



COMUNE DI BORGHETTO D'ARROSCIA

Provincia di Imperia

PIANO URBANISTICO COMUNALE

ai sensi dell'art. 5 della L.R. 36 / 1997

RELAZIONE GEOLOGICA



Data
novembre 2023

Il sindaco pro-tempore
Dott.ssa Angela Denegri

Il Responsabile del servizio
tecnico
Geom. Diego Gandolfo

Redattori del Piano:
Dott. Arch. Alessandro Revello
Dott. Geol. Roberto Macciò
Dott. Geol. Fabio Arrighetti

Collaboratori
Dott. Geol. Tommaso Macciò
Dott. Marco Servalli
Geom. Stefano Mondino

RELAZIONE GEOLOGICA

Indice del documento

1. Premessa	pag. 1
2. Inquadramento geografico e geomorfologico del territorio comunale	pag. 3
3. Inquadramento tettonico e geologico	pag. 4
3.1 Unità Moglio-Testico	pag. 5
3.1.1 Assetto strutturale dell'Unità	pag. 5
3.1.2 Successione stratigrafica dell'Unità	pag. 5
3.2 Unità Borghetto d'Arroscia-Alassio	pag. 7
3.2.1 Assetto strutturale dell'Unità	pag. 7
3.2.2 Successione stratigrafica dell'Unità	pag. 7
3.2.3 Ricostruzione paleografica dell'Unità	pag. 8
3.3 Unità Colla Domenica-Leverone	pag. 9
3.3.1 Assetto strutturale dell'Unità	pag. 9
3.3.2 Successione stratigrafica dell'Unità	pag. 9
3.4 Depositi del Quaternario	pag. 10
4. Elementi geomorfologici del territorio	pag. 11
4.1 Generalità	pag. 11
4.2 Roccia affiorante e subaffiorante	pag. 12
4.2.1 Zona R	pag. 13
4.2.2 Zona RS	pag. 13
4.2.3 Zona RF	pag. 13
4.3 Coltri e depositi alluvionali	pag. 14
4.3.1 Coltri di spessore 1-3 metri (c)	pag. 14
4.3.2 Coltri di spessore maggiore a 3 metri (dt)	pag. 14
4.3.3 Paleofrane (p)	pag. 15
4.4 Processi ed elementi geomorfologici	pag. 15
4.5 Movimenti franosi	pag. 16
4.6 Forme antropiche	pag. 17
4.6.1 Briglie torrentizie	pag. 18
5. Idrogeologia del territorio comunale	pag. 18
5.1 Aspetti generali	pag. 18
5.2 Grado di permeabilità dei complessi idrogeologici	pag. 21
5.2.1 Altamente Permeabili (AP)	pag. 21
5.2.2 Semipermeabili per fratturazione (SP)	pag. 21
5.2.3 Impermeabile (IM)	pag. 22
5.3 Sorgenti	pag. 22
5.4 Risorsa idrica ad uso potabile	pag. 27
6. Carta dell'acclività dei versanti	pag. 28
7. Carta geologico-tecnica e delle indagini	pag. 29
7.1 Indagini	pag. 30
8. Carta delle M.O.P.S.	pag. 31
8.1 Zone stabili	pag. 31
8.2 Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali	pag. 32
8.3 Zone suscettibili di instabilità	pag. 34
9. Carta dei vincoli geologici	pag. 34
10. Carta della suscettività d'uso del territorio	pag. 36
10.1 Classe 1: suscettività d'uso non condizionata	pag. 36
10.2 Classe 2: suscettività d'uso moderatamente condizionata	pag. 37
10.3 Classe 3: suscettività d'uso condizionata	pag. 38
10.4 Classe 4: suscettività d'uso parzialmente limitata	pag. 38
10.5 Classe 5: suscettività d'uso limitata	pag. 39
10.6 Suscettività d'uso da carta delle M.O.P.S.	pag. 40

11. Sismicità del territorio comunale	pag. 41
11.1 Zonazione sismogenetica	pag. 41
11.2 Pericolosità sismica	pag. 44
11.3 Classificazione sismica comunale	pag. 45
12. Geositi	pag. 49
12.1 Proposta di geotopi	pag. 49

Indice Figure nel testo

FIG.1	Pag.42
FIG.2	Pag.43
FIG.3	Pag.45
FIG.4	Pag.48

Indice Foto nel testo

Foto n.1	Pag.23
Foto n.2	Pag.24
Foto n.3	Pag.24
Foto n.4	Pag.25
Foto n.5	Pag.25
Foto n.6	Pag.26
Foto n.7	Pag.26
Foto n.8	Pag.50
Foto n.9	Pag.50

Indice delle tavole

TAV-GEO-1	Carta dell'acclività dei versanti	Scala 1:10.000
TAV-GEO-2	Carta geologica	Scala 1:10.000
TAV-GEO-3	Carta geomorfologica	Scala 1:10.000
TAV-GEO-4	Carta idrogeologica	Scala 1:10.000
TAV-GEO-5	Carta geologico-tecnica e delle indagini	Scala 1:10.000
TAV-GEO-6	Carta delle M.O.P.S.	Scala 1:10.000
TAV-GEO-7	Carta dei vincoli geologici	Scala 1:10.000
TAV-GEO-8	Carta della suscettività d'uso del territorio	Scala 1:10.000

CAPITOLO 1 – PREMESSA

La presente relazione illustra i risultati dell'analisi geologica del territorio del Comune di Borghetto d'Arroscia a supporto della redazione del Piano Urbanistico Comunale, ai sensi della L.R.36/1997, affinché le previsioni urbanistiche siano compatibili con le caratteristiche geologiche, geomorfologiche ed idrauliche rilevate; nello specifico, ai sensi della D.G.R.1745/2013, sono state seguite le "linee guida per l'elaborazione degli studi geologici a supporto degli strumenti urbanistici comunali" (Art.7 c.3 lettera c) L.R.36/1997) che prevedono, in linea con il quadro normativo ambientale, standard omogenei relativi ai contenuti degli studi geologici a corredo dei PUC.

Inoltre, dato che il comune di Borghetto d'Arroscia è stato classificato a rischio sismico con la O.P.C.M. 3274/2003 (come tutti i comuni liguri), si è tenuto conto della L.R.29/83, così come modificata dalla L.R.29/2006, in relazione alla quale è stata predisposta la D.G.R.471 del 22/03/2010 recante "Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della L.R.29/1983, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale".

A seguito della pubblicazione della D.G.R.714/2011 e della D.G.R.715/2011, che integrano la D.G.R. sopra menzionata con la definizione dei criteri per richiedere da parte dei comuni il contributo per eseguire l'indagine di microzonazione sismica, il Comune di Borghetto d'Arroscia ha usufruito di tale finanziamento ed ha recepito lo "Studio di Microzonazione sismica di 1°livello ai sensi O.P.C.M. 3907/2010", i cui risultati, compresa la "Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica (MOPS)", sono stati integrati al presente studio.

Inoltre, il Comune di Borghetto d'Arroscia è dotato dell'elaborato di Analisi delle Condizioni Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano, nel contesto degli studi relativi alla prevenzione sismica ai sensi della OCDCP n. 171/2014, avendo usufruito del finanziamento della Regione Liguria che aveva individuato il Comune di Borghetto d'Arroscia tra quelli assegnatari dei contributi delle analisi delle Condizioni Limite dell'Emergenza unitamente agli studi di Microzonazione Sismica.

Pertanto sono state elaborate i seguenti elaborati cartografici, estesi all'intero territorio comunale e in parte, secondo le linee guida:

- TAV. 1 GEO CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI – la carta riporta le pendenze dei versanti raggruppate in 7 classi di acclività;

- TAV. 2 GEO CARTA GEOLOGICA – la carta individua le formazioni e le litologie presenti sul territorio comunale, ovvero il substrato roccioso di base con relativa giacitura principale, i depositi alluvionali significativi e gli elementi tettonico-strutturali;
- TAV. 3 GEO CARTA GEOMORFOLOGICA – la carta riporta lo stato di conservazione della roccia affiorante, i maggiori corpi detritici e alluvionali, la perimetrazione dei movimenti franosi, gli elementi e i processi geomorfologici attivi;
- TAV. 4 GEO CARTA IDROGEOLOGICA – la carta individua i principali acquiferi suddivisi in base alla permeabilità, il reticolo idrografico classificato secondo Strahler, le captazioni idriche ad uso potabile e le principali irrigue;
- TAV. 5 GEO CARTA GEOLOGICO-TECNICA E DELLE INDAGINI – la carta riporta la classificazione geologico-tecnica del substrato nonché le caratteristiche tipologiche delle coperture detritiche, le aree di instabilità di versante e le forme superficiali rilevanti; sono altresì individuate le indagini geognostiche svolte sul territorio comunale;
- TAV. 6 GEO CARTA DELLE M.O.P.S. – la carta individua le microzone a comportamento sismico omogeneo a scala comunale, ovvero le aree in cui, in caso di evento sismico, il moto sismico può essere modificato e amplificato, inducendo fenomeni di liquefazione dei terreni, franamenti, movimenti del terreno indotti e cedimenti differenziali;
- TAV. 7 GEO CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI – la carta riporta i vincoli prettamente geologici e idrogeologici gravanti sul territorio comunale, ovvero secondo la normativa di Piano di Bacino, il vincolo idrogeologico e le aree di rispetto delle captazioni idropotabili;
- TAV. 8 GEO CARTA DELLA SUSCETTIVITA' D'USO DEL TERRITORIO – la carta fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni ed ai condizionamenti di carattere geologico all'uso del territorio, suddividendolo in 5 classi di suscettività;

La base cartografica utilizzata è quella della Carta Tecnica Regionale, edizione 2007-2013, in scala 1:5.000 e le legende sono conformi alle Raccomandazioni n.3bis-1999 e n.4-1996 elaborate dall'Autorità di Bacino di Rilievo Regionale nell'ambito della redazione dei Criteri per l'Elaborazione dei Piani di Bacino, specificatamente per la carta geologica, geomorfologica ed idrogeologica.

I rilievi di campagna utili alla realizzazione della cartografia specifica sono stati ultimati a fine estate 2019.

Nel prosieguo si illustrano le note delle singole carte tematiche redatte ed alcune caratteristiche del territorio, utili per le previsioni urbanistiche del PUC.

Completa il lavoro l'elaborato a parte, contenente le Norme Geologiche d'Attuazione, all'interno delle quali vengono sviluppati e descritti gli indirizzi prescrittivi necessari per la redazione delle documentazioni geologico-tecniche a corredo degli elaborati progettuali per i futuri interventi urbanistici pubblici o privati sul territorio.

CAPITOLO 2 – INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO COMUNALE

Il territorio del comune di Borghetto d'Arroscia è compreso tra le seguenti coordinate Gauss Boaga di longitudine $X=1415389$ e 1421484 e latitudine $Y=4884249$ e 4875480 , con una superficie di $25,5$ kmq. Esso ricade per la sua totalità nel bacino imbrifero del F.Centa (T.Arroscia) il cui corso d'acqua T.Arroscia divide il territorio comunale in direzione SW-NE.

I limiti amministrativi sono costituiti verso W dal Comune di Vessalico e Pieve di Teco, verso N con il Piemonte e il Comune di Aquila d'Arroscia, verso E dai comuni di Aquila d'Arroscia e Ranzo e verso S dai comuni di Casanova Lerrone e Vessalico.

Geograficamente il territorio comunale ricade nel settore alpino delle Alpi Liguri, con due principali crinali ai confini nord e sud composti dalle cime dei seguenti monti, in ordine di altezza crescente: Rocca Tramontina (1476 m), M.te Bello (1316 m), M.te Boschetto (831 m), Torre d'Ubaga (822 m) e M.te Riondo (763 m).

Dal punto di vista geomorfologico il territorio è tipicamente montano, impostato su due versanti che degradano sino alla valle Arroscia, per un dislivello altimetrico massimo di ca.1300m per il settore nord e ca. 680m per il settore sud; il territorio è caratterizzato dalla presenza di valli strette e lunghe con versanti di media alta acclività che

attraversano i due versanti suddetti in direzione N-S, sino al tratto della valle del T. Arroscia. L'abitato del capoluogo è ubicato nel settore centro-meridionale del territorio comunale, mentre le borgate Montecalvo, Ubagà e Ubaghetta in quello meridionale, e le borgate di Gazzo, Quartarole, Gavenola e Leverone nel settore settentrionale rispetto alla valle Arroscia. I versanti per la maggior parte sono boschivi con alberature da medio a grande fusto, con predominanza di castagneti e faggeti, in secondo ordine da ulivi e viti in prossimità delle borgate, con un settore a nord-est del territorio caratterizzato da aree prative.

L'assetto geomorfologico dell'area è caratterizzato da un'erosione differenziata esercitata sui litotipi presenti, descritti nei successivi capitoli, tutti con grado di erodibilità più o meno accentuato; si passa da morfologie argillitiche scistose a media acclività ed alta erodibilità e ruscellamenti concentrati a morfologie calcareo-arenacee ad alta acclività e medio grado di erodibilità, con reticolo idrografico a medio-bassa densità di drenaggio. Sono presenti dei depositi del Quaternario, principalmente costituiti da coltri detritico-colluviali che hanno medie acclività su cui si sono formate frane per scivolamento e accumulo di materiale. In generale le coltri presentano un modesto spessore, di alcuni metri, che possono variare sino a diversi metri in corrispondenza di paleo-depositi franosi ubicati uniformemente sul territorio.

Per quanto riguarda l'idrografia, oltre al citato T.Arroscia passante lungo l'omonima valle nella porzione centro-meridionale del territorio, i suoi corsi d'acqua tributari più importanti sono il Rio Calabria e il Rio S.Francesco sul confine ovest, mentre il Rio Ferraia, passante nel settore settentrionale è tributario del T.Pennavaire.

CAPITOLO 3 – INQUADRAMENTO TETTONICO E GEOLOGICO

L'area indagata è situata nel settore occidentale delle Alpi Liguri e strutturalmente appartiene al Dominio Piemontese-Ligure rappresentato dalle falde delle successioni flyschoidi cretaceo superiori – terziarie, con i loro complessi di base noti come "Flysch ad Elmintoidi". Il Dominio è rappresentato nel territorio comunale dalle unità sovrascorse **dell'Unità tettonica Moglio-Testico**, che affiora diffusamente nel settore meridionale, **l'Unità tettonica di Borghetto d'Arroscia-Alassio e l'Unità di Colla Domenica-Leverone** nella zona centrale e la **Formazione di Albenga** nel settore centro-settentrionale e settentrionale. Le due unità tettoniche sono in contatto tettonico in direzione N-S per sovrascorrimento dell'Unità Moglio-Testico sull'Unità di Borghetto-Alassio e la Formazione di Albenga.

La successione dell'Unità di Moglio-Testico è composta dal complesso di base delle **Peliti di Moglio** a cui è sovrapposta la sequenza torbiditica della **Formazione di Testico**.

La successione dell'Unità di Borghetto d'Arroscia-Alassio invece inizia con il complesso di base delle **Peliti di Ranzo** a cui segue una sequenza torbidityca arenacea delle **Quarziti di M.te Bignone**, una sequenza di piana sottomarina marnoso-calcareo dei **Calcari di Ubaga** e infine una sequenza in facies di chiusura a composizione marnoso-argillosa della **Formazione di Leverone** e delle **Peliti di Colla Domenica**, facente parte dell'Unità di Colla Domenica-Leverone.

La serie di Albenga, attribuita al dominio prepiemontese, si compone di una porzione inferiore formata da un membro calcareo stratificato dei **Calcari di Curenna**, da un corpo arenaceo quarzoso del **Membro di Leuso** e si completa con una sequenza argilloso-marnosa del **Membro di Leverone**.

