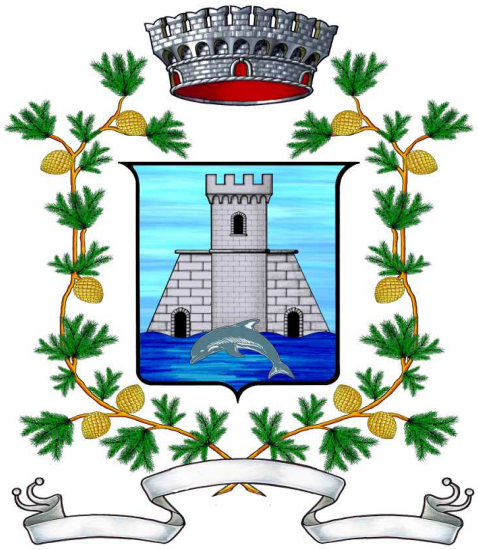
REGIONE LIGURIA
CITTA' METROPOLITANA DI GENOVA
COMUNE DI PORTOFINO
PIANO URBANISTICO COMUNALE

AI SENSI DELL' ART.24 L.U.R. N. 36/97 E S.M.I.
IN APPLICAZIONE DELLA D.G.R. N. 321 DEL 11 MAGGIO 2018
(PROGETTO 2018)



NOTE GEOLOGICHE ILLUSTRATIVE

LEGGE URBANISTICA REGIONALE N. 36/97 E S.M.I.
D.G.R. n° 1745 del 27.12.2013 "Linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali"

SOMMARIO

1. PREMESSA pag. 4
1.1. RIFERIMENTI NORMATIVI 4
1.2. MODALITA' D'INDAGINE 4
1.3. CARTOGRAFIA TEMATICA 5

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO 5
2.1. CARTA DELL'ACCLIVITÀ 6

3. CARTA GEOLOGICA 7
3.1. FORMAZIONE DEL CONGLOMERATO DI PORTOFINO 7
3.2. DEPOSITI DI VERSANTE DI DIVERSA ORIGINE CON SPESSORI DI RILEVANZA STRATIGRAFICA 8
3.3. DEPOSITI DI SPIAGGIA E DEPOSITI ALLUVIONALI DI ORIGINE MISTA FLUVIO-MARINA 9
3.4. RIPORTI DI ORIGINE ANTROPICA 9
3.5. ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE 9

4. CARTA GEOMORFOLOGICA 10
4.1. ASSETTO MORFOLOGICO DEI VERSANTI 10
4.2. ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI E INDIZI MORFOTETTONICI 11
4.3. FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA' 12
4.4. FORME FLUVIALI DOVUTE AL DILAVAMENTO DEI VERSANTI 13
4.5. FORME DI ORIGINE MARINA 14
4.6. FORME ANTROPICHE 14

5. CARTA IDROGEOLOGICA 15
5.1. BACINI IDROGRAFICI 15
5.2. PERMEABILITA' 16
5.2.1. Permeabilità delle coperture 16
5.2.2. Permeabilità del substrato roccioso 17
5.3. ELEMENTI IDROGEOLOGICI 18

6. CARTA LITOTECNICA 18
6.1. MATERIALE DI ORIGINE ANTROPICA 19
6.2. TERRENI ALLUVIONALI FLUVIO-MARINI 19
6.3. TERRENI DI COPERTURA 19
6.4. SUBSTRATO LITOIDE 20
6.5. INDAGINI IN SITO 20

7. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA 20

8. CARTA DI ZONIZZAZIONE 22
8.1. CLASSE 1: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO NON CONDIZIONATA 23
8.2. CLASSE 2: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO MODERATAMENTE CONDIZIONATA 23
8.3. CLASSE 3: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA 24
8.4. CLASSE 4: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO PARZIALMENTE LIMITATA 25
8.5. CLASSE 5: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO LIMITATA 25

7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE 26

RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI 28

ALLEGATI

CARTE DI ANALISI

- Carta dell'acclività (Tav. 1)
- Carta geologica (Tav. 2)
- Carta geomorfologica (Tav. 3)
- Carta idrogeologica (Tav. 4)
- Carta litotecnica (Tav. 5)

CARTE DI SINTESI

- Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Tav. 6)
- Carta della suscettività d'uso del territorio (Tav. 7)
- Carta della sovrapposizione fra zonizzazione geologica e ambiti PUC (Tav. 8)

1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale di Portofino, con Determinazione del Responsabile del Settore Tecnico n°181 del 06.09.2016, sono stati redatti gli studi geologici connessi al piano urbanistico comunale.

Le indagini condotte hanno la finalità di accertare la compatibilità delle previsioni urbanistiche nei confronti delle caratteristiche geomorfologiche, geologico-geotecniche e sismiche del territorio comunale.

1.1. RIFERIMENTI NORMATIVI

Le presenti indagini geologiche sono state condotte in conformità a quanto previsto dalle normative vigenti in materia e in particolare dalla Legge Regionale n. 36 del 04.09.1997.

Per la definizione degli standard di indagine è fatto riferimento alla D.G.R. n° 1745 del 27.12.2013 "*Linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali"*. Tale normativa tiene conto della pianificazione a livello di bacino per l'Ambito 15 (D.L. 180/98 convertito in L. 267/1998), della tutela delle acque (D.Lgs 152/2006), della tutela dell'ambiente marino e costiero (L.R. 20/2006, D.C.R. 29/2009), della microzonazione sismica (L.R. 29/2006 e D.G.R. 471/2010), della tutela dei geositi e delle aree carsiche (L.R. 39/2009), della valutazione ambientale strategica (D. Lgs. 152/06 e L.R. 32/12).

Ad esclusione del ristretto ambito edificato del nucleo insediativo di Portofino, quasi tutto il territorio comunale è soggetto al vincolo idrogeologico ai sensi del R.D. n. 3267 del 30.12.1923 e della L.R. n. 4 del 22.01.1999.

1.2. MODALITA' D'INDAGINE

In considerazione delle caratteristiche del territorio da investigare e nel rispetto di quanto previsto dagli standard di lavoro definiti nelle citate *Linee guida*, le indagini sono state articolate come segue:

- ricerca bibliografica e cartografica di tutta la documentazione esistente, con riferimento a pubblicazioni scientifiche, relazioni tecnico-professionali e strumenti di pianificazione di carattere geomorfologico-applicativo (*Piano di Bacino sul Rischio Idrogeologico – Ambito 15*);
- esame di tutta la documentazione esistente presso l'U.T.C. e in particolare delle risultanze di indagini geognostiche e geotecniche effettuate a vario titolo;

- rilevamento geologico, geomorfologico, idrogeologico e geologico-tecnico di dettaglio, supportato anche da fotointerpretazione, al fine di accertare le caratteristiche del territorio;
- redazione di n. 7 elaborati cartografici originali, secondo quanto disposto dalle suddette *Linee guida*, ottenuti in base alle informazioni raccolte con le indagini sopra esposte e di una carta di sovrapposizione della zonizzazione geologica con gli ambiti del P.U.C.;
- redazione delle note illustrative delle cartografie tematiche e delle norme di attuazione di carattere geologico.

1.3. CARTOGRAFIA TEMATICA

Gli elaborati cartografici sono stati articolati attraverso i seguenti tematismi, tutti in scala 1:5000

- Carta dell'acclività (Tav. 1)
- Carta geologica (Tav. 2)
- Carta geomorfologica (Tav. 3)
- Carta idrogeologica (Tav. 4)
- Carta litotecnica (Tav. 5)

Tutte le informazioni raccolte e le eventuali problematiche individuate nelle sopra elencate carte tematiche di base sono state esplicitate in due elaborati di sintesi in scala 1:5000: la carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Tav. 6) e la carta della suscettività d'uso del territorio (Tav. 7), in cui è stata proposta una zonizzazione geologico-tecnica sulla scorta sia delle indicazioni raccolte in fase di rilevamento di superficie sia della documentazione esistente a supporto della pianificazione territoriale di bacino. La sovrapposizione con gli ambiti del P.U.C. è contenuta nella Tavola 8.

Come supporto topografico per tutte le cartografie tematiche è stata utilizzata una giunzione di 2 Elementi cartografici della Carta Tecnica Regionale e in particolare:

- Elemento n. 231072 Portofino
- Elemento n. 231073 S. Fruttuoso

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Portofino occupa l'estremità sud-orientale dell'omonimo Promontorio; il territorio comunale si estende in prevalenza lungo il versante meridionale tra Punta Carega e Punta Portofino, con esposizione verso sud e sud-ovest, comprendendo in tale ambito i bacini idrografici dei torrenti Ruffinale e Vescini.

I settori orientali, compresi tra Punta Portofino e il Golfo di Paraggi, presentano un'esposizione in genere verso est e nord-est e comprendono il Fosso dell'Acqua Viva e i suoi tributari in orografica destra, oltre a diversi corsi d'acqua secondari che fanno riferimento al Golfo del Tigullio.

