanziamento è stato così suddiviso:

Comune	Località	Danno Lit.	Finanziato Lit.	Residuo da finanziare Lit.
Riomaggiore	Via dell'Amore	3.500.000.000	2.030.000.000	1.470.000.000
Riomaggiore Manarola	Via dell'Amore	4.500.000.000	2.610.000.000	1.890.000.000
Totale		8.000.000.000	4.640.000.000	3.360.000.000
Riomaggiore (Manarola)	Sentiero Azzurro	2.500.000.000	1.450.000.000	1.050.000.000
Manarola	Sentiero Azzurro	3.500.000.000	2.030.000.000	1.470.000.000
Totale		6.000.000.000	3.480.000.000	2.520.000.000
Riomaggiore	Sentiero del Canneto	2.500.000.000	1.450.000.000	1.050.000.000

Il progetto degli interventi di ripristino dei danni derivati dagli eventi alluvionali dell'autunno 2000, nei versanti di Via dell'Amore in Comune di Riomaggiore, per un impegno finanziario (Relazione Tecnica, capitolo 6. Quadro economico) di 1.110.000.000 di lire e soluzioni che, sebbene massicce e distribuite sui versanti, permetteranno di controllare, per un lungo periodo di tempo, il fenomeno di dissesto della falesia:

- disaggi mediante uso esclusivo di leverino a mano;
- chiodatura mediante tiranti inseriti in fori predisposti con perforatrice spalleggiabile (lunghezza da 3 a 6 m);
- imposta di barriere rigide atte all'intercettazione dei distacchi (sviluppo di circa 40 ml);
- imposta di nuove reti armate in continuità o meno di quelle precedentemente poste in opera;
- rafforzamento delle reti precedentemente poste in opera;
- imposta di pannelli in fune d'acciaio per il fissaggio dei blocchi (o porzioni di strato) di maggiore entità;
- prosecuzione ed ampliamento del precedente intervento realizzato dalla Comunità Montana della Riviera Spezzina espandendo la chiodatura mediante micropali sub-orizzontali;
- posa in opera di barriera rigida a geometria fissa.

Alcuni degli interventi sono stati progettati anche nella *necessità di utilizzare in futuro l'area terrazzata sottostante alla parete* (immediatamente a monte della Via dell'Amore) *per giungere ad un completo controllo delle parti pericolanti, soggette a ribaltamento in prossimità della sommità della falesia e dei resti di muretti a secco, attualmente in pessime condizioni.*

Il progetto esecutivo dei lavori di sistemazione idrogeologica dei danni alluvionali dell'ottobre 2000, lungo il **sentiero azzurro** Manarola-Corniglia, per un impegno finanziario (Relazione Tecnica, pag. 5) di 950.000.000 di lire prevede:

- pulizia e disaggio delle pareti rocciose;
- posa in opera di reti armate e non

- rifacimento muri a secco;
- realizzazione di gabbionate;
- posa in opera di paramassi;
- realizzazione di basti rovesci.

Infine, il progetto esecutivo *dei lavori di ripristino dei danni derivati dagli eventi alluvionali dell'autunno 2000, lungo il **sentiero del Canneto***, per un impegno finanziario (Relazione Tecnica, pag. 17) di 1.117.000.000 di lire prevede:

- pulizia e decespugliamento;
- modifica di un tratto del percorso;
- realizzazione di gradonatura in gabbioni;
- rifacimento muri a secco;
- scarico reti esistenti e loro ritesatura.

Gli interventi definiti sono destinati all'ottenimento di una mitigazione del rischio nelle aree in oggetto anche se le tipologie dei fenomeni di instabilità sono tali da escludere una loro risoluzione sia con questi interventi che con altri, anche più radicali ed invasivi prevedibili.

Si deve ritenere, tuttavia, che gli impegni finanziari profusi, in questa fase, siano sufficienti a garantire temporanea funzionalità ai sentieri.

□ **AREA DEL DEPURATORE DISMESSO DI MONTEROSSO AL MARE**

Dal punto di vista del grado di conservazione è da rilevare la situazione di dissesto in cui versa l'affioramento di serpentiniti nella zona circostante il depuratore dismesso di Monterosso, nella sua parte più meridionale prospiciente la fascia costiera. Si tratta di pareti rilevanti per altezza, caratterizzate forte tettonizzazione e fratturazione del litotipo che, conseguentemente, presentano cigli di arretramento attivi, la cui azione di scarico, favorita da condizioni atmosferiche avverse, si ripercuote entro un'area abbandonata, sede del vecchio dismesso depuratore di Monterosso al Mare.