Di seguito vengono descritte separatamente le Unità affioranti sul territorio comunale di Borghetto d'Arroscia costituite appunto dalle Unità suddette.

L'esposizione è riferita ai termini riportati nella legenda dell'elaborato DF-GEO-2.2 "Carta geologica".

3.1 UNITA' MOGLIO-TESTICO

3.1.1 Assetto strutturale dell'Unità

Stratigraficamente l'Unità è compresa tra la soprastante Unità di S.Remo e la sottostante Unità di Borghetto di cui ne riporta i caratteri tettonici e strutturali. Per quanto la giacitura sia prevalentemente diritta, sono riconoscibili verso la costa anticlinali sinformi sudvergenti aventi dimensioni chilometriche e generate nel corso di una prima fase tettonica, con senso di trasporto verso l'esterno. Questa fase è stata seguita dallo sviluppo di piani di scorrimento aventi il medesimo senso di trasporto tettonico. In tutti gli affioramenti è generalmente visibile il clivaggio relativo alla prima fase duttile, più raramente quello generato nella seconda fase di scorrimento.

In generale sono ben visibili anche i clivaggi e le pieghe mesoscopiche generati nella fase tettonica successiva, avente vergenza interna; seguono infine le fasi tardive, più deboli, caratterizzate da ampie pieghe circa ortogonali alle precedenti.

3.1.2 Successione stratigrafica dell'Unità

La scarsità di fossili, il loro cattivo stato di conservazione e rimaneggiamento non permettono attribuzioni di età certe per i terreni della successione in oggetto, che dovrebbe comunque comprendere il Cretaceo superiore con sconfinamenti verso età più antiche e più recenti.

Si succedono due formazioni, partendo da quella inferiore delle **Peliti di Moglio (asMOG)** e sovrapposta la **Formazione di Testico (cmTES)**.

Nel territorio comunale di Borghetto d'Arroscia affiora per la maggiorparte la Formazione di Testico, mentre in minima parte le peliti che comunque verranno descritte nel prosieguo.

Peliti di Moglio (asMOG)

Complesso eterogeneo di terreni, mitologicamente affini al "complesso di base" della successione dei flysch ad Elmintoidi, deriva dal deposito di correnti di torbida molto diluite e di scarso volume e di subordinate emipelagiti, su di una pianura sottomarina.

Si tratta di argilliti grigio scure a patine ferrifere e manganesifere, con subordinate intercalazioni di siltiti e areniti fini dalle delicate laminazioni sedimentarie, frequentemente silicizzate.

Alle litozone argillitiche se ne associano altre più marnose a patine di alterazione chiara ed intercalate da sottili strati calcisiltiti e calcareniti fini e più rari strati di peliti compatte talora a radiolari.

Il complesso comprende altre diverse litozone tra cui argilliti di colore verde chiaro con intercalazioni sottili di arenarie quarzose; alternanze ben stratificate di argilliti e subordinate arenarie spesso micacee, e di calcari compatti minutamente detritici; argilliti nerastre con tessitura paraconglomeratiche e argilliti grigio-verdi con intercalati sottili strati quarzarenitici.

Affiorano in un limitato settore centro-meridionale di Borghetto d'Arroscia nei pressi delle località Villa e Ubaghetta.

Formazione di Testico (cmTES)

Geometricamente sovrapposta alle Peliti di Moglio è costituita da torbiditi marnoso-arenacee depositate in una pianura sottomarina intensamente alimentata e sporadicamente invasa dai flussi arenacei di una qualche vicina conoide. Affiorano in un esteso settore meridionale a valle del capoluogo di Borghetto d'Arroscia che comprende le località Ubaga e Montecalvo sino al confine sud.

Litologicamente è possibile distinguere due facies sovrapposte a livello stratigrafico; quella superiore, di origine torbiditica, flischoide, presenta le strutture da corrente alla base degli strati arenacei; in quella inferiore marnosa, sono presenti intercalazioni di strati calcareo-marnosi, debolmente quarzosi e, verso la base, di calcari quarzosi grossolani. Lo spessore complessivo della formazione è di circa 450m, di cui 200m inferiori costituiti dalla facies marnosa.

Nel territorio comunale affiora una successione monotona di marne più o meno calcaree ed arenacee, di colore grigio-azzurro (Membro di Pieve di Teco), con caratteristica patina di alterazione giallo-grigiastra, a stratificazione spesso ben evidente, con intercalazioni di strati da 10 a 80cm di calcari marnosi debolmente quarzosi e, soprattutto verso la base, di calcari quarzosi grossolani.

3.2 UNITA' BORGHETTO D'ARROSCIA-ALASSIO

3.2.1 Assetto strutturale dell'Unità

Verrà delineato nei suoi caratteri fondamentali l'assetto strutturale a "grande scala" dell'unità.

Le unità piemontesi e quelle piemontesi-liguri sovrascorrono nel loro complesso su un substrato tettonico presumibilmente costituito dalle unità Brianzoni esterne.

Le unità, in particolare quella di Borghetto d'Arroscia-Alassio è strutturata sotto forma di pieghe coricate sudvergenti, aventi dimensioni plurichilometriche, generate durante la prima fase tettonica ed interessate da numerose pieghe parassite che si possono individuare come elementi tettonici a se stanti. La struttura principale dell'Unità è rappresentata da un'anticlinale chilometrica sinforme (detta della valle Arroscia) in cui è riconoscibile ovunque il fianco diritto e solo a tratti il fianco rovescio laminato. Le sono sovrapposti elementi tettonici minori, costituiti da successioni diritte o da pieghe analoghe alla struttura principale.

Dal punto di vista strutturale, nell'Unità sono state riconosciute: una *prima fase* di energica deformazione per piegamento e vergenza esterna, seguita dalla nascita di piani di taglio che hanno suddiviso ciascuna Unità in elementi, con ulteriore trasporto differenziato verso l'esterno; una *seconda fase* di piegamento, più blanda, a vergenza interna; *fasi tardive*, ancora più deboli, dapprima con pieghe a vergenza esterna, poi con ondulazioni ad ampio raggio, con assi pressoché ortogonali a quelli delle fasi precedenti.

3.2.2 Successione stratigrafica dell'Unità

Si succedono tre formazioni, dal basso: **Peliti di Ranzo, Quarziti di Monte Bignone e Calcari di Ubaga**. Solo dell'intermedia è stato possibile valutarne lo spessore (Galbiati B., 1984) essendo sconosciuti la base della prima e il tetto dell'ultima che costituiscono rispettivamente i nuclei anticlinali e sinclinali delle pieghe etto/chilometriche nelle quali è deformata l'unità tettonica.

La stratigrafia inizia con:

Peliti di Ranzo costituite da argilliti e marnoscisti rappresentanti l'intervallo pelitico di sequenze torbiditiche con base in siltiti o areniti fini a laminazione sedimentaria. Intercalati si trovano anche rari strati di micrite spessi da 1 a 3 dm. Negli ultimi metri verso il tetto, la formazione perde il suo contenuto carbonatico e diventa essenzialmente argillitica, spesso ricca in spalmature di ossidi di Fe e Mn; solette arenacee e siltitiche, frequentemente ridotte in frammenti e deformate, sono contenute nelle argilliti ed appaiono sovente silicizzate: selci grigie quasi pure mostrano ancora le tracce delle lamine sottili e delicate che caratterizzano tali solette. Altre volte i frammenti stratiformi silicei sono di colore più vivace, fino a verde, non mostrano strutture relitte e sono di più difficile interpretazione.

Quarziti di Monte Bignone che successivamente sono costituite dai seguenti livelli: iniziano con un livello argillitico (argilliti inferiori) varicolore, rosso e verde anziché con conglomerati; è questo il primo segno della variazione della facies rispetto a quella di Alassio riassumibile in minori spessori stratigrafici e più fine granulometria; seguono le quarziti inferiori costituite da quarzareniti torbiditiche in sottili strati centimetrici con evidente laminazione parallela, con intercalazioni di argilliti simili alle sottostanti; soprastante vi sono le argilliti mediane di colore verdino, con spalmature di ossidi di Fe e Mn, fittamente intercalate da sottili livelli di arenarie torbiditiche talora abbastanza grossolane, sino a conglomeratiche, con clasti quarzosi e cartonatici; in posizione superiore si trovano le quarziti superiori costituite da quarzareniti impure a grana fine o media, eccezionalmente grossolana, in strati medi (pochi dm) raramente spessi, sono intercalate da subordinate argilliti e verso il tetto da rari e sottili strati calcarei. Si tratta di torbiditi con rare e poco evidenti strutture di corrente sulla base degli strati, omogenee granulometricamente, presentano poco evidente gradazione.

I Calcari di Ubagà sormontano la formazione quarzifica, con passaggio graduale, caratterizzati nella loro parte basale dalla stratificazione particolarmente sottile: si alternano calcari compatti a grana fine, breccioline solo in parte calcaree, quarziti impure, marnoscisti e rare lenti di conglomerato aventi spessori di pochi decimetri. Superiormente la formazione è essenzialmente costituita da sequenze torbiditiche marnose, nelle quali sono intercalate delle arenarie massicce a componente calcareo-micacea che spesso risultano ricche di inclusi di peliti e siltiti torbiditiche.

3.2.3 Ricostruzione paleografica dell'Unità

L'Unità di Borghetto per la sua posizione strutturale deve considerarsi paleograficamente intermedia tra il dominio oceanico e quello di Arnasco-Castelbianco corrispondente al margine continentale europeo.

La posizione paleografica di Borghetto doveva corrispondere alla base di una scarpata (probabilmente quella che limitava verso l'oceano il continente europeo), inizialmente male individuata in questa sua porzione basale ed invasa da torbiditi distali di tipo piemontese-ligure indicative di una piana sottomarina poco alimentata o così estesa da disperdere in coltri sottili gli apporti torbiditici (Peliti di Ranzo).

Tale scarpata doveva essere suddivisa in numerosi segmenti per azioni di faglie trascorrenti (Vanissi et alii, 1984) e probabilmente fu la rinnovata azione di una di queste, unita a concomitanti sollevamenti, che mise in condizione di equilibrio precario masse non trascurabili di sabbie mature (quarzose) presenti sulla zona litorale e sulla piattaforma terrigena, nella zona piemontese o tra questa e quella Brianzese interna. La loro risedimentazione generò le Quarziti di Monte Bignone. Contemporanei sollevamenti e basculamenti del substrato in zone vicine, probabilmente situate poco più a nord, nell'area piemontese, crearono i rilievi costieri e le falesie da cui si

liberarono i clasti grossolani di natura carbonatica pervenuti, con flussi gravitativi, nello stesso apparato deposizionale di M.Bignone e nella contigua zona sedimentaria della Formazione di Albenga.

L'evoluzione sedimentaria nell'area di Borghetto fu in senso trasgressivo: depositi di pianura sottomarina si stesero sulle Quarziti di M.Bignone. questo evento, ritenuto cenozoico, fa supporre condizioni paleografiche con l'area oceanica in via di rapida contrazione, raggiunta dai flussi inerti di clasti grossolani piemontesi, di natura carbonatica, indicativi di una scarpata vicina; area ormai ristretta, alimentata da torbide marnose diluite, spesso di grande volume, interessata altresì da flussi arenacei concentrati, propaggini di conoidi stese in aree paleograficamente vicine.

Fu questa l'ultima fase di regolare sedimentazione torbiditica. I successivi olistostromi segnano l'inizio della tetto-genesi nel bacino oceanico e l'arrivo delle falde piemontesi-liguri sul bacino di Borghetto.

3.3 UNITA' COLLA DOMENICA-LEVERONE

3.3.1 Assetto strutturale dell'Unità

Affiora tra le successioni di Borghetto e di Arnasco-Castelbianco con le quali presenta relazioni problematiche e consta di due formazioni: le Peliti di Colla Domenica e la soprastante Formazione di Leverone.

Strutturalmente presenta una giacitura nel complesso diritta.

L'età cenozoica antica e l'analogia delle associazioni di facies con le formazioni di Ubaga e Albenga che caratterizzano l'Unità portano a considerare come ambiente deposizionale un unico bacino torbiditico per i momenti finali dell'evoluzione sedimentaria delle tre successioni; in esso la formazione di Leverone avrebbe dovuto occupare una posizione intermedia tra le altre due.

3.3.2 Successione stratigrafica dell'Unità

Si succedono due formazioni, dal basso: le **Peliti di Colla Domenica** e la soprastante **Formazione di Leverone**.

Le **Peliti di Colla Domenica** rappresentano il termine inferiore o "complesso di base" della successione e dono prive di fossili. Litologicamente sono rappresentate da un complesso argilloso,. Con subordinate intercalazioni di siltiti ed arenarie finissime, di colore bruno, a laminazione sedimentaria e spesso impregnate di ossidi metallici di Mn e Fe. Caratteristica di questa formazione è la predominanza delle tessiture caotiche "paraconglomeratiche"; si osservano infatti elementi di varie taglie dispersi in una massa argillosa fittamente fogliettata. Tra gli inclusi vi sono anche elementi "esotici" tra cui frammenti di areniti quarzoso-felspatiche e di breccie basaltiche. La successione si completa con un livello di pochi metri di argille grigie che conservano un assetto sottilmente stratificato.

La **Formazione di Leverone** poggia con giacitura dritta sulle Peliti di Colla Domenica ed è costituita da un flysch torbiditico in strati medi, con alla base un sottile strato di calcisiltite a laminazione

sedimentaria, seguito da uno spesso intervallo marnoso. Nel complesso contengono calcareniti torbiditiche fossilifere con microfaune del Cenozoico antico, costituite da marne da argillose a calcaree con intercalazioni di calcari e conglomerati.

Nel confine comunale nord di Borghetto d'Arroscia è presente anche un limitato affioramento roccioso della **Formazione di Caprauna**, appartenente al Dominio Brianzonese Ligure e relativo alla copertura meso-cenozoica. Trattasi di scisti calcarei e calcareo-arenacei, scisti filladici grigio scuri e rari livelli argillosi rossastri nella parte inferiore; localmente sono interessati da intercalazioni di brecce poligeniche o di quarziti.

3.4 DEPOSITI DEL QUATERNARIO

I depositi quaternari comprendono i sedimenti attuali e quelli che li hanno preceduti in tempi relativamente recenti, ovvero le coltri detritiche eluvio-colluviali e di frana ed i depositi alluvionali antichi e attuali.

Coltri detritiche (dt): comprendono le coperture eluvio-colluviali e i depositi di frana antiche (paleofrane) e recenti.

Le coperture quaternarie di spessore da medio a elevato sono originate da alterazioni in situ ed in seguito mobilizzate da processi di versante, costituite da clasti eterometrici di varia litologia in matrice pelitica e sabbioso-ghiaiosa con estesa copertura pedogenetica, spesso rimaneggiata. Sotto il profilo geomorfologico di versante esse mostrano in larga prevalenza condizioni al limite della stabilità con rischio di improvvisi e localizzati fenomeni di scoscendimento.

I depositi di frana sono rappresentati da accumuli gravitativi sia antichi che recenti di materiale eterogeneo ed eterometrico talvolta coinvolgenti porzioni di substrato roccioso; essi possono distinguersi in frane relitte (depositi di paleofrana) con materiali incoerenti e semicoerenti di origine spesso complessa e talvolta con caratteristiche di frane in roccia con scaglie di substrato e in depositi di frana recenti di origine gravitativa con accumuli di materiale di granulometrie grossolane e ciclopiche, spigolosi, in gran parte non cementati e privi di matrice, senza coperture pedogenetiche.