Le porzioni meridionale e orientale del territorio comunale sono delimitate interamente dal mare; a nord il confine è rappresentato in gran parte dal Fosso dell'Acqua Viva per poi risalire fino al M. Pollone (469), Bocche (479) e il M. delle Bocche (505), mentre ad ovest scorre lungo la dorsale che da M. delle Bocche scende al mare, in corrispondenza di Punta Carega.

Dal punto di vista amministrativo il territorio comunale è inserito interamente nel Parco Naturale Regionale di Portofino e confina ad ovest con il Comune di Camogli e a nord con il Comune di Santa Margherita Ligure.

L'intera superficie comunale, pari circa a 2,55 km^2, è distinta in due settori con diversa esposizione, separati dalla linea spartiacque che dal M. delle Bocche si sviluppa in direzione SSE, attraverso una serie di selle e spianate morfologiche, fino alla Punta di Portofino:

- i versanti orientali, che degradano verso il Golfo del Tigullio, presentano una morfologia nel complesso più morbida con aree a debole pendenza, nelle quali sono concentrati i nuclei abitati principali (Portofino e le località Belvedere, S. Sebastiano, Case Gallotti, Olmi), spesso intensamente rimaneggiate dalla presenza dell'uomo e dall'attività agricola, mediante terrazzamenti presidiati da muri a secco di contenimento;
- il settore meridionale presenta un'esposizione prevalentemente verso S-SO ed è caratterizzato da versanti molto acclivi, localmente a profilo subverticale lungo le scarpate rocciose e le falesie, contraddistinti da estese superfici boscate e da uno sviluppo antropico praticamente nullo, con nuclei isolati ed edifici sparsi lungo il crinale (località Prato, Macalè).

2.1. CARTA DELL'ACCLIVITA'

La Carta dell'acclività (Tav. 1) è resa disponibile da Regione Liguria e le pendenze sono raggruppate nelle seguenti sette classi:

- 0%÷10%
- 11%÷20%
- 21%÷35%
- 36%÷50%
- 51%÷75%
- 76%÷100%
- >100%

3. CARTA GEOLOGICA

Nel territorio comunale di Portofino affiora unicamente la Formazione del Conglomerato di Portofino, caratterizzato da depositi oligocenici tardo-orogenici che poggiano in discordanza sul Flysch di M. Antola, deformato ed eroso.

L'assetto complessivo è caratterizzato da un'immersione con debole inclinazione degli strati verso S-SO, con evidenze di una tettonica deformativa esclusivamente fragile, che ha dato origine a diversi sistemi di faglie e fratture, in genere orientate ortogonalmente tra loro.

Per la redazione della Carta geologica (Tav. 2) si è tenuto conto della Carta geologica regionale *Chiavari-Recco* (Regione Liguria, 2006) e delle *Linee guida* della Regione Liguria per quanto riguarda le litologie e i principali elementi strutturali presenti nel territorio comunale.

Nella Tav. 2, oltre alla Formazione dei Conglomerati di Portofino, sono stati indicati i depositi di versante di diversa origine e con spessore di rilevanza stratigrafica presenti sull'intero comparto, gli esigui depositi di spiaggia localizzati nella piccola baia esposta a SE compresa tra il Faro Verde e Punta Caieca, i depositi alluvionali di origine mista fluvio-marina in corrispondenza del borgo di Portofino e infine i riporti di origine antropica.

3.1. FORMAZIONE DEL CONGLOMERATO DI PORTOFINO

Il Conglomerato di Portofino (Oligocene inferiore) è costituito da ciottoli di forma arrotondata o subarrotondata di dimensioni eterogenee, da centimetriche a decimetriche, di natura prevalentemente calcareo-marnosa e in subordine arenacea, immersi in una matrice calcareo-arenacea (Giammarino et al., 1969); talvolta sono presenti elementi di altri litotipi tra cui ofioliti, diaspri e scisti cristallini (Giammarino & Messiga, 1979).

Si tratta dei primi sedimenti clastici, prevalentemente grossolani, derivanti dal rapido smantellamento di un settore in sollevamento durante le fasi tardive dell'orogenesi alpina e depositati sul flysch cretacico piegato ed eroso.

Più recentemente è stata dimostrata la presenza di tre lito-petro facies diverse all'interno del Conglomerato di Portofino, la cui variazione composizionale verticale è indicativa della progressiva comparsa, al tetto degli strati, di litotipi provenienti dall'erosione di unità deformate a livelli strutturali sempre più profondi (Corsi, 2003). Si possono pertanto riconoscere tre livelli, che differiscono tra loro per la natura e la provenienza dei clasti:

- livello basale con clasti calcarei, calcareo-marnosi, argillitici e arenacei, con subordinate rocce basiche metamorfosate e diaspri metamorfici riferibili all'Unità Antola;
- livello intermedio con clasti in prevalenza metamorfici dei livelli superiori, in particolare marmi e dolomie, provenienti dalle Unità del Gruppo del Voltri;

- livello superiore con clasti orto- e paraderivati di più alto grado metamorfico (quarziti, quarzareniti, micascisti e quarzoscisti, para- e ortogneiss, talora migmatitici), riconducibili in parte alle Unità del Gruppo del Voltri e in parte ai massicci cristallini del Ponente ligure e pertanto ai Domini Brianzonesi e Piemontesi.

Dal punto di vista tessiturale, il Conglomerato è caratterizzato da una particolare distribuzione dei clasti all'interno di ogni singolo strato secondo una gradazione inversa, con i ciottoli di dimensioni minori alla base e crescenti verso l'alto, e dalla disposizione reciproca di quelli più appiattiti, ordinati secondo la direzione della corrente presente al momento della loro deposizione: embriciatura e orientamento dei clasti sono indicativi di una provenienza occidentale del sedimento, con un senso di trasporto da SO verso NE.

Le migliori esposizioni del Conglomerato sono osservabili lungo la falesia nell'intero tratto compreso tra Punta Carega, Punta Portofino e Punta del Coppo e, oltre il porticciolo, fino a Punta Caieca e la baia di Paraggi, e infine in corrispondenza dei versanti meridionali del Promontorio, lungo le pendici dei valloni Ruffinale e Vescini.

Gli strati presentano generalmente immersione verso S-SO, con deboli inclinazioni variabili e comprese nell'intervallo tra 10° e 20° e talora con valori fino a 40°.

3.2. DEPOSITI DI VERSANTE DI DIVERSA ORIGINE CON SPESSORI DI RILEVANZA STRATIGRAFICA

Durante il rilevamento sono stati cartografati depositi di versante di qualunque origine caratterizzati da uno spessore di rilevanza stratigrafica: in base alla genesi, si possono distinguere in prima approssimazione coltri colluviali e detritico-colluviali e corpi franosi inattivi o relitti.

Tali coperture sono presenti in modo disuniforme sull'intero comparto comunale, caratterizzato in gran parte da roccia affiorante e/o subaffiorante con terreni sciolti sovrastanti di potenza ridotta.

Tra le coltri più significative, in termini anche di interferenza con i manufatti, si segnalano i corpi presenti nel vallone del nucleo di Portofino e in località Case Gallotti, Olmi e Prato e nella valle Vescini, oltre a quelli che caratterizzano il versante orografico destro del Fosso dell'Acqua Viva.

La descrizione di natura, tipologia, spessore e origine di tali coperture è trattata nel seguito con riferimento alla Tav. 3.

3.3. DEPOSITI DI SPIAGGIA E DEPOSITI ALLUVIONALI DI ORIGINE MISTA FLUVIO-MARINA

I depositi di spiaggia comprendono i terreni grossolani, prevalentemente ghiaia e ciottoli, che costituiscono la piccola spiaggia presente nella baia compresa tra il capo del Faro Verde e Punta Caieca, nel contesto più generale della profonda insenatura che si sviluppa fino al borgo di Portofino.

I depositi alluvionali, cartografati in corrispondenza del settore sud-orientale del territorio comunale, comprendono i sedimenti di origine mista fluvio-marina, costituiti prevalentemente da sabbia e ghiaia con significativa frazione fine, talora rimaneggiati superficialmente, su cui insiste la parte preponderante del nucleo insediativo principale.

La descrizione di natura, granulometria e composizione di tali depositi è trattata nel seguito con riferimento alla Tav. 3.

3.4. RIPORTI DI ORIGINE ANTROPICA

Sono compresi gli accumuli artificiali di terreni sciolti di spessore significativo, collocati per ricavare spazi subpianeggianti da destinare ad usi particolari e strutture artificiali che abbiano comportato la realizzazione di riporti, riempimenti, rilevati ecc. in prevalenza sistemati e inseriti nell'ambito del tessuto urbano consolidato, come alcuni riempimenti funzionali alla sistemazione urbanistica in località Case Gallotti e Belvedere e le colmate necessarie alla realizzazione del molo.

La descrizione di natura, granulometria e composizione di tali depositi è trattata nel seguito con riferimento alla Tav. 3.