Foto 20- La parete in serpentinite a monte del dismesso depuratore di Monterosso al Mare..

La situazione risultante è indubbiamente molto compromessa ed in tale ottica non è condivisibile la previsione di eseguire la bonifica dell'area (al costo stimato di 950.000.000 lire, pari a 490.634,054 €) al fine di localizzarvi il nuovo depuratore. La bonifica, secondo il progetto preliminare della Comunità Montana della Riviera Spezzina, sarebbe realizzata mediante *consolidamento della parete con rivestimento di rete armata e pannelli in fune d'acciaio, sostituzione delle reti esistenti e delle barriere danneggiate*. Un intervento del medesimo tipo era già stato messo in opera nella zona, ma non ha assolutamente sortito l'effetto aspettato come dimostrano le strutture divelte e come ammette la medesima Comunità Montana nella descrizione del nuovo intervento come riportata sopra.

In definitiva la tipologia di intervento suggerita non sortirebbe l'effetto risolutivo anche in ragione delle caratteristiche intrinseche dell'affioramento e del suo grado di fratturazione; un intervento più oneroso, al contrario, sarebbe a tutto svantaggio di un favorevole rapporto costi-benefici e pertanto la previsione più razionale è quella di rilocalizzare il progettato del nuovo depuratore del Comune di Monterosso al Mare o di realizzargli una cortina protettiva semiperimetrale.

Per quanto concerne i finanziamenti già concessi su zone che non rientrano nella presente trattazione si ritiene che, qualora i lavori siano già iniziati o aggiudicati, debbano essere portati a termine, altrimenti vengano sospesi ed eventualmente devoluti ad altri interventi di maggiore priorità nell'ambito del bacino medesimo; al contrario qualora gli interventi siano ancora nella fase di progettazione, a qualunque livello, la medesima

debba essere sospesa ed aggiornata di concerto con gli indirizzi del presente Piano, di concerto con gli Uffici competenti dell'Amministrazione Provinciale.

Per la progettazione relativa agli interventi di cui alle zone descritte in precedenza dovrà seguire le indicazioni e le linee guida del presente Piano; la Provincia della Spezia assumerà il ruolo di Ente Attuatore salvo sua delega ad altro Ente presente sul territorio.

5.4. INTERVENTI DI REGIMAZIONE IDRAULICA NEI TRATTI NON URBANIZZATI

Al fine di valutare la possibilità di realizzare a monte dei tratti urbanizzati idonee strutture trasversali selettive, finalizzate in particolare ad impedire il trascinarsi verso valle di potenziali ingombri della sezione defluente (con particolare riferimento alle alberature), si ritiene necessario uno studio esteso all'intero ambito, inteso alla progettazione preliminare di quanto illustrato. Tale studio dovrà prevedere anche interventi di carattere forestale volti al miglioramento della qualità idrologica dei parametri influenti sul deflusso superficiale e in grado di influire beneficamente sul rifiuto del terreno. Si rimanda alla relazione idrologica-idraulica allegata al Piano, costituente parte integrante dello stesso, per un maggiore dettaglio degli aspetti sopra citati.