Depositi alluvionali terrazzati e attuali (aa e am): sono costituiti da modesti spessori metrici di depositi ghiaiosi e sabbiosi delle alluvioni dei corsi d'acqua, accumulati lungo le principali aste torrentizie, formanti oltre agli alvei attuali (am), deposito su più ordini di terrazzamento (aa), con alterazione variabile, di spessore modesto compreso tra 5-10m rispetto alla quota alveo. Quest'ultimo è solamente presente in entrambe le sponde del T.Arroscia in corrispondenza delle anse del corso d'acqua e in parte sottostante al centro urbano del capoluogo.

CAPITOLO 4 – ELEMENTI GEOMORFOLOGICI DEL TERRITORIO

4.1 GENERALITA'

La redazione della carta geomorfologica costituisce la parte più importante di uno studio geologico applicato alla pianificazione territoriale, poiché rileva gli elementi geomorfologici del territorio, lo stato evolutivo delle forme superficiali, i processi geomorfologici in atto, tutti gli elementi che possono limitare o interdire nuovi interventi edilizi in zone particolarmente suscettibili di instabilità.

Inoltre gli elementi e i processi geomorfologici sono la base della redazione della carta di zonizzazione e di suscettività d'uso del territorio, ove il territorio comunale viene suddiviso in zone omogenee in funzione della pianificazione territoriale generale propria di un Piano Urbanistico Comunale.

Si ricorda che il territorio può essere suddiviso in due principali tipologie morfologiche, una di versante con coltri detritiche ricoprenti il substrato roccioso o con versante in roccia affiorante e/o subaffiorante ed una di tipo alluvionale con depositi fluviali in piana o terrazzati su più ordini.

I principali processi geomorfologici, attualmente in atto, possono essere riconducibili a tre azioni:

- azione erosiva delle acque dei corsi d'acqua;
- azione di dilavamento delle acque superficiali;
- azione dei movimenti gravitativi di versante.

Nel complesso, la compartecipazione delle tre azioni suddette, seppur in maniera differenziata, contribuiscono all'evoluzione progressiva e graduale del territorio.

Nel prosieguo si espongono le varie tipologie geomorfologiche rappresentate sulla cartografia e riferite, come per le altre cartografie, ai settori urbanizzati ed a quelli in cui sono previste destinazioni d'uso, mentre per i restanti settori sono state rilevate esclusivamente le strutture più significative.

L'esposizione è riferita ai termini riportati nella legenda dell'elaborato **DF-GEO-2.3 "Carta geomorfologica"**.

La carta si basa sui dati risultanti dalla fotointerpretazione generalizzata delle foto aeree regionali disponibili, dal rilevamento diretto di campagna e dai dati della cartografia specifica ufficiale, come quella del Piano di Bacino F.Centa e del Progetto IFFI.

Si premette che le zone omogenee del territorio riferite alla struttura, alla qualità della roccia ed allo spessore della coltre detritica possono comprendere aree circoscritte con caratteristiche differenti rispetto alla categoria di appartenenza, non rilevabili secondo la scala di rilevamento necessaria per la formazione di un PUC.

La legenda della carta geomorfologica è stata elaborata secondo cinque tematiche principali:

- roccia affiorante e subaffiorante;
- coltri e depositi alluvionali;
- movimenti franosi;
- elementi morfologici e forme di erosione;
- forme antropiche.

Per quanto riguarda la speleologia, il territorio risulta essere compreso per un limitato settore a confine nord nell' area carsica n.12 IM, segnalata nell'archivio della Regione Liguria e che si sviluppa per la maggior parte nel territorio del Comune di Aquila d'Arroscia.

Si segnala, nel settore sud/sud-ovest rispetto al territorio comunale, la presenza di due cavità discendenti, secondo il Catasto Speleologico Ligure, denominate:

- "Tana III presso il Garbu du Luvu", ubicata sul crinale tra Rocca Tramontina e M.te Bello, impostata nei calcari di Curenna, per lo sviluppo di 98m, e indicata nel Bollettino G.S. Imperiese C.A.I.;
- "Tana du Bauss" ubicata a nord della borgata di Gazzo, nel flysch arenaceo di Leuso, per lo sviluppo di 26m, e segnalata nel Bollettino G.S. Imperiese C.A.I..

4.2 ROCCIA AFFIORANTE E SUBAFFIORANTE

La quasi totalità del territorio di Borghetto d'Arroscia è impostato su areali in versante ad eccezione dell'unica zona pianeggiante di limitata estensione in corrispondenza del fondo valle dove scorre il T.Arroscia.

La maggior parte del territorio è risultato in roccia affiorante o subaffiorante alla scala del territorio comunale.

Tale categoria occupa la maggior parte del territorio comunale (circa 70-80% dell'area totale), ovvero la situazione di versante e comprende tutte le aree che risultano caratterizzate da roccia affiorante o subaffiorante, con coltre detritica da assente ad uno spessore contenuto, non superiore al metro.

L'assetto della roccia nell'insieme è in prevalenza a traverpoggio o a franapoggio-traverpoggio per il settore a nord del capoluogo, mentre a reggipoggio o a reggipoggio-traverpoggio per il settore a sud, condizione strutturale questa che ha favorito spesso l'evoluzione dei versanti secondo pendenze significative.

Con riferimento alle caratteristiche geomeccaniche della roccia ed ai problemi di stabilità conseguenti, si distinguono le seguenti sottozone:

4.2.1 Zona R

Roccia in buone condizioni di conservazione e/o disposizione favorevole delle strutture rispetto al pendio.

Trattasi di ambiti geomorfologici che non presentano particolari problemi di stabilità, talora con problematiche locali non cartografabili alla scala del piano.

È l'areale maggiormente esteso nel confine amministrativo.

4.2.2 Zona RS

Roccia affiorante e subaffiorante con coperture detritiche discontinue fino a 1m di spessore in buone condizioni di conservazione, con disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio.

La giacitura a franapoggio costituisce un piano preferenziale di scivolamento per gli strati e risulta pertanto penalizzante dal punto di vista della stabilità.

Sono localizzati due limitati areali nel settore settentrionale del territorio comunale che comprende versanti costituiti da litologie calcareo-arenacee della Formazione di Albenga.

Nella progettazione esecutiva dei singoli interventi dovranno essere analizzate le problematiche di stabilità relative ad opere di sbancamento con potenziali superfici di scivolamento di strati con orientazione sfavorevole rispetto al fronte di scavo.

4.2.3 Zona RF

Roccia in scadenti condizioni di conservazione, alterata e/o particolarmente fratturata, talvolta con disposizione sfavorevole delle strutture rispetto al pendio.

La giacitura a franapoggio costituisce un piano preferenziale di scivolamento per gli strati e risulta pertanto penalizzante dal punto di vista della stabilità.

Questa struttura dell'ammasso roccioso è presente principalmente in tre settori del territorio, ovvero a monte dell'abitato del capoluogo, a monte e a valle delle borgate Quartarole e Casale, a monte della località Ubaga e in minima parte a valle della borgata Leverone e nei pressi del confine comunale S-E; riguarda vari strati della litologia flyschoida a componente prevalente marnosa-argillosa, la cui alterazione e fratturazione fitta comporta una degradazione della roccia con circoscritte situazioni di dissesto e crollo.

Nella progettazione esecutiva dei singoli interventi dovranno essere analizzate le problematiche di stabilità relative ad opere di sbancamento con potenziali superfici di scivolamento e crollo di strati con orientazione sfavorevole rispetto al fronte di scavo.

4.3 COLTRI DETRITICHE E DEPOSITI ALLUVIONALI

Le aree con coperture detritiche sono distribuite omogeneamente sul territorio, con particolare interesse nel settore centrale del territorio, nella zona a monte dell'abitato del capoluogo e in prossimità delle borgate di Casale, Quartarole, Leverone, Ubaga, Ubaghetta e Montecalvo.

I depositi alluvionali invece riguardano limitate zone nel capoluogo in prossimità dell'alveo del T.Arroscia, correlabili esclusivamente all'attività deposizionale nel tempo del corso d'acqua principale, mentre è scarso/nullo il contributo dei corsi d'acqua secondari provenienti dai versanti, pertanto non rilevante nel contesto geomorfologico.

La stabilità dei litotipi detritici è condizionata dalla presenza di acque superficiali e di imbibizione e dall'acclività locale. I dissesti che a livello areale risultano più ampiamente rappresentati sono costituiti da locali fenomeni di scivolamento di materiale detritico poggiante sul substrato roccioso.

4.3.1 Coltri di spessore 1-3 metri (c)

Trattasi di tratti di versanti con modesta copertura di materiale detritico di origine eluvio-colluviale, ove può essere osservato localmente il sottostante substrato roccioso. Le coltri detritiche sono state originate dall'azione chimico-fisica delle acque superficiali e degli agenti esogeni sull'ammasso roccioso.

4.3.2 Coltri di spessore maggiore a 3 metri (dt)

Trattasi di aree a debole acclività inserite lungo i versanti, in genere oggetto di attività agricola, talvolta con spessore di parecchi metri. Dal punto di vista litologico sono costituite in prevalenza da uno scheletro lapideo in una matrice limoso argillosa con clasti litoidi a spigoli vivi aventi dimensioni molto variabili da centimetriche a quelle di trovanti pluridecimetrici; nell'insieme la distribuzione delle granulometrie all'interno della coltre è eterogena e casuale sia verticalmente sia lateralmente. Le coltri e gli accumuli più potenti derivanti dalle formazioni pelitiche possono avere una matrice prevalentemente argillosa-limosa debolmente sabbiosa; viceversa in quelle riconducibili alle formazioni calcareo-arenacee prevale la granulometria limosa-sabbiosa solo parzialmente argillosa.

Spesso sono interessati da circolazione idrica sotterranea lungo gli strati più grossolani, ma solo a seguito di eventi meteorici.

4.3.3 Paleofrane (p)

Sono presenti accumuli detritici classificati come "paleofrane" localizzati omogeneamente lungo il territorio comunale sebbene di limitate estensioni areali ad eccezione della paleofrana che interessa l'abitato di Gazzo, la cui estensione è significativa; seconda per estensione riguarda il deposito di paleo frana sottostante la borgata di Leverone, nel settore centro-orientale del confine comunale.

I paleoaccumuli presentano indizi geomorfologici indicativi di deformazioni plastiche secondo meccanismi che, sulla base solo dei dati rilevabili sul terreno a questo livello di studio, possono essere classificati a cinematica ridotta.

4.4 PROCESSI ED ELEMENTI GEOMORFOLOGICI

Sono stati cartografati tutti i processi naturali in atto o quiescenti presenti nel territorio comunale, che assumono rilevante importanza in qualità di agenti di modificazione del territorio e pertanto da tenere in considerazione nella pianificazione territoriale.

Sulla carta geomorfologica sono stati distinti gli elementi geomorfologici costituiti da:

- orlo di terrazzo fluviale;
- erosione concentrata di fondo;
- ciglio di frana attivo e quiescente;
- movimento franoso non cartografabile arealmente;
- areale in erosione non cartografabile arealmente

Tra le forme di erosione sono state riportate le zone di "erosione concentrata di fondo" e quelle di erosione diffusa lungo pendii.

Le forme di "erosione concentrata di fondo" causano il progressivo approfondimento dell'alveo del corso d'acqua, e questo si verifica essenzialmente dove sono presenti depositi alluvionali e in misura meno importante in roccia; sono state cartografate quelle presenti in corrispondenza dei rii minori, che in parti più o meno accentuate riguardano la maggior parte dei corsi d'acqua del reticolo idrografico comunale.

Tra gli elementi lineari presenti sulla cartografia sono anche riportati i principali "cigli di frana" di versante, riferibili a rotture di pendio presenti lungo i versanti.

In cartografia sono anche riportati gli "orli di terrazzi fluviali o morfologici" come strutture lineari. Questi sono riferibili a rotture di pendio presenti alla base dei versanti che possono essere correlati ad antiche spianate di origine fluviale originatisi in passato in concomitanza alle variazioni del regime idraulico dei corsi d'acqua durante i periodi di piena e di calma; nel presente caso sono stati indicati gli orli relativi alle sponde del T.Arroscia.

Infine, come elementi puntuali sono stati riportati in carta i dissesti non cartografabili arealmente che costituiscono comunque criticità puntuali di distacco e/o scivolamento materiale, sebbene di modeste dimensioni; infatti sono molto diffuse sul territorio le piccole frane superficiali lungo le strade sia provinciali che comunali; esse si manifestano sia come cedimenti e avvallamenti della sede stradale sul lato valle sia come distacchi di materiali rocciosi, di pezzatura mista, dalle scarpate lato monte.

Le ragioni di questi distacchi sono da ricercarsi, principalmente, oltre ad una manutenzione del territorio purtroppo a volte mancante, nella debolezza intrinseca degli ammassi rocciosi, particolarmente fratturati e alterati, che nei periodi di precipitazioni più intense e durature, quando si innescano anche fenomeni erosivi diffusi e incanalamenti di acque concentrati, rilasciano con facilità materiale detritico.

4.5 MOVIMENTI FRANOSI

Dall'analisi delle aree in frana riportate secondo il progetto IFFI, la suscettività al dissesto elevata del Piano di Bacino e secondo il rilevamento di campagna eseguito, è emerso che **numerose borgate del territorio comunale sono interessate da movimenti gravitativi di versante**, ad eccezione degli abitati del Capoluogo, di Montecalvo e Ubaga-Villa, unici a non presentare movimenti franosi in atto o quiescenti.

Di seguito vengono elencate le borgate interessate da fenomeni franosi:

Cornari: l'abitato è in adiacenza verso ovest ad un areale in frana stabilizzato di 3.8 ha di estensione, a tipologia di movimento di scivolamento rotazionale/traslativo, secondo i dati IFFI e confermato dalla cartografia del Piano di Bacino come areale in paleofrana;

Lerici: l'agglomerato di case è compreso nella parte terminale dell'esteso areale in paleofrana che interessa l'abitato di Gazzo, secondo la cartografia del Piano di Bacino;

Gazzo: la borgata è compresa in areali in frana stabilizzati, in generale di ca. 17 ha di estensione, a movimento complesso, secondo i dati IFFI e confermato dalla cartografia del Piano di Bacino come areali in paleofrana e di frana quiescente che coinvolge parte di Vigna;

Casale: l'abitato è compreso in areali in frana stabilizzati e quiescenti, di ca. 21 ha di estensione globale, a movimento complesso e roto-traslativo, secondo i dati IFFI, mentre il Piano di Bacino conferma un limitato areale di frana quiescente verso ovest a monte di alcune case;

Quartarole: la borgata è interessata da areali in frana stabilizzati e quiescenti, di ca. 3.7 ha di estensione, a movimento complesso e scivolamento rotazionale/traslativo, secondo i dati IFFI e confermato

dalla cartografia del Piano di Bacino come areale in frana quiescente, oltre un settore in frana attiva verso est che non coinvolge abitazioni;

Gavenola: la borgata è compresa in areali in frana stabilizzati e quiescenti, in generale di ca. 4.3 ha di estensione, a movimento complesso e scivolamento rotazionale/traslattivo, secondo i dati IFFI e confermato dalla cartografia del Piano di Bacino come areali in paleofrana e di frana quiescente;

Leverone: l'abitato è ubicato a monte rispetto ad un ampio areale verso SE in frana stabilizzato di ca. 15 ha di estensione, a tipologia di movimento complesso, secondo i dati IFFI e confermato dalla cartografia del Piano di Bacino come areale in paleofrana;

Ubaga-Costa-Villa: le borgate non sono direttamente interessate da areali in frana che invece sono presenti a valle delle abitazioni in stato quiescente e attivo movimento complesso secondo i dati IFFI e confermato dalla cartografia del Piano di Bacino come areali in frana e paleofrana;

Ubaghetta: è presente un areale in frana attivo e quiescente verso sud rispetto ai nuclei abitati che non sono coinvolti direttamente nei movimenti gravitativi secondo la cartografia di Piano di Bacino e confermato dai dati IFFI come tipologia di colamento rapido.