3.5. ASSETTO TETTONICO-STRUTTURALE

Come esposto in precedenza, l'assetto tettonico del territorio comunale è caratterizzato da una serie di sistemi di discontinuità e fratture, diversamente orientate, prodotti della successione di eventi deformativi fragili che hanno interessato il Conglomerato di Portofino.

Si riconoscono sistemi con direzione appenninica, orientati ONO-ESE, e in subordine con direzione antiappenninica, orientati NNE-SSO, e infine sistemi N-S ed E-O; i rapporti tra le diverse famiglie di discontinuità non sempre risultano di semplice sovrapposizione geometrica, a causa di ripetute riattivazioni in tempi differenti, con componenti di moto sia dirette sia trascorrenti. Tuttavia, si ritiene che i sistemi orientati N-S e probabilmente E-O siano di più recente impostazione; non è da escludere che alcune famiglie, aventi direzione appenninica ONO-ESE, siano state recentemente riattivate in relazione a fenomeni di espansione laterale a lenta evoluzione, che avrebbero interessato l'ammasso roccioso conglomeratico, privo di contrasto laterale verso mare, favoriti anche dalla particolare

giacitura del contatto con il Flysch di M. Antola, rappresentato da una superficie di trasgressione con immersione verso mare (Cevasco et alii, 2004).

In particolare, in corrispondenza dei principali affioramenti lungo la falesia e il versante meridionale del Promontorio, sono stati riconosciuti due sistemi di fratture e/o faglie predominanti: il principale, con direzioni variabili tra N100 e N150, e uno secondario, con direzioni variabili tra N20 e N60 e tra N70 e N95.

Si tratta generalmente di zone di taglio, sia subverticali sia variamente inclinate, di spessore da centimetrico e decimentrico, spesso associate a vene di calcite, molto probabilmente coeve, almeno in parte, agli eventi fragili-duttili tardivi che hanno interessato il Flysch di M. Antola (Corsi et al., 2001) affiorante nelle porzioni settentrionali del Promontorio, al di fuori del territorio comunale di Portofino.

Alla mesoscala è stata osservata una stretta relazione tra i principali sistemi di discontinuità e alcuni elementi morfologici come il reticolo idrografico, l'orientazione della linea di costa, l'andamento degli spartiacque e lo sviluppo delle rotture di pendio rilevate lungo i versanti e i crinali.

Nella Tavola 2 sono state riportate esclusivamente le principali faglie e strutture tettoniche riconosciute sul terreno e note anche in bibliografia, che danno origine ad un reticolo idrografico particolarmente marcato nell'intero comparto comunale.

4. CARTA GEOMORFOLOGICA

4.1. ASSETTO MORFOLOGICO DEI VERSANTI

Il Comune di Portofino si estende tra il livello del mare e 479 m s.l.m. del crinale in località Bocche; le forme del rilievo appaiono piuttosto differenziate e influenzate da diversi fattori, quali ad esempio la litologia, l'assetto strutturale e tettonico, l'azione degli agenti modellatori esterni. Il settore meridionale del Promontorio è caratterizzato da pendii acclivi, localmente a profilo subverticale lungo le scarpate rocciose e le falesie, o da estesi versanti boscati, mentre i versanti orientali sono rappresentati da ambiti collinari a debole pendenza e morfologie più blande, condizionate dalla presenza di estese coperture di diversa origine e di alcuni corpi di frana relitta, spesso intensamente rimaneggiate dalla presenza dell'uomo e dall'attività agricola.

Il grado di urbanizzazione è medio-basso e i principali insediamenti si sono sviluppati lungo la fascia litoranea tra Punta Caieca e Punta Portofino e le porzioni medio-basali dei versanti orientali, esposti verso il Golfo del Tigullio, laddove prevalgono classi di acclività ridotte; ad eccezione del borgo di Portofino, si tratta di nuclei sparsi ed edifici isolati, disseminati prevalentemente lungo i crinali delle dorsali che, dai settori nord-occidentali, degradano verso SE con una serie di spianate morfologiche (località Olmi, S. Sebastiano, Prato, Macalè e Case Gallotti).

In base alle differenti situazioni riscontrate durante le osservazioni di campagna, l'area in esame può essere suddivisa in due domini principali:

- rilievi a versanti poco acclivi che rappresentano il paesaggio dei settori orientali, esposti sul Golfo del Tigullio;
- rilievi a versanti ripidi, fino a subverticali, localizzati nel settore meridionale, lungo l'intera porzione del Promontorio compresa tra Punta Carega e Punta Portofino.

Per la redazione della Carta geomorfologica (Tav. 3), oltre a tenere conto delle indicazioni contenute nelle *Linee guida* della Regione Liguria, è stata utilizzata la legenda proposta per la cartografia geomorfologica dal Gruppo di Lavoro per la realizzazione della Carta Geomorfologica d'Italia (Servizio Geologico Nazionale, 1994), per evidenziare forme, processi e depositi che caratterizzano l'assetto morfologico dell'area in esame e distinguerli sulla base della genesi e del loro stato di attività e la loro possibile evoluzione nel tempo. In particolare, per quanto riguarda i processi che operano il modellamento e l'evoluzione del rilievo, forme e depositi sono stati suddivisi in più insiemi e contraddistinti mediante colori diversi, mentre per rappresentarne lo stato di attività e l'evoluzione sono state utilizzate diverse tonalità del colore del processo morfogenetico principale.

Per meglio valutare la comprensione delle tematiche descritte nel corso della caratterizzazione geomorfologica del territorio, si ritiene opportuno analizzare i temi principali che compaiono nella legenda della Carta geomorfologica.

4.2. ELEMENTI GEOLOGICO-STRUTTURALI E INDIZI MORFONEOTETTONICI

In questa voce sono stati presi in considerazione la litologia del substrato e i principali elementi tettonici e indizi morfoneotettonici.

Per quanto riguarda la litologia, nel territorio di Portofino affiorano esclusivamente rocce ruditiche, ascrivibili al Conglomerato di Portofino. In particolare, si è distinto tra basamento roccioso affiorante, diffuso in tutto il comparto in esame, prevalentemente lungo i crinali e le falesie, e subaffiorante, con coltri di natura eluvio-colluviale discontinue o di potenza compresa tra 1 m e 3 m, sia lungo interi versanti sia in corrispondenza di aree conformate ad impluvio.

Il substrato roccioso è stato ulteriormente distinto in funzione dello stato di conservazione: in particolare, il pendio a mare tra Cala degli Inglesi e Cala del Prato, un esteso settore del versante risulta caratterizzato da roccia affiorante, interessata da sistemi di macrofessurazione che determinano uno scadente comportamento geomeccanico.

L'osservazione del reticolo di lineazioni tettoniche, certe e presunte, riconosciute sul terreno e note anche in bibliografia, evidenzia un loro allineamento secondo due direzioni

principali, orientate rispettivamente circa ONO-ESE e NNE-SSO; si tratta in generale di faglie normali, da sub-verticali a variamente inclinate, e in subordine di faglie trascorrenti.

A questo assetto strutturale si sono sovrapposti gli effetti della tettonica recente, prevalentemente distensiva, che ha caratterizzato dal Pliocene l'intero settore con una serie di lineamenti tettonici subverticali, con andamento sia longitudinale sia trasversale alla catena appenninica, in grado di esercitare un significativo controllo sulla morfologia di questo territorio.

Sulla base del rilevamento sul terreno e della fotointerpretazione, l'analisi dell'orientazione del reticolo idrografico e delle linee spartiacque, dell'andamento della linea di costa e dei crinali, indica una stretta relazione tra l'assetto morfologico e le direttrici tettoniche.

Oltre al pattern del reticolo idrografico e dell'andamento della linea di costa, indizi morfologici sulla notevole influenza esercitata da parte della Neotettonica sono rappresentati da gomiti, spesso ad angolo retto, lungo i corsi d'acqua, andamento rettilineo degli spartiacque principali e creste a sviluppo lineare, discontinuità e salti altimetrici lungo i crinali, selle e lineamenti in genere; è probabile che anche le spianate morfologiche osservate lungo i crinali che dai settori nord-occidentali degradano progressivamente verso SE, fino alla Punta Portofino, siano legate a eventi neotettonici.

Tra le forme strutturali sono state cartografate anche alcune cavità naturali lungo il versante meridionale del Promontorio, ubicate entro una fascia altimetrica compresa tra 50 m e 75 m circa, ad ovest dello Scoglio del Vitrale.

4.3. FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'

Numerose aree conformate ad impluvio e ampie porzioni di versante sono caratterizzate da coltri di origine gravitativa, spesso connessa anche al dilavamento dei versanti operato dalle acque superficiali: si tratta principalmente di movimenti di tipo complesso e, solo localmente, di cinematismi per crollo, lungo le falesie, come in prossimità di Punta Caieca.

Gran parte dei corpi detritici sono stati interpretati come paleofrane/frane relitte, ossia come corpi innescati in un contesto morfotettonico e climatico diverso da quello attuale, al limite con i fenomeni gravitativi profondi, di cui sono testimonianza le numerose contropendenze osservate lungo i pendii, lineamenti tettonici, selle, creste a sviluppo rettilineo, variazioni altimetriche di crinale e gomiti fluviali legati ad una tettonica recente che ha influito notevolmente sull'assetto morfologico di questi settori.