Importo stimato: 85.000 €

Ente Attuatore: Provincia della Spezia

Priorità: media

6. BIBLIOGRAFIA

- AA.VV. C.N.R. (1964) - *Carta delle precipitazioni medie annue in Italia (trentennio 1921-1950)* - Scala 1:1.500.000. Cartogr. Riccardi, Roma.
- AA.VV. C.N.R. (1982) - *Carta Strutturale dell'appennino settentrionale (scala 1:250.000)*. C.N.R., P.F. Geodinamica, pubbl. n. 429, S.EL.Ca., Firenze.
- AA.VV. Società Geologica Italiana (1994) - *Guide geologiche regionali - Appennino Ligure-Emiliano. Vol. 6.*
- AA.VV. (1999) - *Carta Geologica d'Italia 1:50.000 - Foglio 248 LA SPEZIA - Guida alle escursioni 16-17 marzo 1999*. Firenze.
- ABBATE E. (1969) - *Geologia delle Cinque Terre e dell'entroterra di Levante (Liguria Orientale)*. Mem. Soc. Geol. It., **8**, 923-1014.
- ABBATE E., BECCALUVA L., BORTOLOTTI V., GALBIATI B., PICCARDO G.B., PRINCIPI G., SERRI G. (1980) - *Eastern Liguria ophiolite nappes*. Ophioliti: VI Ophiolite Field Conference, Italy, 65-97.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V. (1980) - *Section in Northern Apennine Ophiolite*. Ophioliti: VI Ophiolite Field Conference, Italy, 43-9.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V. (1984) - *Cento anni di geologia italiana. Le Unità Liguri dell'Appennino Settentrionale: sintesi dei dati e delle interpretazioni dal 1970 in poi*. Volume Giubileo I Centenario S.G.I. p. 215-240.
- ABBATE E., BORTOLOTTI V., CONTI M., MARCUCCI M., PRINCIPI G., PASSERINI P., TREVES B. (1986) - *Apennines and Alps ophiolites and evolution of the western Tethys*. Mem. Soc. Geol. It., **31**, 23-44.
- ABBATE E., SAGRI M. (1982) - *Le unità torbiditiche cretacee dell'Appennino settentrionale ed i margini continentali della Tetide*. Mem. Soc. Geol. It., **24**, 115-26.
- ASSERETO R., BOSELLINI A., FANTINI SESTINI N. & SWEET W.C. (1973) - *The Permian Triassic Boundary in Southern Alps (Italy)*. Mem. Can. Soc. Petrol. Geol., **2**, 176-199.
- BAGNOLI G., GIANELLI G., PUXEDDU M., RAU A., SQUARCI P., & TONGIORGI M. (1980) - *A tentative stratigraphic reconstruction of the Tuscan Paleozoic Basement*. Mem. Soc. Geol. It., **20**, 99-116.
- BALDACCI F., ELTER P., GIANNINI G., GIGLIA G., LAZZAROTTO A., NARDI R. & TONGIORGI M. (1967) - *Nuove osservazioni sul problema della Falda Toscana e sulla interpretazione dei Flysch arenacei tipo «Macigno» dell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **6**, 213-244.

- BARBETSEA E., FANUCCI F., FIRPO M., MIRABILE L., & PICCAZZO M. (1982) - *Il Plio-Quaternario del Mar Ligure: 1) potenza e modalità di accumulo della coltre sedimentaria*. Quaderni Ist. Geol. Univ. di Genova, **1**, 3-20.
- BARTOLE R., TORELLI L., MATTEI L. e BRANCOLINI G. (1991) - *Assetto stratigrafico-strutturale del Tirreno settentrionale: Stato dell'arte*. Stud. Geol. Camerti, spec. vol. 1, 115-140.
- BARTOLINI C. et ALII (1982) - *Carta neotettonica dell'Appennino settentrionale: Note illustrative*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 523-549.
- BEMINI M. (1991) - *Le strutture estensionali della Lunigiana (Appennino settentrionale): proposta di un nuovo modello deformativo*. Atti Ticinensi di Scienze della Terra, 34,29-38.
- BETTELLI G., BONAZZI U., FAZZINI P. GELMINI R (1987) - *Macigno, Arenarie di Monte Modino e Arenarie di Monte Cervarola del crinale appenninico emiliano*. Mem. Soc. Geol. It., 39, 1-17.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA A., GIANNINI E. e LAZZAROTTO A. (1980) - *Evoluzione dell'Appennino Settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 359-373.
- BOCCALETTI M., COLI M., DECANDIA F.A., GIANNINI E. e LAZZAROTTO A. (1981) - *Evoluzione dell'Appennino settentrionale secondo un nuovo modello strutturale*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 359-373.
- BOCCALETTI M. e COLI M. (1982) - *Carta strutturale dell' Appennino settentrionale 1:250.000*. CNR Progetto Finalizzato Geodinamica, Sottoprogetto 5, Modello strutturale - Gruppo Appennino settentrionale. Pubbl. n. 429. SELCA, Firenze
- BOCCALETTI M., DECANDIA F.A., GASPERI O., GELMINI R., LAZZAROTTO A. e ZANZUCCHI O. (a cura di) (1987) - *Note illustrative della carta strutturale dell'Appennino settentrionale*. C.N.R. Progetto Finalizzato Geodinamica, sottoprogr. 5 Modello Strutturale; Pubbl. 429- 1982, pp. 203.
- BOCCALETTI M., ELTER P. e GUAZZONE O. (1971) - *Polarità strutturali delle Alpi e dell'Appennino settentrionale in rapporto all'inversione di una zona di subduzione nord-tirrenica*. Mem. Soc. Geol. It.,**10**, 371-378.
- BOCCALETTI M., FICCARELLI O., MANETTI P. e TURI A. (1969) - *Analisi stratigrafiche, sedimentologiche e petrografiche delle Formazioni Mesozoiche della Val di Lima*. Mem. Soc. Geol. It., **8**, 847-922.
- BORTOLOTTI V. (1983) - *Stratigrafia, tettonica ed evoluzione geodinamica delle ofioliti della Toscana*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 63-74.
- BORTOLOTTI V. e PIRINI C. (1965) - *Nota preliminare sull'età della base del Macigno*. Boll. Soc. Geol. It., **84**, 29-36.
- BORTOLOTTI V., PASSERINI P., SAGRI M. e SESTINI O. (1970) - *The miogeosynclinal sequence*. Sedim. Geol., **4** (3-4), Spec. Issue, 341-444.
- BRAGA O. e MARCHETTI O. (1970) - *Sulla presenza di arenarie tufitiche nella Liguria orientale e dati sulla loro età*. Atti dell'Istituto Geologico dell'Università di Pavia, **21**,115-122.