Oltre a quelli sopra indicati, sono presenti ulteriori areali in paleofrana riportati nella cartografia geomorfologica, ubicati omogeneamente sul territorio, di cui non si conoscono spessori e confini certi, non essendo state oggetto di studi geologici di dettaglio.

Sono stati cartografati dissesti puntuali di modeste dimensioni conseguenti ad eventi alluvionali che hanno interessato principalmente le scarpate stradali e le aree di versante, con movimenti della coltre detritica o con disfacimento dell'ammasso roccioso.

4.6 FORME ANTROPICHE

Con tale termine si è voluto indicare le modificazioni geomorfologiche operate dall'uomo e che interferiscono nell'evoluzione dell'ambiente.

E' presente un riporto artificiale di materiale litoide detritico proveniente dallo smarino della galleria del tracciato stradale della S.P.453, ubicato in area demaniale in sponda sinistra del T.Arroscia e conosciuto con la denominazione di Piazzale Rosetta. Essendo un'opera datata, realizzata negli anni 90, non sono stati reperiti negli archivi comunali dati relativi alla quantità, spessori ed estensione planimetrica del materiale riportato.

4.6.1 Briglie torrentizie

Sono state rilevate e analizzate tutte le briglie torrentizie in cemento armato presenti lungo l'alveo del T.Arroscia, realizzate in tempi diversi, con primaria funzione di protezione e consolidamento dell'alveo fluviale, mentre a seguito di recenti opere edilizie su entrambe le briglie, anche per favorire la derivazione di acqua per uso idroelettrico di privata proprietà; le briglie sono indicate in cartografia con apposito simbolo.

Le n.2 briglie in cemento armato suddette non presentano problematiche di sottoescavazione e/o erosioni strutturali essendo state ripristinate e consolidate propedeuticamente alla opere di realizzazione delle centraline idroelettriche, e pertanto sono attualmente in buone condizioni di stabilità e conservazione.

CAPITOLO 5 – IDROGEOLOGIA DEL TERRITORIO COMUNALE

5.1 ASPETTI GENERALI

L'idrogeologia studia principalmente il deflusso delle acque superficiali e sotterranee, ed in particolare le strutture geologiche che contengono le acque sotterranee e le tipologie per captarle e proteggerle da potenziali inquinamenti.

Una delle principali tematiche dell'idrogeologia è definire la **"permeabilità" delle formazioni geologiche presenti**, dalla quale dipendono i meccanismi di infiltrazione, circolazione e distribuzione delle acque nel sottosuolo.

Tutti questi aspetti, peraltro, influiscono sulla stabilità dei siti, siano essi in zone di versante acclive, in zone sub-pianeggianti e pianeggianti e sulle opere antiche ivi destinate.

È ormai accertato come il rapporto tra l'idrogeologia e le altre discipline tradizionali quali geologia e geomorfologia sia tanto consequenziale che nelle valutazioni di fattibilità geologica di interventi sul territorio e specialmente in Liguria, pare sempre più opportuno considerare questa branca specifica sotto l'aspetto di "rischio idrogeologico".

Nel caso di un'indagine geologica a supporto di un PUC i contenuti della carta idrogeologica, specificati nella nota circolare regionale prot. n.2077 del 27/04/1988, sono i seguenti:

- a) definizione della permeabilità delle formazioni e delle coltri:
 - 1) permeabilità per "carsismo", fessurazione e fratturazione, per porosità;
 - 2) semipermeabilità;
 - 3) impermeabilità.
- b) segnalazioni di zone particolari:

- 1) di impregnazione diffusa;
- 2) con mediocri condizioni di drenaggio;
- 3) a forte contrasto di permeabilità.

c) emergenze idriche e pozzi (limitatamente a quelli utilizzati e captati per uso pubblico) e aree di tutela del patrimonio idrogeologico ex legge R.L.n.14/90, aree di rispetto ex DPR 236/88; bacini naturali ed artificiali ove non cartografati sulla base topografica.

d) Stato di manutenzione dei principali corsi d'acqua con particolare riferimento alla presenza di depositi e di ostruzioni delle normali condizioni di deflusso.

Il territorio comunale di Borghetto d'Arroscia è quindi stato suddiviso in aree omogenee del tipo e grado di permeabilità delle formazioni rocciose e detritiche definite con il rilevamento geologico di campagna; logicamente la suddivisione si basa su dati di esperienza, di letteratura e sulla localizzazione delle sorgenti, e solo puntualmente su prove geognostiche in sito.

Questa cartografia, insieme ad altre pubblicazioni e studi di dettaglio legati all'attività professionale, ha permesso di definire per l'area di studio una serie di complessi idrogeologici, ciascuno dei quali avente comportamento e caratteristiche idrogeologiche il più possibile omogenee compatibilmente alla scala di lavoro.

La metodologia di studio è consistita in uno studio preliminare della letteratura geologica con relative note illustrative, integrata da una analisi litostratigrafica e strutturale dell'intero territorio sulla base, anche delle altre informazioni reperite in letteratura, al fine di cogliere gli aspetti geologici che possono avere un effetto condizionante sulla circolazione idrica sotterranea.

Per quanto riguarda il territorio oggetto di studio, morfologicamente è caratterizzato da versanti ad acclività medio-elevata su quasi tutto il territorio, ad eccezione dell'area sub pianeggiante di valle del capoluogo lungo il T.Arroscia e di limitate zone poco acclivi in corrispondenza delle borgate e loro intorno a pendenze basse nel settore centro-settentrionale. I terreni costituenti l'area oggetto di studio sono rappresentati generalmente da ammassi rocciosi affioranti e sub-affioranti, di origine sedimentaria, associabili alle successioni flyschoidi.

Dal punto di vista idrogeologico risulta importante la presenza, all'interno di alcune zone del territorio di depositi detritici di origine eluvio-colluviale, aventi spessore variabile da 1,00m a 3,00m e maggiore di 3,00m, derivanti dall'alterazione e dal disfacimento dei vari litotipi. In particolare le maggiori concentrazioni di questi depositi di materiale sciolto si hanno in corrispondenza degli affioramenti a componente marnoso-argillitica.

La permeabilità per porosità di questi materiali risulta di grado variabile in funzione della presenza di materiali fini ed abbondanza di scheletro e clasti di natura eterogenea.

Comportamento idrogeologico associabile a quello delle coltri, lo presentano gli accumuli di paleofrana.

In generale la circolazione idrica sotterranea presenta un comportamento eterogeneo, in funzione delle caratteristiche mineralogiche del substrato, del suo stato di conservazione, del grado e del tipo di permeabilità, della capacità di immagazzinamento della formazione rocciosa e del materiale sciolto.

In particolare i litotipi affioranti nel territorio sono caratterizzati da una medio-scarso permeabilità di tipo secondario, dipendente dallo stato di fratturazione, che nel caso oggetto di studio è fortemente legata a passata attività tettonica.

In generale il substrato roccioso stratificato e flyschoidale che caratterizza il territorio comunale non è sede di falde acquifere produttive ma solo di isolati livelli, anche profondi, di portata contenuta, che alimentano alcune sorgenti presenti sul territorio.

Non esistono sul territorio comunale ammassi rocciosi di origine calcarea sede di fenomeni carsici o comunque atti alla circolazione idrica ipogea significativa.

I depositi alluvionali recenti sono modesti, localizzati lungo le sponde del fiume Arroscia e in parte trascurabile nei suoi affluenti principali. Questi sono caratterizzati da una permeabilità primaria per porosità, di grado variabile da medio ad elevato, funzione della percentuale di scheletro grossolano presente e delle caratteristiche geologiche del substrato soggetto ad alterazione. In particolare i depositi sono direttamente interessati dalla dinamica fluviale e di limitato spessore a causa della presenza del substrato roccioso a breve profondità e/o subaffiorante.

I complessi idrogeologici (vedasi nel prosieguo) sono stati definiti al fine di ottenere omogeneità sia dal punto di vista della tipologia sia del grado di permeabilità, anche se possono esistere al loro interno locali differenze del grado di permeabilità non definibili alla scala della presente indagine.

L'illustrazione seguente è riferita ai termini riportati nella legenda dell'elaborato **DF-GEO-2.4 "Carta idrogeologica"**.

Sulla cartografia come base iniziale è stato definito il reticolo idrografico secondo vari ordini relativi alla classificazione di Strahler, distinti con colori differenti. Tale sistema di classificazione è quello più usato, riportato anche nel reticolo idrografico del Repertorio Cartografico Regionale, e consente di gerarchizzare il reticolo idrografico; brevemente viene illustrato il procedimento: si inizia dai segmenti che partono dalla sorgente, ai quali viene attribuito il numero 1; alla confluenza di due aste fluviali il numero viene aumentato di uno se i due segmenti confluenti avevano lo stesso numero, altrimenti si prosegue con il numero maggiore; il numero n del corso d'acqua principale definisce l'ordine del bacino.

5.2 GRADO DI PERMEABILITA' DEI COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Nel complesso tali classi corrispondono ai limiti stratigrafici tra le varie formazioni riportate sulla carta geologica.

5.2.1 Altamente permeabili (AP)

- **depositi alluvionali recenti e antichi, depositi di frana**

Sono le aree di modeste dimensioni che comprendono i depositi alluvionali attuali, recenti e antichi, dove la presenza di pori nel terreno consente all'acqua di precipitazione meteorica di infiltrarsi e costituire livelli acquiferi comunque poco potenti, limitati al subalveo.

Il grado di permeabilità varia da elevato a medio in funzione della composizione granulometrica prevalente dei sedimenti e varia in profondità in funzione delle alternanze di livelli di materiale fini e grossolani.

I terreni appartenenti a questa classe, dato il loro modesto spessore, la limitata estensione areale e la presenza di substrato anidro, non permette l'instaurarsi di una falda di subalveo sufficientemente produttiva e pertanto non rappresentano un complesso idrogeologico potenzialmente produttivo del territorio; anche il deposito alluvionale del T.Arroscia, benché il corso d'acqua presenti un regime idrico annuale perenne impostato per la maggior parte sul substrato roccioso, dato il limitato spessore del materiale di alcuni metri in corrispondenza delle anse, non permette la formazione di una falda di subalveo produttiva ad uso potabile.

Le coltri detritiche e i depositi di frana (antichi e recenti) presentano valori variabili della permeabilità in funzione della maggiore o minore presenza della frazione argillosa e dello stato di compattazione dei materiali; solo all'interno degli accumuli di rilevante spessore è possibile la formazione di falde idriche di discreta importanza, ma nel territorio comunale non si è a conoscenza di tali condizioni e in tali materiali possono verificarsi eventualmente scorrimenti idrici in concomitanza di eventi meteorici intensi.

5.2.2 Semipermeabili per fratturazione (SP)

- **Formazione di Albenga**
- **Formazione di Leverone**
- **Formazione di Testico**
- **Quarziti di M.te Bignone**
- **Calcari di Ubaga**
- **Membro di Passo Prale**

È la caratteristica delle litologie appartenenti alle formazioni flyschoidi, che presentano un reticolo di superfici di discontinuità

attraverso cui si realizza la circolazione dell'acqua di infiltrazione per fatturazione, mentre la permeabilità per porosità è nulla.

La distribuzione disomogenea di tali superfici di discontinuità dà origine ad una permeabilità differente da zona a zona e di conseguenza anche i livelli acquiferi sono circoscritti o assenti, comunque di portata modesta. La ricarica dei livelli acquiferi profondi avviene nei terreni montani dei crinali settentrionale e meridionale e le manifestazioni sorgentizie esistenti avvengono dove gli strati permeabili intercettano l'orografia del versante. La direzione di deflusso sotterraneo seguono una direzione monte/valle Arroscia, ovvero nord-sud per il settore settentrionale e sud-nord per quello meridionale e vengono a giorno in corrispondenza di un limite di "permeabilità" materialmente individuato da una discontinuità tettonica, morfologica o stratigrafica. Al complesso idrogeologico sono attribuibili le principali sorgenti a regime perenne, la maggior parte captate per approvvigionamento idropotabile comunale, in passato anche commerciale dalla Santa Vittoria srl, ora non più attiva sul territorio comunale.

5.2.3 Impermeabile (IM)

- **Peliti di Colla Domenica**
- **Peliti di Moglio**
- **Membro di Pogli**

Sono comprese le litologie che non essendo dotate di pori o di discontinuità significative intercomunicanti non permettono il passaggio di acqua e la formazione di livelli acquiferi.

Nel Comune di Borghetto d'Arroscia sono rappresentate dalle litologie argillitiche, tipicamente prive di livelli acquiferi produttivi.

Tale litologia, a causa dell'assenza dell'infiltrazione, è spesso oggetto di fenomeni di intenso ruscellamento superficiale che porta alla formazione di ristagni d'acqua e solchi di erosione.

5.3 SORGENTI

Sulla cartografia sono state riportate le sorgenti storiche a regime perenne, in sensibile diminuzione di produttività nell'ultimo periodo, distinte con una lettera, mentre non sono state riportate le risorgenze solo conseguenti ad intensi eventi meteorici e correlate a scorrimenti subcorticali.

Sono state cartografate n.11 sorgenti totali attive ed utilizzate ad uso idropotabile dal comune, sebbene alcune presentano una modesta produttività a causa dell'aumento del periodo siccitoso che ha ridotto sensibilmente le portate derivate; anche la sorgente ex S.Vittoria viene attualmente captata ad uso idropotabile, a seguito della dismissione del suo utilizzo commerciale (acque minerali S.Vittoria); le sorgenti sono denominate con una lettera in cartografia, la cui ubicazione è stata definita tramite il rilevamento di campo:

- **1) “sorgente Cian du Figu”** – sorgente che scaturisce da fratture dell’ammasso roccioso ubicata a nord-ovest rispetto alla borgata di Gazzo; la risorgenza è captata per il fabbisogno potabile della frazione di Gazzo mediante opera di presa cabinata (cfr. foto n.1 di seguito e indicate con **numero 1** sulla carta idrogeologica) e presente la recinzione con rete metallica della area di tutela assoluta.



Foto n.1 – ubicazione opera di presa sorgente Cian du Figu ad uso potabile comunale

- **2) “sorgenti Portiglione, Bauletta e Linai”** – sorgenti che scaturiscono da fratture dell’ammasso roccioso ubicate a nord-ovest e nord rispetto alla borgata di Quartarole-Gavenola; le risorgenze sono captate per il fabbisogno potabile della frazione di Gavenola. L’opera di presa di Portiglione è cabinata (cfr. foto n.2 di seguito e indicate con **numero 2** sulla carta idrogeologica) ed è presente la recinzione con rete metallica della area di tutela assoluta; presenta un dissesto di scivolamento ad alcuni metri di distanza verso monte su versante roccioso.



Foto n.2 – sorgente Portiglione che fuoriesce dalla roccia

L'opera di presa della sorgente Bauletta presenta una cabina in cls con porta metallica senza la recinzione dell'area di tutela assoluta (cfr. foto n.3 di seguito e indicata con **numero 3** sulla carta idrogeologica); la sorgente è a servizio della borgata Quartarole.



Foto n.3 – sorgente Bauletta.

L'opera di presa della sorgente Linai presenta una cabina in cls con porta metallica senza la recinzione dell'area di tutela assoluta (cfr. foto n.4 di seguito e indicata con **numero 4** sulla carta idrogeologica); la sorgente è a

servizio della borgate Villa e Costa ed è adiacente ad un impluvio.



Foto n.4 – sorgente Linai.

- **3) “sorgente Croso Ruggio di Crosa”** – è una sorgente anch'essa captata da fratture nell'ammasso roccioso (cfr. foro n.5 di seguito) ubicata a sud rispetto alla borgata di Quartarole, in prossimità dell'alveo di un corso d'acqua. La sorgente è captata per il fabbisogno idropotabile del Capoluogo comunale mediante opera di presa con cabina in cemento e rete metallica di recinzione; attualmente è attiva ed utilizzata con vasca di raccolta adiacente ad uso irriguo.