A monte dei diversi corpi detritici sono visibili in genere orli di scarpata di altezza variabile, mentre lungo i ripidi versanti meridionali del Promontorio, nei valloni Ruffinale e Vescini, sono presenti numerose scarpate di degradazione, associate spesso alle forme di dilavamento diffuso ad opera delle acque correnti e superficiali: gli impluvi e i canaloni in

roccia che incidono i ripidi pendii, tipici di questi settori, risultano spesso sede di scariche detritiche.

Sulla base degli aspetti geomorfologici e delle osservazioni condotte sullo stato di opere antropiche e manufatti, è stato possibile definire la condizione di attività delle forme di versante dovute alla gravità, che appaiono nel complesso non attive, ad eccezione delle scarpate di degradazione lungo le coste rocciose che caratterizzano l'intero versante meridionale del Promontorio tra Punta Carega e l'estremità sud-orientale verso Punta Portofino.

Le suddette valutazioni sullo stato di attività dei fenomeni, desunte dalle osservazioni di superficie e dalla fotointerpretazione multitemporale, sono state confrontate con i dati satellitari e la relativa cartografia alle aree anomale riportate nel portale cartografico della Regione Liguria. Nell'area in esame, coperta dal satellite ENVISAT (PS_ENVI_A_T258_F884_Genova e PS_ENVI_D_T480_F2709_Genova) per il periodo 1992-2008, sono presenti alcune aree anomale individuate nei seguenti settori: promontorio di Faro Verde e relativi versanti esposti verso NE e SO, ambito di falesia a SE del Vitrale, in località Prato, all'interno delle quali i punti di permanent scatteres (PS) mostrano una velocità media annua di spostamento di qualche centimetro, alcuni dei quali in sollevamento e altri in abbassamento.

4.4. FORME FLUVIALI DOVUTE AL DILAVAMENTO DEI VERSANTI

Per quanto riguarda il reticolo idrografico, i corsi d'acqua presentano un regime prevalentemente torrentizio, caratterizzato da notevole siccità nei periodi estivi e un aumento delle portate nella stagione autunnale-invernale, in concomitanza delle precipitazioni più abbondanti; presentano in genere breve lunghezza e sviluppo lineare, con modesto trasporto solido. Frequentemente risultano impostati in corrispondenza di lineazioni tettoniche o linee di frattura.

Gli unici corsi d'acqua significativi risultano i torrenti Ruffinale e Vescini, che sfociano rispettivamente in corrispondenza di Cala degli Inglesi e nei pressi dell'insenatura ad est di Cala del Prato, sul versante meridionale del Promontorio, oltre al Fosso dell'Acque Viva, che rappresenta il confine comunale settentrionale che si sviluppa dalle pendici del M. Pollone fino al Seno di Paraggi.

Tutti i corsi d'acqua presentano una marcata tendenza all'erosione, mentre lungo i versanti risultano frequenti i fenomeni di denudazione, con orli di scarpata di altezza variabile, legati all'azione erosiva delle acque correnti, e le superfici interessate da forme di dilavamento diffuso.

Depositi di origine colluviale, in genere di spessore compreso tra 3 m e 5 m, sono presenti lungo i versanti nell'intero comparto in esame, localizzati per lo più in

corrispondenza di aree conformate ad impluvio e di valloni, spesso frammisti a deposito per colata tipo “soil creep” lungo i corsi d’acqua.

Limitati depositi alluvionali di origine mista fluvio-marina sono presenti unicamente nel settore subpianeggiante di fondovalle, nei pressi del borgo di Portofino.

4.5. FORME DI ORIGINE MARINA

La morfologia costiera è contraddistinta da una costa alta e rocciosa, articolata in una serie di piccole insenature e promontori, in continua evoluzione per l’azione combinata di gravità e moto ondoso, che rappresenta il principale agente morfodinamico dell’intera fascia litoranea, spesso associata ai caratteri litologici e strutturali del substrato, che risulta soggetto ad intensa abrasione marina; si tratta di una falesia prevalentemente attiva, con orli di altezza in genere inferiore a 25 m, talora maggiori, caratterizzata da frequenti crolli e movimenti gravitativi che alimentano falde e coni detritici sottomarini.

Tra le forme di erosione si riconoscono alcune superfici subpianeggianti e spianate ubicate a diverse quote, spesso correlabili tra loro, lungo le dorsali orientate circa NO-SE nei settori centro-orientali del territorio comunale: tali superfici spesso sono il risultato non solo dei processi erosivi e delle loro oscillazioni legate alle variazioni del livello marino, ma anche di movimenti verticali neotettonici.

L’unica spiaggia presente nel territorio comunale di Portofino, di dimensioni ridotte, è quella presente nella baia tra il Faro Verde e Punta Caieca: si tratta di un deposito di origine mista fluvio-marina, costituito prevalentemente da materiale a granulometria grossolana (ghiaia e ciottoli).

4.6. FORME ANTROPICHE

Ampi settori del territorio preservano la loro morfologia originaria; solo la porzione orientale è stata modificata nei secoli dall’attività antropica mediante la costruzione di diversi nuclei insediativi sparsi ed edifici isolati, sia lungo il litorale (Portofino) sia in ambito collinare (località Belvedere, S. Sebastiano, Case Gallotti, Olmi, Prato) e la realizzazione di terrazzamenti agricoli presidiati da muri a secco di contenimento, riporti, terrapieni e colmate, moli a mare.

Lungo alcuni corsi d’acqua sono state posizionate briglie e altre opere di sbarramento fluviale; lungo il T. Vescini, in località Prato, è stato realizzato un piccolo invaso artificiale.

Nei pressi del centro di Portofino e lungo il molo, sono visibili gli imbocchi di alcune gallerie: si tratta di percorsi privati, transitabili con autovetture o pedonali, costruiti negli anni '60 come vie d’accesso ad uso esclusivo dei proprietari delle abitazioni che sorgono al di sopra dei tracciati e sul versante meridionale di questa porzione del promontorio, talora a strapiombo sulla falesia. Tra queste, si ricordano le gallerie “del Vitrale” e “Porticciolo”.

5. CARTA IDROGEOLOGICA

Per la stesura della Carta idrogeologica (Tav. 4), oltre a tenere conto delle indicazioni contenute nelle *Linee guida* della Regione Liguria, è stato fatto riferimento alla proposta di legenda per la cartografia idrogeologica presentata nell'ambito del progetto CARG per la realizzazione della Guida al rilevamento e alla rappresentazione della Carta Idrogeologica d'Italia (Servizio Geologico Nazionale, 1995); le indicazioni suggerite sono state adattate alla realtà locale del territorio di Portofino e alle peculiari caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche emerse dal lavoro di ricerca ed elaborazione dei dati.

In particolare, i complessi idrogeologici presenti nell'area in esame, distinti in funzione del loro grado di permeabilità relativa, sono stati rappresentati mediante i simboli litologici proposti ed evidenziati dal colore della Carta geologica.

L'area è stata inizialmente esaminata in base alle proprietà idrogeologiche del substrato roccioso, a prescindere dallo spessore delle coltri detritiche di copertura. Successivamente sono state prese in considerazione le proprietà di permeabilità degli accumuli di materiali sciolti con spessori di rilevanza stratigrafica, i depositi di spiaggia e alluvionali misti fluvio-marini e infine i materiali di derivazione antropica, permeabili prevalentemente per porosità.

Sono stati inoltre indicate le sorgenti censite. Un elevato numero di emergenze idriche sono originate da fenomeni di condensazione per azione dei venti umidi provenienti da sud e sud-est (Faccini et al., 2005). Nessuna sorgente è immessa nella rete potabile in quanto gli acquedotti sono alimentati da sorgenti che insistono sul territorio limitrofo di Santa Margherita Ligure.

Nella Carta idrogeologica sono state definite le aree di tutela assoluta delle sorgenti censiste e le relative aree di rispetto, limitatamente alla porzione di versante a monte delle singole emergenze idriche.

Inoltre, sono stati riportati in cartografia n. 3 pozzi ad uso non potabile per cui non è necessario definire l'area di rispetto.

5.1 I BACINI IDROGRAFICI

I corsi d'acqua presentano un regime prevalentemente torrentizio, caratterizzato da siccità nei mesi estivi e innesco di portate anche significative nella stagione autunnale-invernale, in concomitanza delle precipitazioni più abbondanti; sono caratterizzati da limitata estensione, sviluppo lineare, modesti trasporti solidi e risultano frequentemente impostati in corrispondenza di lineazioni tettoniche e linee di frattura, evidenziate dalla presenza di numerosi tratti rettilinei e di gomiti ad angolo retto, osservabili nell'intero comparto in esame.

I corsi d'acqua con bacini di maggior rilievo nei settori centro-occidentali risultano il T. Vescini e il T. Ruffinale, che nasce alle pendici del rilievo in località Bocche e sfocia nei

pressi della Cala degli Inglesi, mentre nella porzione nord-orientale del territorio comunale è presente il Fosso dell'Acqua Viva, che dalle pendici M. Pollone si sviluppa in direzione SE fino al Seno di Paraggi.