- CARRA G. (1991) - *Studio geologico e rilevamento del Promontorio occidentale del Golfo della Spezia: nuova interpretazione della successione camico-hettangiana*. Tesi di Laurea. Univ. Studi Parma, Corso di Laurea in Sc. Geol., AA 1990/91.
- CIPRIANI C. e MALESANI P. G. (1963) - *Ricerche sulle arenarie 9. Caratteristiche e distribuzione geografica delle arenarie appenniniche oligoceniche e mioceniche*. Mem. Soc. Geol. It., **4**, 339-374.
- CIPRIANI C. e MALESANI P. G. (1972) - *Composizione mineralogica delle frazioni pelitiche delle Formazioni del Macigno e Marnoso-arenacea (Appennino settentrionale)*. Mem. Ist. Geol. e Min. Univ. Padova, **29**, 1-25.
- CIPRIANI N., MALESANI P. G. e VANNUCCI S. (1985) - *Distribuzione e rapporti dei sedimenti oligocenici e miocenici nell'Appennino settentrionale*. Miner. Petrogr. Acta, **39**, 191-210.
- CORRADI N., FANUCCI F., FIERRO G., FIRPO M., & PICCAZZO M. (1984) - *La piattaforma continentale ligure: caratteri, struttura ed evoluzione*. P. F. Oceanografia e Fondi Marini, Rapporto tecnico finale.
- CORRADI N., FANUCCI F., FIRPO M., PICCAZZO M., & TRAVERSO M. (1980). - *L'Olocene della piattaforma continentale ligure da Portofino a La Spezia*. Ist. Idrogr. della Marina, Genova.
- CORTESOGNO L., GALBIATI B., e PRINCIPI G. (1980) - *Le breccie serpentinitiche giurassiche della Liguria orientale*. Arch. Sc. Genève, **33** (2/3), 185-200.
- CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G. (1981) - *Descrizione dettagliata di alcuni caratteristici affioramenti di breccie serpentinitiche della Liguria Orientale ed interpretazione in chiave geodinamica*. Ofioliti, **6**, 1, 47-76.
- CORTESOGNO L., GALBIATI B., PRINCIPI G. VERCESI DEL CASTELLAZZO G. (1981) - *Carta geologica delle ofioliti del Bracco tra Levante e Velva*. C.N.R. - Centro di Studi per la Geologia dell'Appennino - Gruppo di lavoro per le Ofioliti mediterranee.
- CORTESOGNO L., GRANDJAQUET C. e HACCARD D. (1979) - *Contribution a l'etude de la liaison Alpes-Appennins. Evolution tectono-metamorphique des principaux ensembles ophiolitiques de Ligurie (Appennins du nord)*. Ofioliti, **4**, 157-172.
- COSTA E., DI GIULIO A., PLESI G. e VILLA G. (1993) - *Caratteri biostratigrafici e petrografici del Macigno lungo la trasversale Cinque Terre - Val Gordana - M. Sillara (Appennino Settentrionale: implicazioni sulla evoluzione tettono-sedimentaria)*. Studi Geol. Camerti, Vol. Spec. CROP 01/1A.
- DALLAN NARDI L. e NARDI R. (1972) - *Schema stratigrafico e strutturale dell'Appennino Settentrionale*. Mem. Acc. Lunig. Sc., **42**, 212 pp.
- DALLAN NARDI L. e NARDI R. (1978) - *Il quadro paleotettonico dell'Appennino Settentrionale: un'ipotesi alternativa*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. Ser. A, **85**, 289-290.