Foto n.5 – sorgente Croso Ruggio di Crosa

- **4) “sorgente ex S.Vittoria e Sigarà”** – sono due sorgenti che fuoriescono da fratturazioni dell’ammasso roccioso (cfr. foro n.6-7 di seguito) ubicate a nord e nord-ovest rispetto alla borgata di Leverone che servono come uso idropotabile; la sorgente ex S.Vittoria era stata in passato captata per un uso commerciale, con produzione di acqua minerale stoccata presso un edificio ora dismesso presso Leverone. Entrambe le opere di presa sono costituite da cabine in cemento con porte metalliche e quella di Sigarà è anche dotata di muri e rete metallica a protezione dell’area di tutela assoluta.



Foto n.6 – sorgente ex S.Vittoria



Foto n.7 – sorgente Sigarà

- **5) “sorgenti Vaccari, Lagone-Rugetta, Passo e Armoglia”** – sorgenti che scaturiscono da fratture dell'ammasso roccioso ubicate rispettivamente lungo il confine comunale sud del territorio utilizzate a servizio idropotabile delle borgate di Montecalvo (Vaccari), Ubaga (Lagone-Rugetta) e Ubaghetta (Passo e Armoglia). Sono indicate con **numeri 8-9-10-11** sulla carta idrogeologica.

Si menzionano altre sorgenti minori (indicate sulla “Carta Idrogeologica”), alcune captate ad uso irriguo ed altre attualmente non captate a regime saltuario.

5.4 RISORSA IDRICA A USO POTABILE

Come premesso nei precedenti paragrafi, il Comune di Borghetto d'Arroscia detiene una sufficiente disponibilità della risorsa idrica, proveniente dalla captazione delle n.11 sorgenti presenti sul territorio.

Le falde acquifere captate provengono da fessurazioni all'interno degli strati profondi marnoso-calcarei-arenacei dei flysch che, in corrispondenza delle sorgenti, viene a giorno lungo l'intersezione del livello carbonatico con la superficie idrografica; la ricarica degli acquiferi avviene alle quote alte tramite l'apporto delle precipitazioni a carattere piovasco nel territorio comunale e anche nevose dei versanti più settentrionali.

Nella cartografia della “Carta Idrogeologica” sono riportate le ubicazioni di tutte le sorgenti presenti sul territorio (potabili, irrigue e non captate) con relative etichetta numerata per quelle utilizzate ad uso idropotabile; sono inoltre indicati i tracciati degli acquedotti di servizio attivi e le vasche di accumulo della risorsa idrica.

CAPITOLO 6 – CARTA DELL'ACCLIVITA' DEI VERSANTI

La carta dell'acclività è il risultato della consultazione della cartografia di base, "carta di acclività" (sette classi di pendenze) che la Regione Liguria rende disponibile sul Repertorio Cartografico regionale (sette classi, edizione del 2013) nel rispetto della D.G.R. 1745 / 2013.

La successiva fase di verifica su planimetria estratto da CTR (scala 1:5000) ha consentito la redazione dell'elaborato **TAV.1 GEO "Carta dell'Acclività di versante"**.

La carta dell'acclività è stata realizzata, partendo dalla sopra richiamata cartografia in cui l'acclività è rappresentata in sette classi (0% - 10%, 11% - 20%, 21% - 35%, 36% - 50%, 51% - 75%, 76% - 100%, >100%), individuando microaree corrispondenti a porzioni di versanti con inclinazione corrispondente alle seguenti classi:

- classe 1 Acclività – $0\% < P < 10\%$
- classe 2 Acclività – $11\% < P < 20\%$
- classe 3 Acclività – $21\% < P < 35\%$
- classe 4 Acclività – $36\% < P < 50\%$
- classe 5 Acclività – $51\% < P < 75\%$
- classe 6 Acclività – $76\% < P < 100\%$
- classe 7 Acclività – $P > 100\%$

Ai fini della microzonazione sismica si è tenuto conto degli areali caratterizzati da pendenze minori e maggiori di 15° in quanto, secondo la normativa nazionale e regionale, quelli che presentano pendenze maggiori di 15° possono essere suscettibili di amplificazione topografica del moto sismico.

L'individuazione delle macroaree è stata ritenuta conveniente per considerare le classi di suscettività d'uso del territorio attraverso l'incrocio tra acclività e geomorfologia, tra acclività e caratteristiche litotecniche delle aree in roccia affiorante o subaffiorante mantenendo una certa coerenza con il criterio seguito per la microzonazione sismica.

CAPITOLO 7 – CARTA GEOLOGICO-TECNICA E DELLE INDAGINI

La Carta geologico – tecnica ha la finalità di inquadrare la caratterizzazione litotecnica del substrato nelle aree ove esso affiora o subaffiora, oltre alle caratteristiche tipologiche delle coperture detritiche e alluvionali.

L'elaborato nominato **TAV.5 GEO “Carta Geologico-tecnica e delle indagini”** è stato ottenuto analizzando i tematismi di base desunti dalla carta geologica, dalla carta geomorfologica e in particolare dalla carta geologico-tecnica redatta a supporto dello studio di Microzonazione di 1° livello, elemento fondamentale per la realizzazione della carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (M.O.P.S.); infatti, associando il substrato geologico affiorante o subaffiorante alle sue caratteristiche geomeccaniche si ottengono informazioni determinanti ai fini della risposta sismica del materiale roccioso ed alla stabilità della zona.

Il substrato lapideo in termini litotecnici, costituito da rocce calcareo-marnose, arenacee e pelitiche presenti nel territorio del Comune di Borghetto d'Arroscia, è stato classificato per la maggior parte come ALS – Alternanza di litotipi stratificato, e in minima parte GRS – Granulare Cementato Stratificato.

Per quanto riguarda la caratterizzazione tipologica dei terreni di copertura si è delineata seguente descrizione:

Terreni di copertura:

- **GW - Ghiaie pulite con granulometria ben assortita, miscela di ghiaia e sabbie** (con sottoclasse es: ambiente fluvio-lacustre - argini/barre/canali);
- **GC - Ghiaie limose, miscela di ghiaia, sabbia e limo** (con sottoclasse tf: ambiente fluvio-lacustre - terrazzo fluviale);
- **CL - Argille inorganiche di medio-bassa plasticità, argille ghiaiose o sabbiose, argille limose, argille magre** (con sottoclasse fd: amb. di versante - falda detr.)

La carta contiene gli elementi utili per l'identificazione di zone di suscettibilità di instabilità di versante e forme di superficie suscettibili di amplificazione morfologica; non sono stati individuati forme e/o elementi sepolti.

Sono state individuate le perimetrazioni di aree in frana che occupano limitati settori dell'area di studio, secondo la carta geologico-tecnica elaborata a supporto del citato studio di Microzonazione di 1° livello:

- Frane attive a colata, complesse e a tipologia non definita;
- Frane quiescenti a scorrimento, crollo, complesse e a tipologia non definita;

- Frane inattive a tipologia complessa e a scorrimento;

Per quanto riguarda gli elementi lineari tettonico-strutturali sono state riportate le tracce delle faglie inattive dirette e trascorrenti, derivanti dalla cartografia geologica storica e considerate certe, non avendo a disposizione elementi comprovanti il loro stato di attività; a tal proposito dalla consultazione del catalogo delle faglie capaci (progetto ITHACA di ISPRA) non sono segnalate faglie attive definite secondo i criteri di ICMS, 2008. E' stata riportata in carta anche la traccia della cresta presente nella borgata di Montecalvo.

Gli elementi puntuali e lineari rappresentati in carta riguardano inoltre le indagini svolte sul territorio comunale, di seguito descritte.

7.1 INDAGINI

Le direttive di cui alle DGR 471/2010 e 714/2011 prevedono che la Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica di livello 1 sia supportata da dati geognostici, che possono essere acquisiti da indagini pregresse o effettuate specificatamente per lo studio di microzonazione sismica del P.U.C..

Nell'elaborato **TAV.5 GEO "Carta Geologico-tecnica e delle indagini"**, pertanto sono rappresentati la localizzazione e il tipo delle indagini pregresse, svolte per la realizzazione di opere pubbliche e di edilizia privata, ed ex-novo svolte a supporto dello studio di Microzonazione di 1° livello e di recenti progetti.

La raccolta delle indagini disponibili è stata effettuata per un'area estesa a tutto il territorio comunale, allo scopo di comprendere e documentare nella loro completezza il modello geologico preliminare.

Le indagini sono state rappresentate, in forma simbolica per tipologia, come indicato negli "Standard di Rappresentazione e archiviazione informatica - Microzonazione Sismica Versione 4.1 Novembre 2018" redatto della commissione tecnica per la microzonazione sismica (articolo 5, comma 7 dell'OPCM 13 novembre 2010, n. 3907).

Nella Carta sono stati indicati i punti in cui sono stati eseguite prove con penetrometro leggero, le stazioni di rilevamento geomeccanico della roccia e le indagini geofisiche costituite da stese sismiche e indagini puntuali HVSR, svolti come campagna geofisica ex-novo a supporto dello studio di microzonazione suddetto.

Inoltre, si deve osservare l'importanza e la validità dei dati ricavati direttamente sul terreno nel corso del rilevamento e lo studio di affioramenti su scarpate naturali, su fronti di scavo e di sbancamenti.

CAPITOLO 8 – CARTA DELLE M.O.P.S.

È stata riportata la Carta delle M.O.P.S. redatta a supporto dello studio di Microzonazione di I° livello agli atti del Comune di Borghetto d'Arroscia.

Nell' elaborato **TAV.6 GEO “Carta delle Microzone Omogenee in Prospettiva Sismica”** sono state individuate delle microzone per le quali, sulla base delle osservazioni geolitologiche, geomorfologiche, litostratigrafiche e con i dati di base delle indagini pregresse acquisiti e quelli delle indagini ex-novo, possano essere ipotizzati l'occorrenza di diversi tipi di effetti: amplificazione, instabilità di versante, liquefazione, ecc.

La carta è stata classificata secondo microzone divise in tre categorie:

- **Zone stabili;**
- **Zone stabili suscettibili di amplificazioni locali;**
- **Zone suscettibili di instabilità.**

La cartografia, quindi, corrisponde ad un approfondimento di *Livello 1* ed individua qualitativamente e grossolanamente la geometria delle aree potenzialmente caratterizzate da specifici effetti sismici locali.

Ciò permette quindi di guidare i necessari approfondimenti di indagini nelle successive fasi di approfondimento identificabili con il livello 2 e 3.

Di seguito si illustrano le microzone omogenee in prospettiva sismica realizzate secondo la legenda riportata negli *“Indirizzi e criteri generali per la microzonazione sismica”* con una breve nota illustrativa di commento estratta dallo studio di microzonazione sismica.

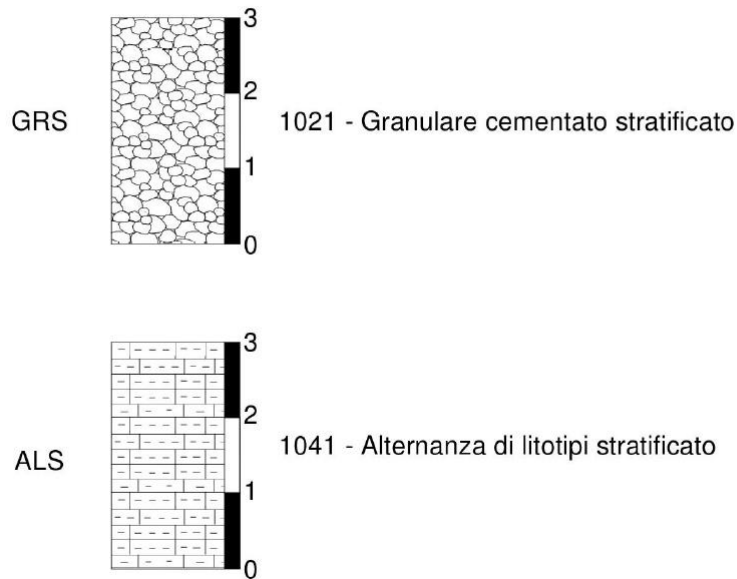
8.1 ZONE STABILI

1021 – Granulare cementato Stratificato (GRS)

1041 – Alternanza di litotipi Stratificato (ALS)

Queste aree sono caratterizzate dalla presenza di substrato roccioso, affiorante o mascherato da un livello di coltre di spessore massimo pari a 3m. Le sezioni tipo descrittive di tale zona mostrano la sovrapposizione di livelli di materiale ghiaioso-sabbioso-limoso al substrato roccioso stratificato.

Zone Stabili



Tali zone sono presenti uniformemente nell'intorno dei centri abitati del capoluogo e delle borgate.

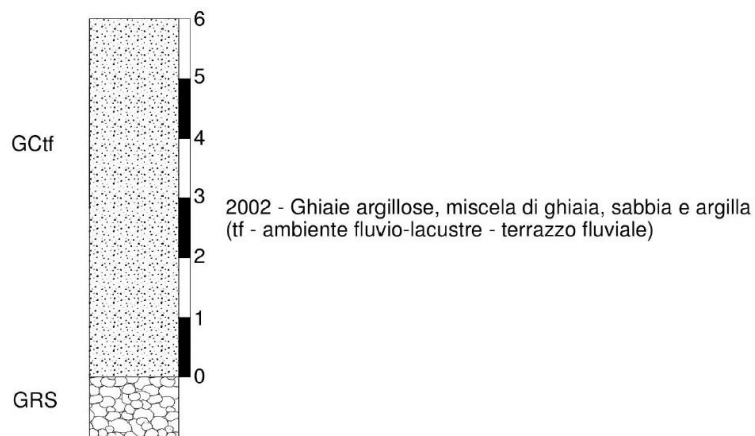
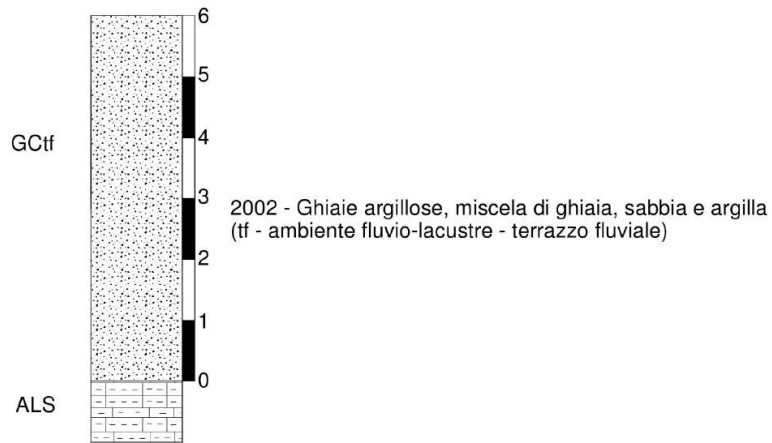
8.2 ZONE STABILI SUSCETTIBILI DI AMPLIFICAZIONE LOCALE

2001 - Zona 1: Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso di origine alluvionale (GWes), con spessori dell'ordine di 3-10m, sovrapposti al substrato lapideo stratificato.



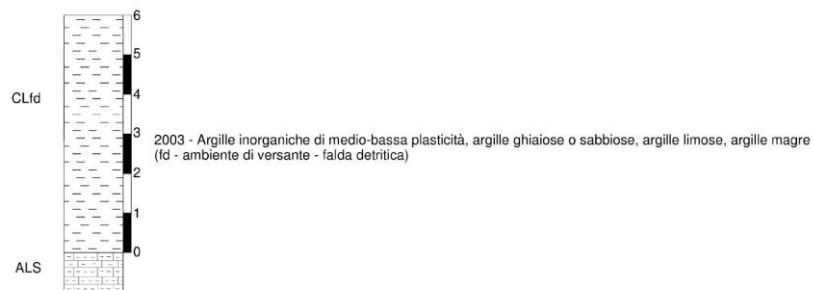
Tale zona è presente solamente lungo l'alveo del T.Arroscia, a valle del capoluogo.