I bacini idrografici presenti all'interno del territorio, drenati da corsi d'acqua appartenenti al reticolo idrografico ufficiale, sono pertanto i seguenti:

- gli interi bacini della Valle Ruffinale (bacino di circa 0,5 km^2) e della Valle Vescini (bacino di circa 0,25 km^2) che sfociano in mare a sud;
- l'intero corso del Fosso dell'Acqua Viva (bacino di circa 0,5 km^2) con i suoi affluenti in destra orografica, che definisce i confini amministrativi di Portofino a nord-nordest;
- gli interi bacini dei Rio Fondaco nel vallone di Portofino (bacino di circa 0,25 km^2) e del rio senza nome degli Olmi (bacino di circa 0,15 km^2) ;
- quattro piccoli bacini secondari che sfociano nel settore meridionale appartenenti al reticolo minuto con bacino inferiore a 0,1 km^2.

I tratti terminali del Fosso dell'Acqua Viva e del Rio Fondaco nel vallone di Portofino risultano tombinati rispettivamente in prossimità dei borghi di Paraggi e Portofino.

Le aree subpianeggianti di pertinenza di questi corsi d'acqua sono classificate nel Piano di Bacino – Ambito 15 in Fascia C (Paraggi) e Fascia A, B e C (Portofino borgo).

5.2. PERMEABILITÀ

Il comportamento idrogeologico dei terreni è influenzato dai caratteri litologici e strutturali dei litotipi. Si possono pertanto distinguere diverse classi di permeabilità sulla base dei dati desunti dalla Carta geologica e dalla bibliografia generale.

5.2.1. Permeabilità delle coperture

Per la valutazione della permeabilità delle coltri detritiche sono state prese in considerazione le coperture del substrato roccioso aventi spessore di significato stratigrafico, i depositi colluviali, i depositi di spiaggia e alluvionali di origine mista fluvio-marina e infine i riporti.

In particolare, in base alle diverse caratteristiche di permeabilità, in rapporto alla loro capacità di far circolare l'acqua sotterranea e quindi di accumularla, si possono distinguere:

– terreni permeabili per porosità con coefficienti da medi a bassi, acquifero occasionale a trasmissività limitata (1). Nella classe con mediocri caratteristiche di permeabilità sono stati inseriti tutti i depositi di versante di origine detritico e/o colluviale e gli accumuli di materiali sciolti di derivazione antropica: per questi terreni sono state valutate condizioni

di permeabilità per porosità con coefficienti aventi valore da medio a basso in funzione della presenza di frazione fine, ritenuta significativa, e acquiferi occasionali con trasmissività da minima a scarsa, con ricarica strettamente dipendente dalle precipitazioni.
Tali terreni sono presenti su tutto il territorio, in particolare nelle aree conformate ad impluvio e lungo i principali corsi d'acqua; gli accumuli di materiali sciolti di derivazione antropica sono localizzati in corrispondenza della aree caratterizzate da riporti, rilevati e terrapieni nei settori sud-orientali, in prossimità dei principali nuclei insediativi.

- terreni permeabili per porosità con coefficienti da medi ad elevati, impermeabili in superficie per copertura urbana (2). Nella classe con le migliori caratteristiche di permeabilità sono stati inseriti i depositi di spiaggia e quelli alluvionali di origine mista fluvio-marina, rimaneggiati superficialmente ed eventualmente frammisti a riporto: per questi depositi sono state valutate condizioni di permeabilità per porosità con coefficienti da medi ad elevati e acquiferi occasionali, con ricarica direttamente dipendente dalle precipitazioni, in funzione della stratigrafia locale. Non si è tenuto conto della permeabilità non omogenea causata da lenti di materiale a differente granulometria o da variazioni granulometriche all'interno degli stessi depositi.
  Tali terreni sono presenti nei settori sud-orientali del territorio comunale in corrispondenza della piccola spiaggia all'interno della baia compresa tra il Faro Verde e Punta Caieca e in prossimità del borgo di Portofino, ove i valori di permeabilità naturale sono condizionati dalla presenza d copertura urbana compatta.

5.2.2. Permeabilità del substrato roccioso

Per quanto riguarda le caratteristiche idrogeologiche del substrato roccioso, costituito unicamente dal Conglomerato di Portofino, è stata individuata un'unica classe comprendente sia le aree in cui esso risulta affiorante sia i settori in cui sono presenti coltri sottili con spessori fino a 1 m.

Tale Formazione, costituita da conglomerati con inclusi ciottoli di diversa natura, immersi in una matrice calcareo-arenacea, risulta essenzialmente permeabile per marcata fratturazione e/o fessurazione; il Conglomerato, anche se caratterizzato da una permeabilità intrinseca per porosità, condizionata sia dall'alternanza di distinti episodi di sedimentazione sia dalla giacitura dei piani di stratificazione, acquista talora un'elevata permeabilità per fenomeni di marcata macro-fratturazione, con le discontinuità a rappresentare le vie di circolazione preferenziali. In condizioni normali la permeabilità dipende dal grado di fessurazione acquisito, che può risultare estremamente variabile.

5.3. ELEMENTI IDROGEOLOGICI

Tra gli elementi idrogeologici lineari più significativi sono stati riportati gli spartiacque principali e secondari che delimitano i diversi bacini idrografici presenti nel comparto in esame.

Tra le emergenze idriche sono state riportate le principali sorgenti, localizzate a diverse quote nell'intero territorio comunale; quelle principali sono le diverse sorgive nel Vallone del T. Ruffinale (Coppelli, Prato e Vessinaro), comprese tra 240 m e 300 m s.l.m., e le fonti in destra orografica del Fosso dell'Acqua Viva (Acquaviva e Paraggi), entrambe ubicate in prossimità di alcuni sentieri.

Sono stati individuati anche pozzi di emungimento idrico che alimentano una rete parallela per usi non potabili.

Le emergenze idriche sono principalmente ascrivibili a venute idriche conseguenti ad un immagazzinamento in corpi di materiali sciolti poggianti su materiali impermeabili o a fuoriuscite di livelli idrici contenuti in rocce permeabili per fessurazione, mentre quelle localizzate a quote maggiori sono legate sia a fenomeni di condensazione indotti dalla marcata escursione termica tra aria, satura di vapor d'acqua, sia a discontinuità del substrato roccioso, in prossimità dei crinali del Promontorio; si riscontra in genere una buona correlazione tra l'ubicazione delle sorgenti e le zone a forte contrasto di permeabilità.

6. CARTA LITOTECNICA

Per la redazione della Carta litotecnica (Tav. 5) è stato svolto un lavoro preliminare di ricerca e raccolta presso l'U.T.C. delle indagini di carattere geognostico, geotecnico e geofisico realizzate nel territorio comunale di Portofino negli ultimi decenni.

In base alla revisione critica dei dati litostratigrafici disponibili, è stato possibile caratterizzare, da un punto di vista litotecnico, i terreni presenti nei primi metri di profondità dal p.c., al di sotto dell'orizzonte superficiale, spesso rimaneggiato o sede di riporti.

La cartografia presentata è relativa infatti al livello litologico ritenuto significativo, posto tra 1 m e 2 m di profondità, rappresentativo dell'orizzonte di più stretto interesse nella usuali pratiche edilizie e urbanistiche, ai fini di una conoscenza preliminare dei terreni e delle loro caratteristiche geotecniche: interpolando tra i vari dati disponibili, è stata data preferenza ad una prevalenza areale, tralasciando a volte il singolo dato localizzato.

Stante la puntualità dei dati disponibili, riferiti a cantieri nell'ambito dei quali sono state realizzate diverse tipologie di indagini, alla loro natura complessa e alla distribuzione non omogenea sull'intero territorio comunale, si è ritenuto sufficiente limitarsi al dettaglio di caratterizzazione descritto, in modo da poter disporre di un'informazione media omogenea sull'intera area cartografata.

E' stato fatto riferimento alla proposta di legenda per la cartografia geologica e litologico-tecnica presentata nell'ambito del Progetto V.E.L. (Regione Toscana, 2007); le indicazioni suggerite sono state adattate alla realtà locale del territorio comunale e alle peculiari caratteristiche geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche e litotecniche emerse dal lavoro di raccolta ed interpretazione dei dati.

Nel dettaglio sono state riconosciute, sulla base del differente comportamento fisico-meccanico delle terre e delle formazioni geologiche, le seguenti unità litotecniche: materiale di origine antropica, terreni alluvionali fluvio-marini, terreni di copertura e substrato.

6.1. MATERIALE DI ORIGINE ANTROPICA

Si tratta di materiali sciolti a prevalente granulometria grossolana e grado di addensamento da medio ad elevato, spesso frammisto a prodotti di diversa origine (laterizi, calcestruzzo, frammenti lapidei). Questi materiali sono stati cartografati laddove costituiscono un livello continuo avente spessore di almeno 2 m.