- DALLAN NARDI L., NARDI R. (1979) - *Il quadro paleotettonico dell'appennino settentrionale: un'ipotesi alternativa*. Atti Soc. Tosc. Sci. Nat. , Mem., Serie A, 85 (1978), 289-298.
- DECANDIA F.A. e ELTER P. (1972) - *La zona ofiolitifera del Bracco nel settore compreso tra Levante e la Val Graveglia*. Mem. Soc. Geol. Ital., Vol XI.
- DEL SOLDATO M. E PINTUS S. (1985) - *Studio geologico-storico delle attività e delle tecniche estrattive nella Liguria Orientale*. Mem. Acc. Lunig. Sci. Capellini Vol. XLV-XLVII.
- DEL SOLDATO M., PINTUS S. E ZUFFARDI P. (1992-1993). *Le risorse estrattive della Provincia della Spezia*. Mem. Acc. di Sc. G. Capellini, v. LXII-LXIII.
- A. DE STEFANIS, M. MARINI, R. TERRANOVA, G. DE LUIGI (1978) *I movimenti franosi di Guvano e Rodalbia nelle Cinque Terre e i loro riflessi sulla morfologia della costa ligure e sugli insediamenti*. Mem. Soc. Geol. Ital 19 (1978), 161-167.
- DRAMIS F. (1984) - *Aspetti geomorfologici e fattori genetici delle deformazioni gravitative profonde*. Boll. Soc. Geol. It., 103, 681-687.
- DRAMIS F., MAIFREDI P., SORRISO-VALVO M. (1987) - *Deformazioni gravitative profonde di versante. Aspetti geomorfologici e loro diffusione in Italia*. Geol. Appl. e Idrogeol., 20 (2), 1985, 377-390.
- DURAND DELGA M., RIEUF M. & VANOSSI M. (1981) - *Considerations sur la marge continentale europeenne des Alpes ligure a' la Corse (Briançonnais interne et Prepiemontais)*. C. R. Acad. Sc. Paris, s. 2, 292, 83-90.
- ELTER P. (1973) - *Lineamenti tettonici ed evolutivi dell'Appennino settentrionale*. Quad. Acc. Naz. Lincei, 183, 97-109.
- ELTER P., GIGLIA G., TONGIORGI M., TREVISAN L. (1975) - *Tensional and compressional areas in the recent (tortonian to present) evolution of the northern Apennines*. Boll. Geofis. Teor. Appl., 17, 3-18.
- FANUCCI F. (1978) - *Neotettonica dei margini continentali del Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 19, 535-542.
- FANUCCI F., & FIRPO M. (1981) - *Application de la sismique reflexion a l'etude de la marge continentale de la Mer Ligure: quelques exemples*. Bollettino di Geofisica Teorica ed Applicata, 23.
- FANUCCI F., & NICOLICH R. (1984) - *Il Mar Ligure: nuove acquisizioni sulla natura, genesi ed evoluzione di un "bacino marginale"*. Mem. Soc. Geol. It., 27, 97-110.
- FANUCCI F., CORRADI N., FIERRO G., FIRPO M., PICCAZZO M., RAMELLA A., & TUCCI S. (1987) - *Sismostratigrafia e neotettonica del Mar Ligure*. Quaderni Ist. Geol. Univ. Genova, 3.
- FANUCCI F., EVA C., CATTANEO M., FIRPO M., & PICCAZZO M. (1989) - *Tettonica e morfogenesi in Mar Ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 42, 221-227.
- FANUCCI F., FIERRO G., & REHAULT P. (1974) - *Evoluzione Quaternaria della piattaforma continentale ligure*. Mem. Soc. Geol. It., 13, (2), 233-240.

