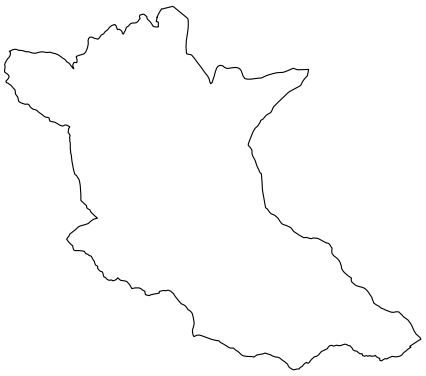
COMUNE DI CESIO

Provincia di Imperia



PUC

PIANO URBANISTICO COMUNALE

DESCRIZIONE FONDATIVA

REALZIONE GEOLOGICA

Data	Scala	Tavola
Luglio 2013	–	–

Progettista Enrica Fresia

Consulente aspetti geologici: Mauro Enotarpi

Consulente aspetti paesaggistici: Daniela Cavalleri

INDICE

1. PREMESSA

2. GEOLOGIA

2.1 RIFERIMENTI ALLA GEOLOGIA REGIONALE
2.2 QUADRO GEOLOGICO RILEVATO

3. GEOMORFOLOGIA

4. IDROGEOLOGIA

5. SISMICITA'

6. MICROZONAZIONE SISMICA

6.1 INTRODUZIONE
6.2 INDAGINI ESEGUITE
6.3 MICROZONAZIONE SISMICA

7. ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

7.1 ZONE DISTINTE
7.2 DIFFERENZE RISPETTO AL PIANO DI BACINO

8. ANALISI E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE DEGLI AMBITI URBANISTICI SIGNIFICATIVI

ALLEGATI IN RELAZIONE

- Atlante fotografico aree urbanistiche significative

ALLEGATI FUORI RELAZIONE (scala 1:5000)

- ***Carta geologica (Tavv.. G2A-G2B)***
- ***Carta geomorfologica (Tavv. G3A-G3B)***
- ***Carta idrogeologica (Tavv. G4A-G4B)***
- ***Carta delle indagini (Tav. G5)***
- ***Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (Tav. G6)***
- ***Carta zonizzazione geologico-tecnica (Tavv. G7A-G7B)***

1. PREMESSA

L'Amministrazione Comunale di Cesio ha incaricato lo scrivente dell'esecuzione dello studio geologico-tecnico di Piano Urbanistico Comunale.

Il presente lavoro revisiona ed integra lo studio geologico del PUC Preliminare alla luce delle osservazioni espresse dagli Enti (Regione Liguria e Provincia di Imperia) in sede di analisi del Preliminare stesso.

La novità sostanziale introdotta in questa fase di PUC Definitivo è lo sviluppo dello studio di microzonazione sismica di Livello 1 e l'introduzione dei relativi elaborati cartografici.

Per il dettaglio dei contenuti delle revisioni ed integrazioni geologiche apportate si rimanda comunque allo specifico documento, predisposto dal Comune, delle "Determinazioni comunali ai sensi dell'art.40, 1° comma lett. A) della L.R. 36/97".

Il lavoro è stato svolto prendendo a riferimento le normative vigenti in materia e più in particolare:

- il D.M. 14.01.2008 "Nuove norme tecniche per le costruzioni"
- la legge urbanistica regionale n.36 del 04.09.1997 riprendendo i principi della circolare n.2077 del 27.04.1988 relativa alla applicazione della L.R. 08.07.1987 n.24
- la L.R. 4/99 in materia di vincolo idrogeologico
- la L.R. n. 471 del 22.03.2010 "Criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art. 1, comma 1 della l.r. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale" e successiva D.G.R. n. 714 del 21-06-2011 "Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della D.G.R. n. 471/2010".

Lo studio geologico di PUC è stato articolato nelle seguenti principali fasi:

- *ricerca e raccolta del materiale bibliografico, cartografico e tecnico* già esistente relativo alle caratteristiche geologico-tecniche della zona;
- *rilevamento originale* di tipo geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio in esame;
- *studio stereoscopico* delle foto aeree che ha permesso di verificare i dati raccolti sul terreno con particolare riferimento all'assetto geologico-tettonico ed alle morfologie della zona;
- elaborazione dei dati raccolti e conseguente redazione delle carte tematiche utili alla Descrizione Fondativa e cioè: "*Carta geologica*", della "*Carta geomorfologica*" e della "*Carta idrogeologica*";
- esecuzione, nell'ambito dello studio di microzonazione sismica di Livello 1, delle indagini di primo inquadramento della risposta sismica di alcune aree campione del territorio comunale
- elaborazione incrociata dei dati raccolti nelle precedenti fasi e stesura degli elaborati geologici del progetto preliminare del PUC e più precisamente: la "*Carta della zonizzazione geologico-tecnica*", la *"Carta delle microzone sismiche omogenee"*, la "*Relazione geologica*" e le "*Norme di attuazione geologico-tecniche*".