Sono rappresentati da terreni di copertura artificiali, ascrivibili a riporti, terrapieni, rilevati, colmate, caratterizzati da un comportamento geotecnico prevalentemente attritivo, avendo una componente coesiva nulla o trascurabile, la cui risposta meccanica è variabile in funzione del grado di addensamento e compattazione.

6.2. TERRENI ALLUVIONALI FLUVIO-MARINI

Si tratta di terreni sciolti eterogenei, appartenenti all'ambito di piana fluvio-marina e pedemontana, che si riscontrano lungo la zona terminale del corso d'acqua del vallone di Portofino (Rio Fondaco).

I terreni a grana grossa sono in genere poco addensati e, sulla base del contenuto di frazione fine, sono state distinte due sub-unità:

- ghiaia, sia gradata sia uniforme, con sabbia subordinata, talora ciottoli, e frazione fine irrilevante, inferiore al 5%; tali materiali sono rappresentati dai depositi attuali di spiaggia;
- ghiaia e sabbia gradate con frazione fine significativa; tali materiali sono rappresentati dai depositi misti fluvio-marini.

6.3. TERRENI DI COPERTURA

Si tratta dei depositi sciolti di versante caratterizzati da una componente fine, in genere prevalente; sono rappresentati da terreni di copertura naturale, di diversa origine, in prevalenza colluviale e detritico-colluviale, aventi spessori superiori a 2 m.

Tali terreni sono costituiti da limo argilloso, argilla limosa e argilla sabbiosa con significativa frazione a grana grossa, sia sabbiosa sia ghiaiosa, in genere inferiore a 35%-40% e più raramente maggiore.

6.4. SUBSTRATO LITOIDE

Si tratta del materiale lapideo di natura conglomeratica, con coperture sciolte aventi spessori inferiori a 2 m.

E' costituito da materiali prevalentemente granulari con grado di cementazione da medio ad elevato; è rappresentato da conglomerati con ciottoli di calcare marnoso ed arenaria, in subordine ofioliti, diaspri e scisti cristallini, di forma arrotondata e dimensioni eterogenee da centimetriche a decimentriche, immersi in abbondante matrice calcareo-marnosa, riferibili alla Formazione del Conglomerato di Portofino.

6.5. INDAGINI IN SITO

In cartografia sono stati inseriti i riferimenti puntuali relativi a cantieri nei quali sono state condotte specifiche indagini di carattere geognostico, geotecnico e geofisico; per ogni dato puntuale, riportato con un numero progressivo, è stata compilata una scheda riassuntiva che sintetizza le informazioni relative alle indagini eseguite e alla tipologia dei terreni investigati in superficie. A tali schede sono allegati diagrammi, tabelle e prospetti relativi alle prove eseguite, sia in sito sia in laboratorio.

Si tratta principalmente di sondaggi geognostici a carotaggio continuo, con prove in foro (S.P.T.), pozzetti di saggio geognostico, prove penetrometriche dinamiche, eseguite con diverse strumentazioni, e prospezioni sismiche a rifrazione; in alcuni casi sui campioni di terreno prelevati nei sondaggi sono state eseguite prove di laboratorio (identificazione, classificazione, limiti di Atterberg, determinazione di resistenza e deformabilità).

7. CARTA DI MICROZONAZIONE SISMICA

La Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Tav. 6), elaborata sulla base delle carte geologica, geomorfologica e litotecnica, evidenzia le situazioni morfostratigrafiche suscettibili di fenomeni di amplificazione rispetto al moto sismico di riferimento o di instabilità che si possono attivare a seguito di eventi sismici.

A questo scopo è stata fornita una perimetrazione areale delle diverse situazioni morfostratigrafiche, ordinate secondo criteri di pericolosità crescente, dalle zone B - stabili suscettibili di amplificazione sismica, alle zone C - instabili. Ciascun settore possiede una particolare identità in relazione sia alle caratteristiche geologiche e morfologiche sia a quelle dell'evento sismico.

La valutazione delle microzone a differente comportamento sismico, quindi suscettibili di differenti amplificazioni, è stata ottenuta secondo un approccio qualitativo (Livello1) seguendo le indicazioni proposte nel documento elaborato dal Dipartimento della Protezione Civile e Conferenza delle Regioni e delle Province Autonome (2008) "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (ICMS)*, che costituisce un riferimento tecnico-scientifico di consolidato valore.

In conformità a quanto previsto dalla D.G.R. 471/2010 in sede di definizione del presente studio, è stato eseguito uno studio di microzonazione sismica (MS) di primo livello, basato sulla raccolta di tutti i dati a disposizione, che ha permesso di suddividere il territorio esaminato in zone qualitativamente omogenee e di definire la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica.

Si precisa che, ai fini di una valutazione quantitativa dei parametri di ingresso per il calcolo del coefficiente di amplificazione, sia secondo l'approccio semplificato previsto da I.C.M.S. (abachi) sia mediante tecniche analitiche o sperimentali, nelle zone stabili suscettibili di amplificazione e in quelle instabili sono raccomandate dettagliate indagini geotecniche e geofisiche specifiche. Ulteriori livelli di approfondimento, conformi alla normativa di riferimento, sono dettagliati all'interno di uno specifico capitolo contenuto nelle norme di attuazione di carattere geologico.

In base a quanto stabilito dalla D.G.R. 471/2010. sono state distinte 9 microzone, suddivise in 2 classi:

B - Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali in cui il moto sismico è amplificato a causa delle caratteristiche morfologiche, topografiche, strutturali, stratigrafiche, geofisiche e geotecniche dei terreni;
C - Zone instabili in cui sono presenti fenomeni in atto o potenziali di instabilità che possono subire una riattivazione o accentuazione in seguito al verificarsi di eventi sismici. In tutte queste aree non si possono escludere fenomeni di amplificazione del moto del suolo di origine litostratigrafia o topografica.

In ciascuna zona, sono state raggruppate aree a diversa connotazione geomorfologica e litotecnica che di seguito sono sinteticamente distinte:

- Zone B1: zone caratterizzate dalle presenza di substrato litoide affiorante o subaffiorante con grado di fratturazione medio diffuso e pendenza dei versanti > 15°, compresi i crinali morfologici; sono microzone soggette a fenomeni di amplificazione per effetti topografici
- Zone B2a: zone caratterizzate da fenomeni litostratigrafici per la presenza di coltri detritiche di potenza significativa

- Zone B2b: zone caratterizzate da fenomeni litostratigrafici per la presenza di depositi alluvionali suscettibili di effetti di amplificazione locale del moto sismico legati alla conformazione geometrica della valle fluviale
- Zone B2c: zone rimaneggiate caratterizzate da fenomeni litostratigrafici per la presenza di riporti antropici in zona di fondovalle
- Zone B1+B2a: zone caratterizzate dalla presenza di coltri di potenza significativa, in condizioni di acclività > 15°, soggette a fenomeni di amplificazione per sovrapposizione di effetti topografici e litostratigrafici
- Zone B1+B2b: zone rimaneggiate per la presenza di riporti antropici, in condizioni di acclività > 15°, soggette a fenomeni di amplificazione per sovrapposizione di effetti topografici e litostratigrafici
- Zone Ca: zone caratterizzate da fenomeni di instabilità dei versanti per frane di crollo nelle quali gli effetti sismici attesi sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio, attualmente in stato di inattività geomorfologica
- Zone Cb: paleofrane o frane stabilizzate in stato di inattività geomorfologica
- Zone Cc: zone di falesia attiva e/o di roccia molto fratturata in erosione accelerata.

8. CARTA DI ZONIZZAZIONE

Per l'elaborazione della Carta di zonizzazione (Tav. 7) sono stati incrociati vari tematismi, attribuendo una particolare rilevanza agli aspetti di carattere geomorfologico.

Si tratta di una carta derivata nella quale il territorio è stato suddiviso in funzione della sua suscettività d'uso, secondo considerazioni di tipo geologico-geomorfologico, geologico-tecnico, idrogeologico e litotecnico contenute nelle relative carte di analisi.

Le notazioni di carattere geomorfologico e quelle geologico-tecnico sono state incrociate con i dati derivati dalla Carta dell'acclività (Tav. 1) in conformità ai contenuti delle "*Linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali*".

Nella zonizzazione sono stati inseriti e pienamente recepiti anche alcuni elementi derivati dal Piano di Bacino - Ambito 15, con particolare riferimento alle zone classificate Pg3b (aree ad elevata suscettività al dissesto) la cui definizione deriva dalla somma di pesi di natura morfologica, litologica, geomorfologica e idrogeologica.

Dall'incrocio dei diversi tematismi, evidenziati nelle carte sopra citate, si sono distinte cinque zone, di crescente complessità sotto il profilo geologico-tecnico e, di conseguenza, con differente suscettività d'uso.

Sulla carta di sintesi che è stata derivata dall'incrocio delle tematiche enucleate è stato apposto un sovrassegno che fa riferimento ai contenuti della Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica con particolare riferimento alle zone sismiche B e C.