2002 - Zona 2: Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di tipo ghiaioso-sabbioso-argilloso di origine alluvionale antico (GCtf), con spessori dell'ordine di 3-10m, sovrapposti al substrato lapideo/granulare stratificato.



Tale zona è presente sempre lungo le sponde del T.Arroscia, in limitate estensioni.

2003 - Zona 3: Le caratteristiche principali di questa zona sono la presenza di materiali di tipo argilloso di origine eluvio/colluviale (CLfd), con spessori compresi tra 3-10 m, che costituiscono la falda detritica sovrapposta al substrato lapideo stratificato.



La zona è presente con frequenza nei pressi delle borgate con settori di estensione variabile.

8.3 ZONE SUSCETTIBILI DI INSTABILITA'

Zona di Attenzione all'Instabilità per Frana (ZAfr): in questa categoria sono incluse tutte le frane riportate nella carta geologico-tecnica dello studio di microzonazione sismica: la fonte della perimetrazione e dell'ubicazione delle frane è il piano di bacino e l'inventario fenomeni franosi IFFI con le relative modifiche ed integrazioni fornite dall'amministrazione comunale.

Zona di Attenzione all'Instabilità per Liquefazione (ZAlq): Sono state distinte limitate zone di instabilità caratterizzate dalla presenza della falda freatica di sub-alveo che interessa esclusivamente i terreni alluvionali in matrice argilloso-sabbiosa lungo i settori di alveo e spondali terrazzati del T.Arroscia; alla luce delle caratteristiche sismostratigrafiche delle aree caratterizzate da coltri di origine alluvionale e alla luce delle indicazioni circa la profondità del livello di falda libera non è possibile escludere la possibilità di fenomeni di liquefazione dei terreni per alcune aree. La presenza di un livello di falda entro 10m dal piano campagna e le caratteristiche granulometriche delle coltri, con abbondanti livelli di materiale granulare ghiaioso/sabbioso/limoso, hanno condotto alla perimetrazione di aree suscettibili alla liquefazione. Va sottolineato che l'individuazione di una zona di attenzione all'instabilità per tale fenomeno cosismico in uno studio di MS di Livello 1 deve essere vista come indice di un potenziale pericolo che, tuttavia, dovrà essere verificato localmente negli studi di MS di Livello 3.

Infine, va ricordato che le zone di attenzione alla liquefazione sono soggette anche a fenomeni di amplificazione sismica.

CAPITOLO 9 – CARTA DEI VINCOLI GEOLOGICI

Il territorio del comune di Borghetto d'Arroscia è sottoposto a vincoli territoriali di carattere geologico/idrogeologico, riportati nell'elaborato **TAV.7 GEO "Carta dei Vincoli"**, che ne condizionano l'uso secondo le normative ad essi collegate; tali vincoli sono sintetizzati in modo seguente:

- **Vincolo idrogeologico (R.D.L. 30/12/1923 N° 3267).**
- **Vincoli della pianificazione di bacino (ai sensi L.183/89 e D.L.180/98):** Aree a suscettività al dissesto dei versanti molto alta (Pg4) e alta (Pg3a e Pg3b); fasce di inondabilità A (Tr = 50 anni), B (Tr = 200 anni) e C (Tr = 500 anni); Reticolo Idrografico Principale, riportato secondo la D.G.R. 507/2019 e il Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Bacino Torrente Arroscia (Legge 3 agosto 1998 n. 267).
- **Vincoli derivanti dalle aree di salvaguardia delle captazioni ad uso idropotabile (ai sensi D.Lgs.152/2006):** le aree di salvaguardia delle sorgenti ad uso potabile che alimentano l'acquedotto del comune di Borghetto d'Arroscia, con particolare riferimento alle zone di tutela assoluta, e alle zone di rispetto.

- **Vincolo Sismico (ai sensi DGR nr. 962 del 23.11.2018):** il territorio comunale è stato riclassificato a rischio sismico in Zona 3 "bassa pericolosità" ($a_g = 0,150g$ valore dell'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria "A"), con obbligo di progettazione antisismica.

I vincoli geologici territoriali richiamati, Vincolo Idrogeologico, Piano di Bacino, Vincolo Sismico sono previsti da strumenti di pianificazione sovraordinati e ad essi, prioritariamente, si riferisce il piano urbanistico comunale (PUC).

A riguardo del Vincolo Idrogeologico sono stati cartografati i limiti dedotti ed interpretati dalla mappatura del Corpo Forestale dello Stato su cartografia catastale in scala 1:10.000.

I vincoli relativi al reticolo idrografico principale ai fini applicativi sono articolati secondo quanto espresso nel Regolamento Regionale n. 3 del 14 luglio 2011 e s.m.i ("Regolamento recante disposizioni in materia di tutela delle aree di pertinenza dei corsi d'acqua").

I vincoli relativi alle aree di salvaguardia, così come disciplinato prima dall'art. 21 del D.Lgs. 152/1999, dalle *"Linee guida per la tutela della qualità delle acque destinate al consumo umano e criteri generali per l'individuazione delle aree di salvaguardia delle risorse idriche di cui all'art. 21 D. Lgs. 152/99"* dell'Accordo Stato – Regioni - Province autonome del 12/12/2002, e poi dall'art. 94 del D. Lgs. 152/2006, sono distinte in zone di tutela assoluta, zone di rispetto (ristrette e/o allargate).

La zona di tutela assoluta deve avere una estensione di almeno 10 m di raggio dal punto di captazione; tale area, per quanto possibile, deve essere recintata, protetta da eventuali esondazioni di corpi idrici limitrofi e provvista di canalizzazioni per il deflusso delle acque meteoriche; inoltre deve essere adibita esclusivamente alle opere di captazione ed alle infrastrutture di servizio.

La zona di rispetto è costituita dalla porzione di territorio circostante la zona di tutela assoluta, con un'estensione di 200 metri di raggio rispetto al punto di captazione; la zona di rispetto è sottoposta a vincoli e destinazioni d'uso tali da tutelare qualitativamente e quantitativamente la risorsa idrica captata.

CAPITOLO 10 – CARTA DELLA SUSCETTIVITA' D'USO DEL TERRITORIO

Questa carta rappresenta un elaborato finale di sintesi che, prendendo spunto da quanto riportato nella circolare n. 2077 del 27.04.1988, contiene la zonizzazione del territorio comunale, identificando aree omogenee per quanto riguarda le problematiche di tipo geologico e le conseguenti maggiori o minori limitazioni d'uso; il riferimento cartografico è contenuto nell'elaborato **TAV.8 GEO "Carta della Suscettività d'uso del territorio"**.

La zonizzazione del territorio comunale rispetto alla differente suscettività d'uso è strettamente correlata alla pericolosità geologica ed idrogeologica dell'ambito indagato, intendendo queste come la propensione di una determinata area all'innescio di movimenti gravitativi e di inondazioni, in funzione sia delle caratteristiche fisiche dei materiali interessati, sia della maggiore o minore esposizione agli agenti morfogenetici ed idrografici. Da ciò derivano le limitazioni e ed i vincoli definiti dagli strumenti di pianificazione territoriale o da leggi sovraordinate che determinano e disciplinano l'uso del territorio.

La carta di suscettività d'uso del territorio è stata dunque realizzata attraverso una fase di incrocio e sovrapposizione dei diversi tematismi geologici, geomorfologici, idrogeologici, delle microzone omogenee in prospettiva sismica di livello 1 e vincolistici.

La correlazione tra i parametri territoriali rilevati in campagna e la successiva analisi operata sull'acclività hanno consentito la produzione della carta in esame, suddividendo il territorio in zone relativamente omogenee dal punto di vista della complessità delle problematiche geologico, geomorfologiche e idrogeologiche; tali aree del territorio sono state pertanto suddivise in cinque classi relative a zone del territorio comunale a differente suscettività d'uso e di fruizione urbanistico – edilizia:

Classe 1 - aree con suscettività d'uso non condizionata;

Classe 2 - aree con suscettività d'uso moderatamente condizionata;

Classe 3 - aree con suscettività d'uso condizionata;

Classe 4 - aree con suscettività d'uso parzialmente limitata;

Classe 5 - aree con suscettività d'uso limitata.

10.1 CLASSE 1: SUSCETTIVITÀ D'USO NON CONDIZIONATA

La Classe 1 (di colore bianco in cartografia) si riferisce alle parti di territorio che sono da considerarsi tendenzialmente stabili in quanto non presentano, in generale, elementi di pericolosità e criticità geomorfologica, idrogeologica e sismica che ne possono limitare l'utilizzo a scopo edificatorio o per la modifica della destinazione d'uso, fatte salve le prescrizioni delle vigenti *Norme Tecniche per le costruzioni*.

In particolare in questa zona sono comprese aree che nel Piano di Bacino sono dichiarate a suscettività al dissesto molto bassa (Pg0) e bassa (Pg1) e che risultano esterne alle fasce di inondabilità "A" (per T = 50 anni) "B" (per T = 200 anni) e "C" (per T = 500 anni).

Le condizioni evidenziate in tali aree non pongono particolari limiti a qualsiasi forma di utilizzazione urbanistica, ma gli accertamenti dovranno, comunque, garantire la precisa definizione delle problematiche di ordine geologico, geomorfologico, geotecnico nonché in prospettiva sismica, che andranno opportunamente evidenziate negli elaborati geologici allegati alla domanda di concessione.

10.2 CLASSE 2: SUSCETTIVITÀ D'USO MODERATAMENTE CONDIZIONATA

Nelle aree ricadenti in Classe 2 (di colore verde in cartografia) non sono presenti fenomeni geologici negativi in atto, ma solo possibili problemi connessi alle variabili proprietà geotecniche dei materiali alluvionali e delle coltri, ai rapporti tra substrato roccioso e depositi detritici, nonché locali difficoltà legate a particolari condizioni al contorno di zone caratterizzate da roccia affiorante o subaffiorante che talora e localmente può presentarsi in scadenti condizioni di conservazione e di fratturazione.

Le problematiche essenziali di tali zone sono pertanto legate alla localizzazione in profondità del substrato lapideo, alla definizione delle caratteristiche sismiche e geotecniche dei materiali sciolti e geomeccaniche del substrato.

Le aree presentano modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate a seguito di indagini approfondite in relazione alla progettazione degli interventi edilizi e delle infrastrutture. Pertanto ogni intervento edilizio, ogni intervento per la realizzazione di infrastrutture per servizi in linea e per l'incremento della viabilità o la modificazione d'uso del territorio dovrà essere assoggettato alle prescrizioni di legge.

La Classe 2 è suddivisa in 2 sottoclassi:

Sottoclasse 2gt – aree caratterizzate da modeste limitazioni per criticità di tipo geotecnica, sostanzialmente stabili, ma suscettibili di amplificazione locale del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafia e morfologica locale secondo l'incrocio fra l'acclività e le caratteristiche litotecniche delle aree in roccia affiorante o sub affiorante;

Sottoclasse 2fs – aree caratterizzate da modeste limitazioni per criticità di tipo franosità superficiale, sostanzialmente stabili, ma suscettibili di amplificazione locale del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafia e morfologica locale secondo l'incrocio fra l'acclività e gli elementi geomorfologici relativi alle coltri sottili e alle aree soggette a franosità superficiale diffusa;

10.3 CLASSE 3: SUSCETTIVITÀ D'USO CONDIZIONATA

Nelle aree ricadenti in Classe 3 (di colore giallo in cartografia) le condizioni geologiche rimandano ad alcune problematiche connesse alla presenza di suscettività al dissesto alta in potenti coltri detritiche (Pg3b), pertanto in tali aree sono presenti significative problematiche relative agli aspetti geologici che ne condizionano l'utilizzo a scopo edificatorio per le condizioni di pericolosità individuate.

La progettazione degli insediamenti residenziali, produttivi e delle opere infrastrutturali dovrà essere subordinata ad una preventiva valutazione geologico-tecnica globale relativa all'area interessata ed ai conseguenti approfondimenti puntuali a livello di progetto esecutivo, secondo quanto previsto dalle norme e regolamenti di attuazione urbanistiche ed edilizie, dalla legislazione vigente e dalla normativa di Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Bacino di rilievo regionale Centa – Bacino Torrente Arroscia.

La Classe 3 è suddivisa in 4 sottoclassi:

Sottoclasse 3asd – aree ad alta suscettività al dissesto in presenza di frane relitte e di coltri detritiche di spessore maggiore di tre metri su versanti con acclività elevata, corrispondenti alla classe Pg3b secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia;

Sottoclasse 3gt – aree caratterizzate da limitazioni per criticità di tipo geotecnica, suscettibili di amplificazione locale del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafia e morfologica locale secondo l'incrocio fra l'acclività e le caratteristiche litotecniche delle aree in roccia molto fratturata;

Sottoclasse 3fs – aree caratterizzate da limitazioni per criticità di tipo franosità superficiale, suscettibili di amplificazione locale del moto sismico come effetto della situazione litostratigrafia e morfologica locale secondo l'incrocio fra l'acclività elevata e gli elementi geomorfologici relativi alle coltri sottili e alle aree soggette a franosità superficiale diffusa;

Sottoclasse 3i – aree in fascia di inondabilità C con tempo di ritorno ($T_r = 500$ anni) secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia.

10.4 CLASSE 4: SUSCETTIVITÀ D'USO PARZIALMENTE LIMITATA

Nelle aree ricadenti in Classe 4 (di colore arancione in cartografia) le condizioni geologiche ed idrogeologiche rilevate in tali aree pongono in evidenza criticità di un certo significato, determinate dallo spessore elevato delle coltri, dal grado di pendenza dei versanti, dalla presenza di fenomeni gravitativi pregressi (frane quiescenti - Pg3a, paleofrane, frane stabilizzate); in tali aree le problematiche emerse inducono una limitazione di fruibilità urbanistica e comportano la necessità di approfondire alcune tematiche connesse a situazioni specifiche.

Sarà pertanto necessario procedere ad una verifica puntuale tesa a constatare l'effettiva assenza di fenomeni geologici tali da

sconsigliare, in rapporto ad una troppo elevata onerosità delle opere di bonifica e/o presidio, la realizzazione dell'intervento, ovvero la possibilità, adottando cautele specifiche, di risolvere e/o mitigare la pericolosità geologica dell'area.

Si impone la rigorosa osservanza della normativa di Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Ambito di Bacino di rilievo regionale Centa – Bacino Torrente Arroscia (Legge 3 agosto 1998 n. 267), ai sensi dell'ultimo elaborato approvato con D.D.G. 25 giugno 2018 n.176.

La Classe 4 è rappresentata da quattro sottoclassi:

Sottoclasse 4g – aree ad elevata suscettività al dissesto in presenza di indicatori geomorfologici diretti di frane quiescenti (IFFI) o di movimenti gravitativi di versante, corrispondenti alla classe Pg3a secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia;

Sottoclasse 4i – aree in fascia di inondabilità B con tempo di ritorno ($T_r = 200$ anni) secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia;

Sottoclasse 4ri – aree di rispetto, con raggio di 200 metri, della risorsa idrica connessa alla presenza di sorgenti che alimentano l'acquedotto potabile del comune di Borghetto d'Arroscia, ai sensi dell'Art. 94 del d.lgs. 3 aprile 2006 n° 152 e s.m.i.

Sottoclasse 4ca – aree soggetta a infiltrazione concentrata appartenente all'area carsica IM-12 "Pennavaira-Rocca del Bozzaro" secondo la normativa regionale L.R.39/2009.