- FANUCCI F. & NOSENGO S. (1977) - *Rapporti tra neotettonica e fenomeni morfogenetici del versante marittimo dell'Appennino Ligure e del margine continentale*. Boll. Soc. Geol. It., **96** (1-2).
- FANUCCI F., FIRPO M., & VETUSCHI ZUCCOLINI M. (1995) - *Evoluzione delle piattaforme continentali tirreniche e tettonica verticale*. Studi Geologici Camerti, **1**, 391-398.
- FANUCCI F., FIRPO M., MIRABILE L., & PICCAZZO M. (1978) - *Risultanze di una campagna di sismica a riflessione sul margine continentale del Mar Ligure da Genova a Livorno*. Annali dell'Istituto Universitario di Napoli, 47-48.
- FANUCCI F., FIRPO M., PICCANO M., & MIRABILE L. (1984) - *Le Plio-Quaternaire de la Mer Ligure: épaisseurs et conditions d'accumulation*. Marine Geology, **55**, 291-303.
- FANUCCI F., GIANMARINO S., & TEDESCHI D. (1980) - *Il Pliocene della costa e del margine continentale dell' Appennino ligure in rapporto alla neotettonica*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 259-265.
- FANUCCI F., MIRABILE L., & PICCAZZO M. (1980) - *Le piattaforme continentali del Mar Ligure - Alto Tirreno: proposta di classificazione*. Atti III Congr. Ass. It. Ocean. e Limnol., 105-114.
- FAZZINI P., GELMINI R. (1984) - *Tettonica trasversale nell'Appennino settentrionale*. Mem. Soc. Geol. It., **24** (1982), 299-309.
- FEDERICI P.R. & RAGGI G. (1976) - *Una nuova interpretazione dei Monti della Spezia*. Boll. Soc. Geol. It., **94**, 945-960.
- FEDERICI P. R. & RAGGI G. (1980) - *Rapporto preliminare sulla neotettonica del Foglio 95 (La Spezia)*. Contr. real. Carta Neot. It. Pubbl. n. 251 P. F. Geodinamica.
- FORCELLA F. (1984) - *Brevi note sulla tettonica gravitativa nelle Alpi centrali*. Boll. Soc. Geol. It., **103**, 689-696.
- GANDOLFI G., PAGANELLI L. (1992) - *Il Macigno costiero fra La Spezia e Grosseto*. Giorn. Geol. **54**, 79-163.
- GANDOLFI G., PAGANELLI L. (1993) - *Le torbiditi arenacee oligo-mioceniche dell'Appennino settentrionale fra La Spezia ed Arezzo. Studio petrografico e implicazioni paleogeografiche*. Giorn. Geol., **55**, 93-102.
- GHELARDONI R. (1958) - *Spostamento dello spartiacque dell'Appennino Settentrionale in conseguenza di catture idrografiche*. Atti Soc. Tosc. Sc. Nat. serie A, **65**.
- GIAMMARINO S. e GIGLIA G. (1990). *Gli elementi strutturali della Piegia di La Spezia nel contesto geodinamico dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **109** (4), 683-692.
- GIAMMARINO S. GIGLIA O. (1990) - *Gli elementi strutturali della piegia di La Spezia nel contesto geodinamico dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **109**,(4), 683-692.
- GHELARDONI R. (1965) - *Osservazioni sulla tettonica trasversale dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **84** (3), 277-290.