A tali aree sono associate specifiche Norme Geologiche di Attuazione del P.U.C. che prevedono diversi livelli di approfondimento degli accertamenti geologico-tecnici, in funzione dell'entità dell'intervento e del tipo di zona in cui lo stesso ricade.

Le cinque zone individuate presentano le caratteristiche sinteticamente descritte nel seguito.

8.1. CLASSE 1: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO NON CONDIZIONATA

Sono aree senza particolari criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico e idrogeologico, caratterizzate dal substrato roccioso affiorante, in discrete condizioni di conservazione, con valori di acclività < 50% , oppure subaffiorante con coltri sottili di natura eluvio-colluviale, con valori di acclività < 20%; queste zone sono riferite in particolare ai crinali principali e secondari.

Su tali aree è stato sovraimposto il tratteggio relativo alle microzone sismiche di tipo B soggette ad amplificazione sismica locale per effetti di tipo topografico.

Solo localmente questo ambito può essere interessato da condizioni geologiche s.l. sfavorevoli legate a carenze manutentive del territorio.

Le condizioni evidenziate nella zonizzazione non pongono quindi particolari limiti a qualsiasi forma di utilizzazione urbanistica, ma gli accertamenti dovranno comunque garantire la precisa definizione delle problematiche di ordine geologico-geomorfologico-geotecnico attraverso l'esecuzione di rilevamenti, prove puntuali in sito e verifiche di stabilità sui fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 12 m, altezza > 4 m).

Si tratta pertanto di aree senza condizionamenti di ordine geologico, geotecnico ed idrogeologico, se non per interventi di elevata incidenza sull'assetto geomorfologico attuale.

8.2. CLASSE 2: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO MODERATAMENTE CONDIZIONATA

Sono aree con criticità puntuali e moderate sotto il profilo geologico, geomorfologico e idrogeologico, caratterizzate da un substrato roccioso affiorante o subaffiorante, in discrete condizioni di conservazione, con valori di acclività > 50% (**2gt**), oppure da coltri sottili, di natura eluvio-colluviale, con valori di acclività compresa fra il 20% e 50% (**2fs**).

Sebbene queste aree non presentino elementi di elevata pericolosità geologica, tuttavia sono possibili problematiche geologico-geotecniche legate alla presenza di coltri su versanti mediamente acclivi.

Su tali aree è stato sovraimposto il tratteggio relativo alle microzone sismiche di tipo B soggette ad amplificazione sismica locale per effetti di tipo topografico.

Le indagini relative a tali zone dovranno definire una caratterizzazione geotecnica delle coperture e geomeccanica del substrato roccioso; dovrà inoltre essere verificata la stabilità dei

fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 10 m, altezza > 3 m) e la stabilità globale dei versanti, anche in relazione alla tipologia degli interventi previsti.

Si tratta pertanto di aree con limitati condizionamenti di ordine geologico, geotecnico e idrogeologico eliminabili con interventi di minima difficoltà ed onerosità.

8.3. CLASSE 3: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO CONDIZIONATA

Sono aree con criticità medie e tipologicamente differenziate per il concorso di più fattori morfologici incrociati con le diverse classi di acclività.

Sono caratterizzate dalla presenza di riporti o rimaneggiamenti di natura antropica nelle aree urbanizzate o collinari (**3gt**), da coltri sottili su versanti con acclività > 50% (**3fs**), da paleofrane e/o frane stabilizzate relitte con acclività del versante > 20%, coltri di potenza significativa di natura detritico-colluviale e coltri di versante di genesi prevalentemente colluviale con potenza media e valori di acclività > 50% (**3asd**).

In tale classe sono comprese anche le aree classificate con suscettività al dissesto elevata nel Piano di Bacino Ambito 15 (**3asd**).

Sulle aree caratterizzate da paleofrane e/o frane stabilizzate con acclività del versante > 20% è stato sovraimposto il tratteggio relativo alle microzone sismiche di tipo C soggette ad amplificazione sismica locale per potenziale instabilità del versante per effetti topografici; sulle restanti aree è stato sovraimposto il tratteggio relativo alle microzone sismiche di tipo B per sovrapposizione di effetti topografici e litostratigrafici.

In termini strettamente idraulici e idrogeologici tale classe comprende le fasce di tipo C derivate dal Piano di Bacino (**3i**), includendo in tale sottoclasse sia le zone inondabili con tempo di ritorno di 500 anni sia le aree ex-inondabili. In questo caso la classificazione nelle microzone sismiche di tipo B è legata ad effetti litostratigrafici.

Presentano alcuni elementi di potenziale pericolosità geologica, che inducono a ritenere possibili problematiche geologico-geotecniche legate ai rapporti del substrato roccioso con le coltri coerenti e/o incoerenti, anche in funzione dei valori di acclività.

Dovrà pertanto essere accertata l'assenza di fenomeni di instabilità in atto o latenti che possono essere significativi in aree caratterizzate da un elevato spessore della coperture.

Le indagini relative a tali zone dovranno definire una caratterizzazione geotecnica delle coperture e geomeccanica del substrato roccioso; dovrà inoltre essere verificata la stabilità dei fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 8 m, altezza > 3 m) e la stabilità globale dei versanti, anche in relazione alla tipologia degli interventi previsti.

Si tratta pertanto di aree con condizionamenti di ordine geologico, geotecnico e idrogeologico eliminabili con interventi di media difficoltà ed onerosità.

8.4. CLASSE 4: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO PARZIALMENTE LIMITATA

Sono aree con criticità di livello medio e diffuso sotto il profilo geologico, geomorfologico e idrogeologico, caratterizzate da substrato roccioso affiorante e/o subaffiorante in mediocri condizioni di conservazione conseguenti alla presenza di orli di scarpate di degradazione e/o orli di falesia.

In tale classe sono comprese quindi le zone di fascia costiera, caratterizzate da elevati valori di acclività, dove il substrato roccioso è caratterizzato da uno stato di degradazione medio o elevato (**4mca**). La classificazione nelle microzone sismiche di tipo B è legata ad effetti topografici.

In tale contesto sono ricomprese anche le zone di costa alta con conformazione a falesia derivate dal Piano della Costa e recepite dal Piano di Bacino - Ambito 15. Considerato che queste falesie costituiscono una zona morfologica più elevata di quota rispetto alla fascia costiera a diretto contatto con il mare, non sono sottoposte a fenomeni di abrasione marina e sono state pertanto definite inattive.

In termini idraulici e idrogeologici tale classe comprende le fasce di tipo B derivate dal Piano di Bacino (**4i**), inondabili con tempo di ritorno di 200 anni. In questo caso la classificazione nelle microzone sismiche di tipo B è legata ad effetti topografici.

Le zone caratterizzate da campitura puntinata arancione (**4ri**) definiscono le aree di rispetto delle risorse idriche.

Le problematiche emerse inducono una limitazione della fruibilità urbanistica e comportano la necessità di approfondire alcune tematiche connesse a situazioni specifiche.

Le indagini puntuali dovranno essere volte a definire le caratteristiche geomeccaniche e idrogeologiche del substrato roccioso al fine di verificarne le condizioni di equilibrio in rapporto alla tipologia degli interventi previsti.

Dovrà inoltre essere verificata la stabilità dei fronti di scavo di ampiezza significativa (lunghezza > 6 m, altezza > 2.5 m) e la stabilità a scala globale dell'ambito di interesse.

Si tratta pertanto di aree con significativi condizionamenti di ordine geologico, geotecnico e idrogeologico, eliminabili con interventi di difficoltà e onerosità da media ad elevata; risulta quindi opportuno procedere ad una verifica preliminare finalizzata a constatare l'effettiva assenza di fenomeni geologici tali da sconsigliare, in rapporto ad una onerosità troppo elevata delle opere di bonifica, l'effettiva realizzazione dell'intervento ovvero la possibilità di migliorare le condizioni di stabilità delle aree adottando specifiche cautele.

8.5. CLASSE 5: AREE CON SUSCETTIVITA' D'USO LIMITATA

Sono aree con elevate criticità sotto il profilo geologico, geomorfologico e idrogeologico, caratterizzate da problematiche in atto di una certa gravità per la rapida

tendenza evolutiva e l'imprevedibilità di sviluppo dei fenomeni o per la dimensione delle aree coinvolte.

Sono aree caratterizzate in prevalenza da substrato roccioso affiorante, intensamente fratturato e alterato fino a disarticolato, che comprendono le pareti rocciose subverticali e le falesie attive che caratterizzano l'intera fascia litoranea da Punta Carega a Punta Portofino e oltre, fino a Punta del Coppo, soggette ad intensa abrasione marina e all'azione combinata di gravità e moto ondoso, che determinano fenomeni di instabilità (**5mca**). La classificazione nelle microzone sismiche di tipo C è legata ad effetti topografici.

In termini idraulici e idrogeologici tale classe comprende le fasce di tipo A derivate dal Piano di Bacino (**5i**), inondabili con tempo di ritorno di 50 anni. In questo caso la classificazione nelle microzone sismiche di tipo B è legata ad effetti litostratigrafici.