10.5 CLASSE 5: SUSCETTIVITÀ D'USO LIMITATA

Le aree ricadenti in Classe 5 (di colore magenta in cartografia) del territorio comunale pongono in evidenza problematiche specificatamente legate a fenomeni franosi attivi e dalle aree di tutela assoluta delle captazioni idropotabili.

Le problematiche emerse e le limitazioni sovraordinate portano ad inserire queste aree nell'ambito di una fruibilità urbanistica interdetta e/o molto limitata, comunque subordinata, nel caso delle aree in frana, ad interventi di sistemazione idrogeologica del versante, tali da eliminare il rischio idrogeologico esistente e riflettersi positivamente sull'intero comparto.

Si impone la rigorosa osservanza della normativa di Piano di Bacino Stralcio sul Rischio Idrogeologico – Ambito di Bacino di rilievo regionale Centa – Bacino Torrente Arroscia (Legge 3 agosto 1998 n. 267), ai sensi dell'ultimo elaborato approvato con D.D.G. 25 giugno 2018 n.176.

La Classe 5 è suddivisa in 5 sottoclassi:

Sottoclasse 5g – aree a molto elevata suscettività al dissesto, frane attive, corrispondenti alla classe Pg4 secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia;

Sottoclasse 5ia – aree di alveo attivo di corso d'acqua T.Arroscia secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia, le cui aree di inedificabilità assoluta e di rispetto sono disciplinate dal R.R.n.3/2011 e s.m.i.;

Sottoclasse 5i – aree in fascia di inondabilità A con tempo di ritorno ($T_r = 50$ anni) secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia;

Sottoclasse 5ifr – aree in fascia di riassetto secondo il Piano di Bacino Torrente Arroscia;

Sottoclasse 5ri – aree di tutela assoluta, con raggio di 10 metri, della risorsa idrica connessa alla presenza di sorgenti che alimentano l'acquedotto potabile del comune di Borghetto d'Arroscia, ai sensi dell'Art. 94 del d.lgs. 3 aprile 2006 n° 152 e s.m.i.

10.6 SUSCETTIVITÀ D'USO DA CARTA DELLE M.O.P.S.

L'elaborato ha previsto anche la sovrapposizione della carta delle M.O.P.S. con apposita retinatura, specificatamente delle aree soggette ad amplificazione sismica locale (Zone B) e delle aree di instabilità (Zone C), opportunamente distinte in sottoclassi come previsto dalla D.G.R. 714/2011.

Microzone omogenee C-Fr – aree di instabilità di versante suddivise in frane attive, quiescenti e stabilizzate/inattive; i sedimenti dei movimenti franosi appartengono, secondo la carta M.O.P.S. (redatta nel 2023), ad aree ad elevata suscettibilità al dissesto.

Microzone omogenee C-Li – aree potenzialmente soggette a fenomeni di liquefazione del terreno a causa della granulometria dei depositi alluvionali e della potenziale presenza di falda freatica di subalveo.

Per quanto riguarda le microzone omogenee soggette ad amplificazione sismica locale sono state distinte in base agli effetti litostratigrafici (**B1**), agli effetti topografici (**B2**) e alla sovrapposizione degli effetti litostratigrafici e topografici (**B1+B2**).

CAPITOLO 11 – SISMICITA' DEL TERRITORIO COMUNALE

L'ordinanza P.C.M. n°3274 del 20/03/2003, ha definito la nuova classificazione sismica del territorio nazionale e le nuove norme tecniche per le costruzioni in zona sismica.

La filosofia della normativa propone l'adozione di un sistema normativo coerente con l' EC8, al fine di abbandonare il carattere convenzionale e prescrittivo della precedente normativa e favorendo una impostazione prestazionale, con un'esplicita dichiarazione degli obiettivi della progettazione e una giustificazione delle metodologie utilizzate (procedure di analisi strutturale e dimensionamento degli elementi).

11.1 ZONAZIONE SISMOGENETICA

Al fine di valutare l'evento sismico di riferimento, ovvero il terremoto di progetto al quale fare riferimento per dimensionare le opere, è stata realizzata da parte del G.N.D.T. una carta della zonazione sismogenetica del territorio nazionale (Fig.1); tale cartografia è il frutto principalmente di una modellazione cinematica delle principali unità tettoniche attive nei tempi più recenti che arriva a individuare zone omogenee sotto il profilo del comportamento geodinamico e dei meccanismi di rottura.

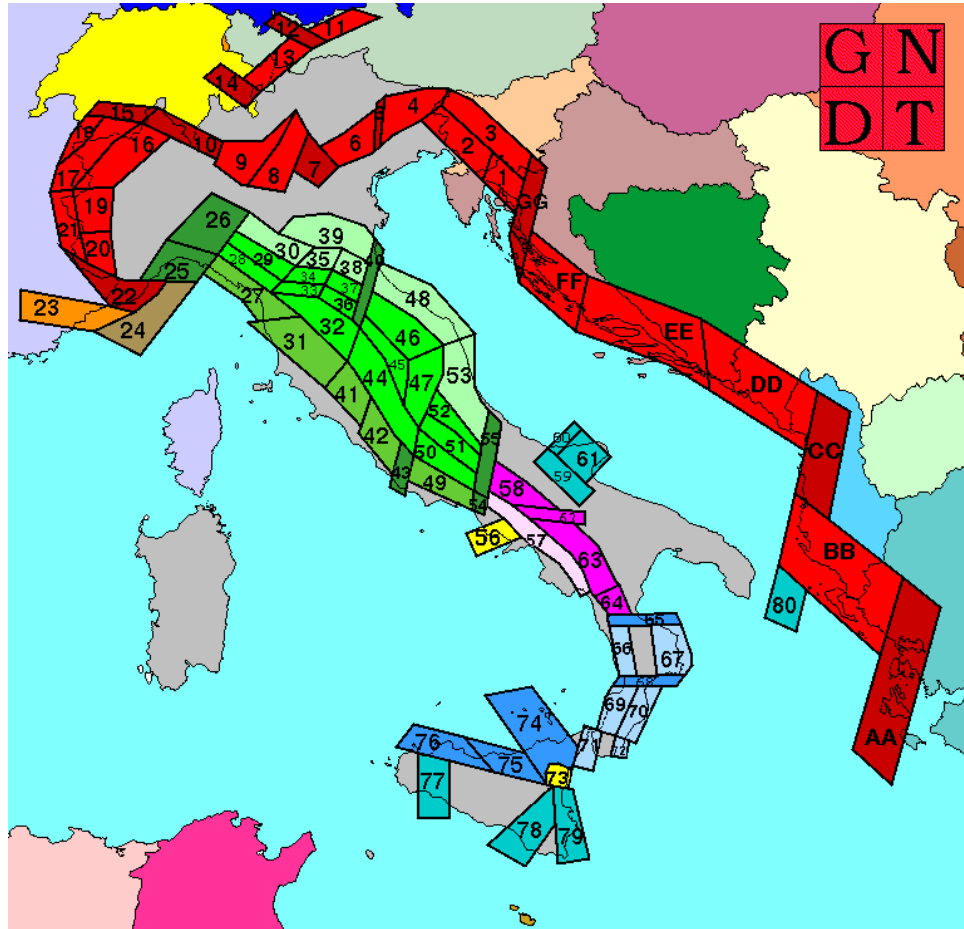


Fig. 1 – Mappa della zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS.4 di aprile 1996 (fonte G.N.D.T.)

Da queste aree sismogenetiche, l'energia sismica si trasmette a distanze anche notevoli provocando effetti catastrofici legati alle caratteristiche delle sorgenti sismiche dell'evento ed al meccanismo di liberazione dell'energia, nonché alla legge di attenuazione tra la sorgente sismica e la sua distanza.

Nei riguardi dell'azione sismica l'obiettivo è il controllo del livello di danneggiamento della costruzione a fronte dei terremoti che possono verificarsi nel sito di costruzione.

A seguito delle più recenti conoscenze sulla geometria delle sorgenti sismogenetiche e dell'aggiornamento del catalogo dei più importanti terremoti sul territorio nazionale, verificatisi successivamente alla predisposizione di ZS4, con nuove indicazioni e spunti derivanti dalla loro analisi, è stata disegnata una nuova zonazione denominata ZS9 e di seguito riportata:



Fig. 2 – Mappa della zonazione sismogenetica del territorio nazionale ZS9 – 2004 (fonte I.N.G.V.)

Il territorio di Borghetto d'Arrosia non presenta, nei suoi confini amministrativi, **strutture sismogenetiche note (Faglie Capaci)** secondo il recente studio eseguito dal DISTAV (D.G.R. n. 534 del 18.06.2021 in cui viene sancito il recepimento in Regione Liguria delle Linee Guida Nazionali), in vista dell'applicazione delle Linee Guida Nazionali per la gestione del territorio interessato dalla presenza di Faglie Attive/Capaci (FAC). Una FAC è una faglia che si è attivata almeno una volta negli ultimi 40.000 anni e che è in grado di raggiungere, in caso di attivazione, la superficie topografica, producendo una frattura/dislocazione del terreno. In esito agli studi effettuati, risulta che in Liguria non sono presenti faglie assimilabili alla tipologia delle FAC.

Sono invece presenti in Liguria strutture sismogenetiche di interesse per gli studi di Microzonazione Sismica dai quali il territorio comunale ha risentito e può risentire dei fenomeni sismici che vi si originano, individuabili all'interno dei due noti sistemi di faglie costituiti dalla linea Soarge-Taggia e dalla linea Breil-Sospel-Monaco, che rappresentano infatti le principali strutture responsabili dei terremoti liguri di ponente.

11.2 PERICOLOSITÀ SISMICA

La pericolosità sismica di un territorio è rappresentata dalla **frequenza** e dalla **forza** dei **terremoti** che lo interessano, ovvero dalla sua **sismicità**.

La conoscenza della sismicità della nostra Penisola è resa possibile dal grande numero di studi e documenti sugli effetti che i terremoti hanno provocato in passato nelle diverse aree geografiche, che rappresentano un patrimonio storico unico al mondo.

Le prime considerazioni sulle caratteristiche sismiche del territorio italiano si possono rintracciare nei lavori a carattere sismologico di Bonito ("Terra tremante", 1691) o di Vivencio ("Istoria dé tremuoti...", 1789). Ma è solo nel **XIX secolo**, con lo sviluppo delle **scienze sismologiche**, in particolare in Italia, che iniziano ad essere pubblicate ricerche sulle cause dei terremoti, sulla loro distribuzione geografica e le prime osservazioni sui diversi livelli di pericolo sismico del territorio. La diffusione degli strumenti sismici a partire dalla fine del XIX secolo e delle reti di monitoraggio nel XX secolo daranno l'impulso definitivo agli studi per la caratterizzazione sismica del territorio italiano.

La **pericolosità sismica** viene definita come la **probabilità** che in una data area ed in un certo intervallo di tempo si verifichi un **terremoto** che **superi** una **soglia di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (PGA) di nostro interesse**.

Negli ultimi 30 anni è emersa una maggiore richiesta di conoscenze del livello di pericolosità sismica da parte di Enti e amministrazioni locali, che ha favorito lo sviluppo di metodi di studio e calcolo di tale parametro.

Gli **studi di pericolosità sismica** vengono utilizzati nelle analisi di sito, ovvero nelle valutazioni della pericolosità di un'area ristretta, al fine di localizzare opere critiche dal punto di vista della sicurezza, del rischio o dell'importanza strategica (come centrali elettriche, installazioni militari, o ospedali). Valutare la pericolosità, in questo caso, significa stabilire la probabilità di occorrenza di un terremoto di magnitudo (o PGA) superiore al valore di soglia stabilito dagli organi politici/decisionali, portando dunque all'eventuale scelta di aree diverse.

Soprattutto negli ultimi anni, questi studi sono stati impiegati nelle analisi territoriali e regionali finalizzate a zonazioni (classificazione sismica) o microzonazioni. In quest'ultimo caso, la valutazione della pericolosità comporta l'individuazione delle aree che, in occasione di una scossa sismica, possono essere soggette a fenomeni di amplificazione. Infatti, il terremoto determina effetti diversi in funzione delle condizioni geologiche e geomorfologiche locali, fornendo utili indicazioni per la pianificazione urbanistica.

L'azione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una pericolosità sismica di base, in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale.

E' stata redatta una mappa della pericolosità sismica del territorio nazionale, in riferimento all'O.P.C.M. n.3519 del 2006, da parte dell'INGV, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità massima di eccedenza del 10% in 50 anni (Fig.2).

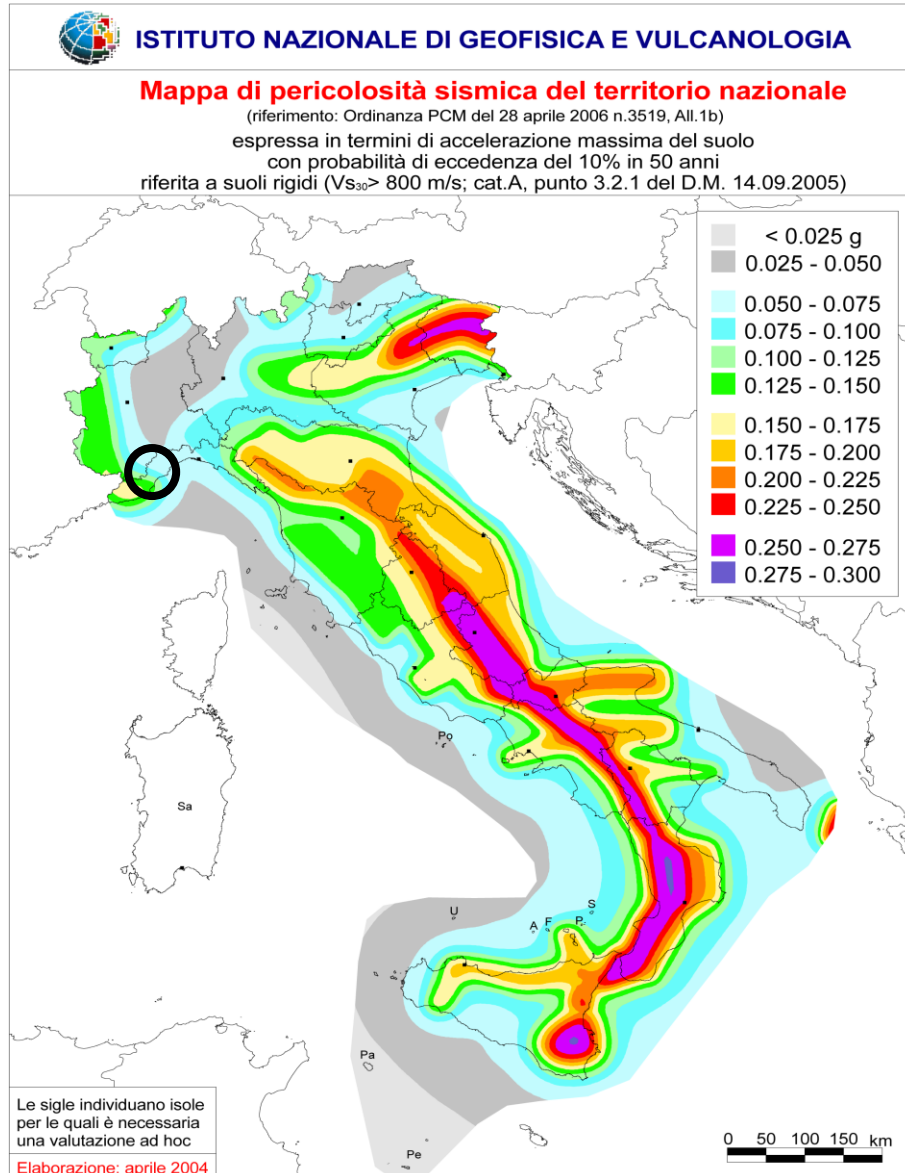


Fig. 3 – Mapa di pericolosità sismica del territorio nazionale (fonte I.N.G.V.)