- HUTCHINSON J. N. (1988) - *Morphological and geotechnical parameters of landslides in relation to geology and hydrogeology*. Proceedings 5th International Symposium on Landslides, Losanna, 10-15 July 1988, 3-35.
- JAHN A. (1964) - *Slope morphological features resulting from gravitation*. Z. Geomorph., Suppl. B. 5, 59-72.
- MAZZANTI R. & TREVISAN L. (1978) - *Evoluzione della rete idrografica dell'Appennino Settentrionale*. Geogr. Fis. Dinam. Quat., 1.
- MERLA G. (1951) - *Geologia dell'Appennino settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **70**, 382pp.
- MERLA G. (1952) - *Geologia dell'Appennino Settentrionale*. Boll. Soc. Geol. It., **82**, 39-444.
- MONTANARI L. ROSSI M. (1982) - *Evoluzione delle unità stratigrafico-strutturali terziarie del nordappennino: 1. L'unità di Canetolo*. Boll. Soc. Geol. It., **101**, 275-289.
- MONTANARI L. ROSSI M. (1983) - *Evoluzione delle unità stratigrafico-strutturali terziarie del nordappennino: 2. Macigno e Pseudomacigno. Nuovi dati cronostatigrafici e loro implicazioni*. Mem. Soc. Geol. It., **25**, 185-217.
- PASSERI L. (1979) - *The hypothesis of a Northern Apenninic peninsula during the Upper Triassic*. Mem. Soc. Geol. It., 20, 151-161.
- PASSERI L. (1984) - *Le successioni triassico - giurassiche dell'Appennino Settentrionale e delle Alpi Liguri nel quadro dell'evoluzione preoceanica della Tetide occidentale*. Mem. Soc. Geol. It. **28**, 353-369.
- PICCARDO G.B. (1977) - *Le ofioliti dell'areale ligure: petrologia e ambiente geodinamico di formazione*. Rend. SIMP, **33**, 221-252.
- PRINCIPI G., TREVES B. (1984) - *Il sistema corso-appenninico come prisma di accrezione. Riflessi sul problema generale del limite Alpi-Appennini*. Mem. Soc. Geol. It., **28**, 549-576.
- PRINCIPI G., CORTESOGNO L. et Alii (1992). *Le ofioliti dell'Appennino Settentrionale. Guida all'escursione* - 76^a Riunione estiva della SGI convegno SIMP. Firenze 21 -23 Settembre 1992.
- PROVINCIA DELLA SPEZIA (1996) - *Piano provinciale di protezione civile. Carta del rischio da inondazione in area urbana di pertinenza fluviale dei torrenti della Provincia della Spezia*.
- RADBRUCH-HALL D. (1978) - *Gravitational creep of rock masses on slopes*. In B. Voight ed.: *Rockslides and avalanches -Natural Phenomena*. Developm. in Geotech. Engineering, V. 14 A, Elsevier, Amsterdam, 607.,657.
- RAU A. & TONGIORGI M. (1981) - *Alcune ipotesi sulla storia pregiurassica del futuro margine nordappenninico*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 23-31.
- RICCI LUCCHI F. (1986) - *The Oligocene to Recent foreland basins of the Northern Apennines*. Int. Ass. Sedim. Spec. Publ., **8**, 105-139.

- RICCI LUCCHI F. (1987) - *Semiallochthonous sedimentation in the Apenninic thrust belt*. Sediment. Geol., **50**, 119-134.
- ROVERETO G. (1904) - *Geomorfologia delle valli Liguri*. Atti R. Univ. Genova, **18**.
- ROVERETO G. (1939) - *Liguria geologica*. Mem. Soc. Geol. It., **2**.
- SAGRI M. (1973) - *Sedimentazione torbidity in the Apennine thrust belt: velocity of accumulation, lithology, morphology of the base*. Boll. Soc. Geol. It., **92**, 233-272.
- SAGRI M. MARRI C. (1980) - *Paleobathymetry and environments of deposition of the upper Cretaceous turbiditic units of the Apennine thrust belt*. Mem. Soc. Geol. It., **21**, 231-240.
- SAVAGE W. Z., VARNES D. J. (1987) - *Mechanism of gravitational spreading of steep-sided ridges ("Sackung")*. I.A.E.G. Bull., 35, 31-36.
- SORRISO-VALVO M. (1984) - *Atti del I Seminario "Deformazioni Gravitative Profonde di Versante"*. Boll. Soc. Geol. It., 103, 667-669.
- TREVES B. (1984) - *Orogenic belts as accretionary prisms: the example of the Northern Apennines*. Ofioliti, **9**, 577-618.
- VAN WAMEL W. A. (1987) - *On the tectonics of the Ligurian Apennines*. Tectonophysics, **142**, 87-98.
- VARNES D. J. (1978) - *Slope movement types and processes*. In: Schuster R. L., Krizek R. J. Ed., Landslides analysis and control. Transportation Research Board, Special Rept. 176, Nat. Acad. of Sciences.
- ZACCAGNA D. (1935) - *La geologia del Golfo della Spezia*. Mem. Acc. Lunig. Sc., **16**, 63-90.