Le zone caratterizzate da campitura puntinata rossa (**5ri**) definiscono le aree di tutela assoluta delle risorse idriche.

Queste problematiche portano ad inserire tali aree nell'ambito di una fruibilità urbanistica molto limitata e comunque subordinata ad interventi di mitigazione della pericolosità attraverso consolidamenti del pendio e sistemazioni ambientali, tali da riflettersi positivamente sull'intero comparto in esame.

Le indagini dovranno mirare all'accertamento dell'effettiva e puntuale presenza di fenomeni di instabilità in atto, della loro tipologia e tendenza evolutiva, della causa e delle dimensioni, per poter valutare, in rapporto all'efficacia ed ai parametri di costo, gli interventi di consolidamento eseguibili.

Dovranno essere effettuate analisi di stabilità dei fronti di scavo e dei versanti, eventualmente anche con modalità di back-analysis.

Si tratta pertanto di aree allo stato attuale a suscettività fortemente limitata, recuperabili solo per usi e casi particolari.

9. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il territorio comunale di Portofino occupa l'estremità sud-orientale del Promontorio, estendendosi in prevalenza lungo il versante meridionale tra Punta Carega e Punta Portofino, esposti verso sud e sud-ovest, comprendente i bacini idrografici dei torrenti Ruffinale e Vescini, ed in subordine lungo i versanti compresi tra Punta Portofino e il Golfo di Paraggi, che presentano un'esposizione in genere verso est e nord-est e comprendono il Fosso dell'Acqua Viva e i suoi tributari in orografica destra, oltre ad alcuni corsi d'acqua secondari che fanno riferimento al Golfo del Tigullio.

Sotto il profilo geologico, il territorio è caratterizzato dal Conglomerato di Portofino, affiorante nell'intero comparto: gli strati presentano una generale immersione verso S-SE, con deboli inclinazioni variabili tra 10° e 30° ed evidenze di una tettonica deformativa esclusivamente fragile che ha dato origine a diversi sistemi di faglie e fratture.

In particolare sono riconoscibili due sistemi principali di discontinuità con direzioni circa ONO-ESE e NNE-SSO: tali lineamenti esercitano un evidente controllo sullo sviluppo del reticolo idrografico, della linea di costa e delle rotture di pendio rilevate lungo i versanti.

Per quanto riguarda le caratteristiche di permeabilità dei terreni e delle rocce, i materiali sciolti naturali e artificiali risultano permeabili per porosità, con coefficienti variabili in funzione della granulometria e del grado di addensamento o di consistenza, mentre il substrato roccioso risulta prevalentemente permeabile per fessurazione e/o fratturazione, più o meno marcata a seconda del grado di fratturazione acquisito. Nel territorio comunale sono inoltre presenti alcune sorgenti di portata significativa e numerose emergenze idriche non censite ufficialmente.

L'assetto geomorfologico è caratterizzato da forme del rilievo piuttosto differenziate: nei settori meridionali sono presenti pendii acclivi e localmente a profilo subverticale, con scarpate rocciose e falesie attive, mentre le restanti porzioni di territorio sono contraddistinte in prevalenza da aree a media pendenza e morfologie più blande, con coperture di diversa origine, spesso fortemente rimaneggiate dall'attività antropica in prossimità dei principali nuclei insediativi (Portofino, Belvedere, S. Sebastiano, Case Gallotti, Olmi, Prato).

Si tratta di coltri di natura prevalentemente eluvio-colluviale e in genere di spessore sottile, localizzate per lo più in corrispondenza di aree conformate ad impluvio e di valloni e lungo i principali corsi d'acqua come i torrenti Ruffinale, Vescinale e Fosso dell'Acqua Viva; depositi di natura detritica, ascrivibili a paleofrane/frane relitte o frane complesse inattive, ricoprono ampie porzioni di versanti nell'intero territorio comunale, spesso associati a processi di denudazione e dilavamento dei pendii ad opera delle acque ruscellanti. Fenomeni franosi per crollo e ribaltamento, di carattere puntuale, possono verificarsi lungo la falesia per l'azione combinata di gravità e moto ondoso.

Per quanto riguarda lo stato di attività, tutti i fenomeni legati a dinamiche gravitative sono stati classificati inattivi: risultano attive unicamente le scarpate di degradazione che caratterizzano i ripidi versanti meridionali, incisi da impluvi e canaloni in roccia, che sono talvolta sede di scariche detritiche (valloni dei torrenti Ruffinale e Vescini).

La morfologia costiera è dominata dalla falesia alta, caratterizzata da piccole insenature e promontori, in continua evoluzione per l'azione combinata di moto ondoso e gravità; l'unica spiaggia, di dimensioni ridotte, presente nel Comune di Portofino è rappresentata dagli esigui depositi ciottolosi in corrispondenza dell'insenatura compresa tra Faro Verde e Punta Caieca.

Per quanto attiene al reticolo idrografico, i corsi d'acqua presentano un regime torrentizio, breve lunghezza, sviluppo lineare e in genere sono impostati in corrispondenza di lineazioni tettoniche e di frattura; sono caratterizzati da una marcata tendenza all'erosione, mentre lungo i versanti sono frequenti i fenomeni di denudazione legati all'azione erosiva delle acque correnti e le superfici interessate da forme di dilavamento diffuso.

Infine, è importante sottolineare che la morfologia originaria dei settori orientali e sud-orientali del territorio comunale di Portofino è stata profondamente modificata d alterata nei

secoli dall'attività antropica mediante la costruzione di nuclei sparsi ed edifici isolati e la realizzazione di terrazzamenti agricoli, terrapieni, tombinature, colmate e di un piccolo porto.

Portofino, 15 gennaio 2019 Dott. Geol Giacomo Canepa

BIBLIOGRAFIA

CEVASCO A., FACCINI F., NOSENGO S., OLIVARI F., ROBBIANO A. (2004) – *Valutazioni sull'uso delle classificazioni geomeccaniche nell'analisi della stabilità dei versanti rocciosi: il caso del Promontorio di Portofino (Provincia di Genova)*. GEAM, 111, 31-38.

CORSI B., ELTER F.M., GIANMARINO S. (2001) – *Structural fabric of the Antola Unit (Riviera di Levante, Italy) and implications for its alpine versus Apennine origin*. Ofioliti, 26 (1), 1-8.

CORSI B. (2003) – *Eventi tettonico – sedimentari del settore tra Chiavari e Genova Nervi nel quadro dell'evoluzione geodinamica del sistema Ligure Balearico e Tirrenico*. Tesi di Dottorato. Università degli Studi di Genova.

DIPARTIMENTO DELLA PROTEZIONE CIVILE E CONFERENZA DELLE REGIONI E DELLE PROVINCE AUTONOME (2008) "*Indirizzi e Criteri per la Microzonazione Sismica (I.C.M.S.).*

FACCINI F., BRANDOLINI P., BONINO E., PICCAZZO M., OLIVARI F. & ROBBIANO A. (2005) – *Phenomenes de condensation et sources perennes dans le Promontoire de Portofino (Italie).* Actes du colloque «Climat Urbain, Ville et Architecture», Gènes 7-11 Septembre 2005, 205-208.

GIAMMARINO S. & MESSIGA B. (1979) – *Clasti di metao-ofioliti a paragneiss di alta pressione nel Conglomerato di Portofino (Liguria orientale).* Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 7, 305-363.

GIAMMARINO S., NOSENGO S. & VANNUCCI G. (1969) - *Risultanze geologico-paleontologiche sul Conglomerato di Portofino (Liguria orientale)*. Atti Ist. Geol. Univ. Genova, 7, 305-363.

PROVINCIA DI GENOVA – *Piano stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico – Ambito 15*. Redatto ai sensi del comma 1 dell'art. 1 del D.L. 180/98 ("Decreto Srano"). Area 06 Difesa del Suolo, Opere Ambientali e Piani di Bacino.

REGIONE LIGURIA (1997) – *Legge Regionale n. 36 del 04.09.1997 "Legge Urbanistica Generale"*. Bollettino Ufficiale Regionale n. 16 del 17.09.1997.

REGIONE LIGURIA (2006) – *Carta Geologica Regionale (C.G.R.) scala 1:25.000 Tavoletta Chiavari-Recco*.

REGIONE TOSCANA (2007) - *Istruzioni tecniche per le indagini geologiche, geofisiche, geognostiche e geotecniche per la valutazione degli effetti locali nei comuni classificati sismici della toscana - progetto V.E.L.*

SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1994) – *Carta geomorfologica d'Italia – 1:50000 Guida al rilevamento.* A cura del Gruppo di Lavoro per la cartografia geomorfologica. Progetto CARG. Quaderni serie III, vol. 4, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.

SERVIZIO GEOLOGICO ITALIANO (1995) – *Carta idrogeologica d'Italia – 1:50000 Guida al rilevamento ed alla rappresentazione*. Progetto CARG. Quaderni serie III, vol. 5, Istituto Poligrafico e Zecca dello Stato, Roma.