11.3 CLASSIFICAZIONE SISMICA COMUNALE

Per quanto concerne la sismicità del territorio comunale, con particolare riferimento alla macrosismologia, la ricerca su quanto avvenuto in passato si è avvalsa dei cataloghi predisposti dalla Comunità Scientifica ed in particolare della documentazione prodotta dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V.).

Più in dettaglio sono stati esaminati:

- il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (ultima edizione CPTI15);
- il Database DBMI15 collegato al Catalogo;

I dati di questa analisi sono riassunti nella Tab. III dalla quale si evince che la **massima intensità sismica** risentita nel territorio comunale di Borghetto d'Arroschia è relativa al terremoto ligure occidentale del 23/02/1887 ed è pari al **VII grado MCS**.

Tab. III: osservazioni macrosismiche per il comune di Borghetto d'Arroschia; Int. rappresenta l'intensità di sito espressa nella scala MCS (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), mentre Io l'intensità epicentrale (Mercalli-Cancani-Sieberg, 1930), Mw rappresenta la magnitudo momento dell'area epicentrale.

Borghetto d'Arroschia



PlaceID IT_32120
 Coordinate (lat, lon) 44.058, 7.981
 Comune (ISTAT 2015) Borghetto d'Arroschia
 Provincia Imperia
 Regione Liguria
 Numero di eventi riportati 4



► Personalizza il diagramma

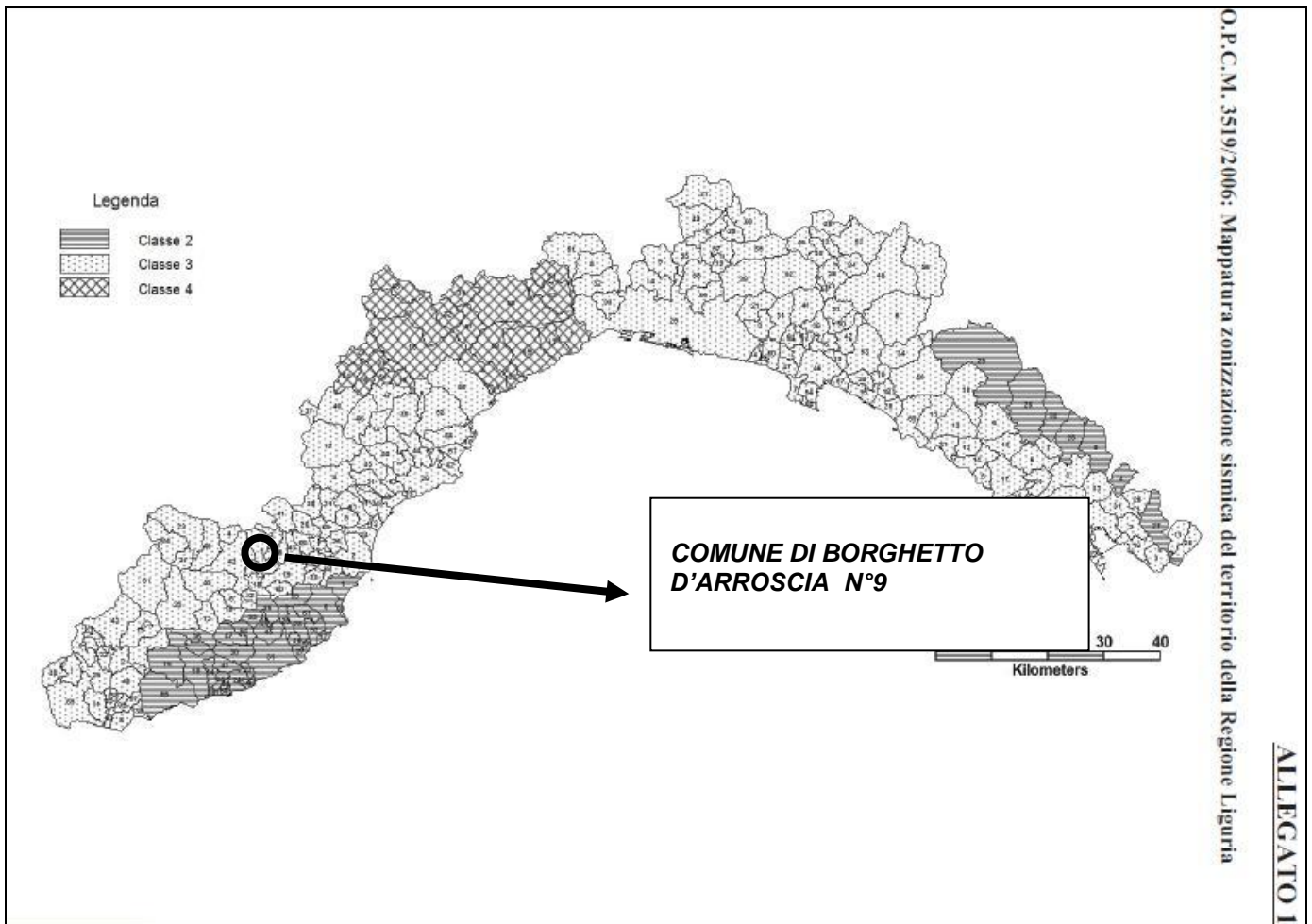
Effetti	In occasione del terremoto del							NMDP	Io	Mw
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale			
7	1887	02	23	05	21	5	Liguria occidentale	1511	9	6.27
4-5	1963	07	19	05	46	0	Mar Ligure	412		5.95
3-4	1989	12	26	19	59	5	Mar Ligure	290		4.46
4	1993	07	17	10	34	5	Liguria occidentale	336	5	4.34

La Regione Liguria, con la Delibera di Giunta Regionale n° 530 del 16/05/2003, ed in ottemperanza al disposto di cui all'O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/2003 (*"Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica"*) e con il successivo aggiornamento con l'O.P.C.M. 3915/2006, ha approvato la classificazione sismica dei Comuni Liguri come specificato nell'Allegato n.1 della delibera.

A seguito dell'ufficializzazione della mappa della pericolosità sismica pubblicata dall'INGV e approvata dalla stessa O.P.C.M. 3915/2006, è stata pubblicata la nuova classificazione sismica del territorio della Regione Liguria con la D.G.R. n.1308 del 2008, che classificava il

Comune di Borghetto d'Arroschia in Classe sismica 3 caratterizzata da una accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria "A" $a_g = 0.15g$.

La classificazione sismica è stata aggiornata e sostituita da successive Delibere Regionali sino alla data attuale dalla D.G.R. 216 del 17-03-2017, entrata in vigore dal 19 luglio 2017 e successivo aggiornamento con D.G.R.962 del 23-11-2018.



Il Comune di Borghetto d'Arroschia è stato classificato, secondo la nuova classificazione, in Classe Sismica 3 con rispettivamente il n°9 nell'Allegato della citata Delibera n. 216/2017. I valori delle massime accelerazioni orizzontali nel periodo di riferimento vengono direttamente calcolati mediante l'Allegato delle N.T.C. 2018 e non più utilizzando i valori di ancoraggio delle zone sismiche definite nella suddetta classificazione regionale, come stabilito dalla precedente D.G.R. 1308/2008.

Infatti con la pubblicazione sulla Gazzetta Ufficiale delle nuove Norme Tecniche per le Costruzioni elaborate dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici e in dettaglio nell'allegato A di tali Norme si prevede che l'azione sismica di riferimento per la progettazione (paragrafo 3.2.3) venga definita sulla base dei valori di pericolosità sismica proposti dal Progetto S1 dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia. Queste stime di pericolosità sismica sono state successivamente elaborate dal Consiglio Superiore per ottenere i parametri che determinano la forma dello spettro di risposta elastica; tali parametri sono proposti nell'allegato A del Decreto Ministeriale. In riferimento alla mappa del territorio nazionale per la pericolosità sismica derivante dal progetto S1 dell'INGV (Fig. n. 3), disponibile on-line sul sito dell'INGV, si indica che il territorio comunale di Borghetto d'Arrosia (IM) rientra nelle celle contraddistinte da valori di a_g di riferimento compresi tra **0.125g e 0.175g** (punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50).

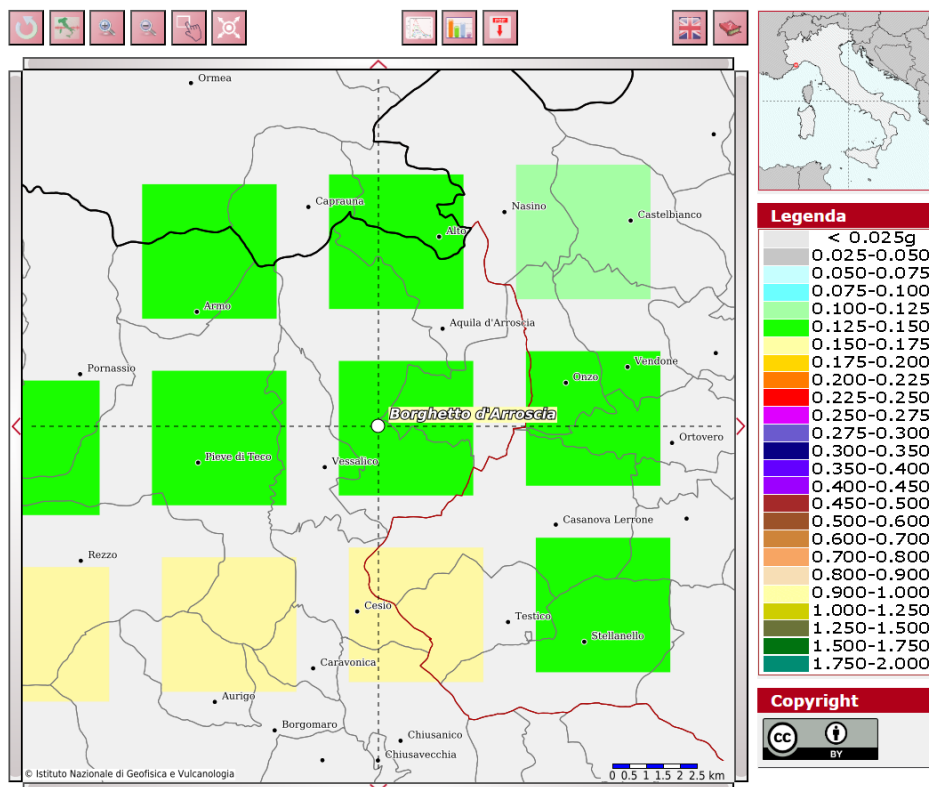


Fig. 4: mappa di pericolosità sismica redatta a cura dell'INGV secondo le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 17/01/2018) - Punti della griglia riferiti a: parametro dello scuotimento a_g ; probabilità in 50 anni 10%; percentile 50.

CAPITOLO 12 – GEOSITI

La catalogazione sistematica dei geositi italiani e in particolare quella ligure, non attribuisce al territorio del comune di Borghetto d'Arroscia alcun geosito secondo la recente D.G.R. n.686 del 14/07/2023 "Approvazione del Catasto regionale dei Geositi".

12.1 PROPOSTA DI GEOTOPI

In funzione agli elementi geologici-geomorfologici, gli areale possiedono idonee caratteristiche per essere proposti come "geotopi".

Il termine "**geotopo**" indica la più piccola unità spaziale geograficamente omogenea distinguibile dalle aree circostanti in relazione a processi geologici e geomorfologici ben definiti e peculiari, mentre il termine "**geosito**" indica una località o porzione di territorio in cui è possibile definire un interesse geologico-geomorfologico e/o paesaggistico per la sua conservazione e può essere composto da vari "geotopi".

Un geosito costituisce uno strumento essenziale per l'apprezzamento di un territorio e consente anche ad un pubblico privo di specifiche conoscenze, di comprendere gli eventi geologici e i fenomeni naturali che hanno prodotto particolari morfologie del paesaggio.

La peculiarità paesaggistica rende necessaria un'opera di conservazione dell'ambiente in cui esso è inserito.

Per farli conoscere al pubblico, vista la loro ubicazione in prossimità di strade comunali, potrebbero **essere previsti dei percorsi segnalati** che conducano all'osservazione degli affioramenti rocciosi, con cartelli didattici di spiegazione geologico-geomorfologica.

Il percorso avrebbe una finalità didattico-ambientale per le scolaresche e geoturistica o eco-ambientale che non prevede costruzioni edilizie ma solamente la predisposizione di un sentiero con tratti consolidati con tecniche di ingegneria naturalistica e segnaletica informativa.

Nel territorio del comune di Borghetto d'Arroscia sono stati rilevati e scelti due fenomeni plicativi **con particolare valenza geomorfologica**, la cui ubicazione cartografica è indicata nell'elaborato TAV.3 GEO "Carta Geomorfologica" con simbolo a forma di stella.

Le pieghe sono particolari strutture geologiche che si possono formare quando degli strati rocciosi vengono sottoposti a forze di compressione – in altre parole vengono "schiacciati". Se questi strati rispondono in modo plastico, cioè si deformano anziché spezzarsi, possono dare vita alle pieghe. In generale, le pieghe sono il risultato di uno sforzo compressivo. Questo può avere scale completamente

diverse: è possibile avere sforzi locali che causano la formazione di pieghe millimetriche nello strato di roccia, così come deformazioni tettoniche a livello continentale che possono piegare livelli di roccia spessi decine di metri.

Di seguito vengono raffigurate le due strutture plicative proposte come geotopi nel territorio comunale:

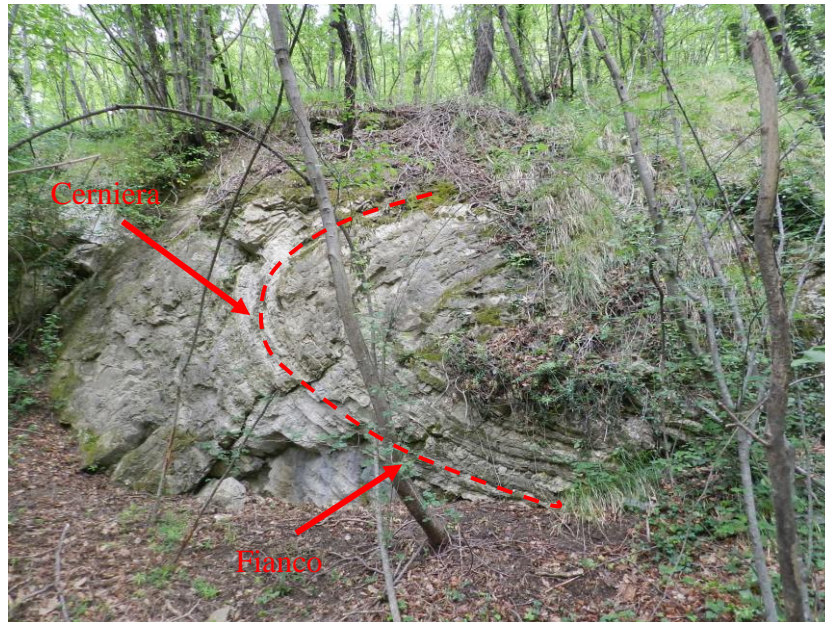


Foto 8: Piegatura antiforme asimmetrica inclinata verso sinistra con cerniera metrica (geotopo A)



Foto 9: Pieghe metriche in parete rocciosa caratterizzata da un settore soggetto a deformazione plastica (geotopo B)

Redazione: Geol. Arrighetti Fabio

(Iscrizione O.R.G.L. n°583)



Verifica: Geol. Macciò M. Roberto

(Iscrizione O.R.G.L. n°168)