2. GEOLOGIA

2.1 RIFERIMENTI ALLA GEOLOGIA REGIONALE

2.1.1 Bibliografia

I principali documenti bibliografici, presi a riferimento per il lavoro in esame, sono:

- "Il complesso di base del Flysch di Sanremo nell'area di San Bartolomeo, Liguria Occidentale" – M.Cobianchi, A. Di Giulio, B.Galbiati, S.Mosna – Atti Ticinesi Sc. Terra n. 34 anno 1991
- "Litologia, stratimetria e sedimentologia della Formazione di Testico (Alpi Marittime Liguri)" – M.Marini – Boll. Soc. Geol. It. N. 1995
- "Evoluzione tettonico-sedimentaria e geodinamica dei flysch cretacico-eocenici della Liguria Occidentale" – M.Marini 1988
- "Carta geologica dei terreni compresi tra il Brianzonese s.l. ed il Flysch ad Elmintoidi s.s." – A.Boni e M.Vanossi – Estratto Atti Ist. Geol. Univ. Pavia anno 1972
- "Carta geologica della Serie di Moglio-Testico fra Laigueglia e Pieve di Teco" – Boll. Soc. Geol. It. n. 114 anno 1994
- "Geologia delle Alpi Liguri" A.A.V.V. – Memorie della Società Geologica Italiana Volume XXVIII anno 1984
- "Carta litologica" Piano di Bacino Stralcio Torrente Arroscia Provincia di Imperia anno 2003 e s.m.i.
- "Carta litologica" Piano di Bacino Stralcio Torrente Impero – Provincia di Imperia anno 2002 e s.m.i.

2.1.2 Litostratigrafia

L'ossatura geologica del territorio di Cesio è costituita da formazioni rocciose e stratificate appartenenti alla Serie di Moglio-Testico e al Flysch di Sanremo.

Queste formazioni rappresentano dei depositi di natura torbiditica sedimentatisi, durante l'emersione del rilievo orogenetico alpino, in fosse di tipo oceanico.

Si elencano di seguito più in dettaglio le formazioni riconosciute, in letteratura geologica, nella zona in esame.

Serie di Moglio-Testico

- ***Formazione di Testico***: successione costituita da un flysch arenaceo passante verso la base a marne mal stratificate (Eocene?-Paleocene); la formazione è così suddivisa in un elemento a prevalenti torbiditi pelitico-siltose ed arenacee (*Membro di Cesio*) passante a torbiditi marnose più o meno calcaree ed arenacee (*Membro di Pieve di Teco*)

Flysch di Sanremo

- ***Formazione di San Bartolomeo***: è il complesso di base (Cretaceo Sup.) del Flysch di Sanremo ed è costituita da un'alternanza ritmica, in strato sottili, di argilliti varicolori e di siltiti con intercalazioni di strati calcilutitici tipo palombino
- ***Calcari a Elmintoidi***: risulta costituito da un'alternanza ritmica di strati calcareo-marnosi, calcilutitici e strati arenaceo-siltitici con intercalazioni secondarie argillitiche

2.1.3 Tettonica

I flysch della Liguria Occidentale hanno preso parte alle varie fasi dell'orogenesi alpina, strutturandosi secondo una modellistica di tipo essenzialmente duttile mentre successivamente, nel Plio-Quaternario, sono state interessate da deformazioni di natura fragile.

Durante l'orogenesi alpina le unità flyschoidi hanno subito una traslazione d'insieme dall'interno all'esterno della catena alpina secondo un modello a falde di ricoprimento; lo scollamento è avvenuto a livello dei complessi di base con successivi sovrascorrimenti ed accavallamenti tra le diverse falde dei flysch.

Contemporaneamente alla traslazione, le unità hanno subito una deformazione interna i cui meccanismi e tipi di strutture derivate sono caratteristiche del "livello strutturale superficiale" (valori minimi, geologicamente parlando, della pressione litostatica e della temperatura).

Ne è derivato uno "stile tettonico di copertura" in cui i materiali hanno reagito agli stress tettonici con deformazioni solo parzialmente duttili che spesso evolvono in altre tipicamente fragili (es. pieghe-faglie).

Nell'ambito del quadro generale di evoluzione alpina sono state riconosciute tre principali fasi deformative essenzialmente duttili con formazione di pieghe da concentriche a serrate con successive retroflessione e rotazione delle stesse.

Alle fasi di corrugamento alpino è seguito, nel Pliocene-Quaternario, un'attività neotettonica di natura fragile in ambiente distensivo, correlata alla formazione e sviluppo di sistemi di faglie probabilmente già impostati con le fasi di piegamento appenninico.

Tali sistemi di faglie hanno smembrato, specialmente al livello strutturale superficiale dei Flysch, l'edificio alpino secondo blocchi in movimento relativo tra loro con fenomeni importanti di basculamento; tali eventi hanno condizionato e guidato i fenomeni geologici del ponente ligure, dalla trasgressione e sedimentazioni plioceniche fino al raggiungimento dell'assetto strutturale odierno dal quale è derivato la posizione della costa e del reticolo idrografico più recente.

2.2 QUADRO GEOLOGICO RILEVATO

Il rilevamento sul terreno, combinato con lo studio delle foto aeree, ha permesso la ricostruzione del quadro geologico riportato sulle tavv. G2A e G2B "Carta geologica" (vedere anche Atlante fotografico allegato).

Da questi elaborati si evince che:

- l'ossatura geologica del territorio di Cesio è costituita dalle seguenti tre formazioni rocciose stratificate: Formazione di Testico, Formazione di San Bartolomeo e Calcari ad Elmintoidi

- la Formazione di Testico è rilevabile in quasi tutto il territorio comunale dal limite nord a quello sud; la Formazione di San Bartolomeo è affiorante invece in una striscia allungata sul limite sud del comune mentre i Calcari ad Elmintoidi affiorano solo in una porzione limitata sul limite ovest comunale
- all'interno dell'area di affioramento della Formazione di Testico, pur evidenziando, nei diversi affioramenti, una certa variabilità della percentuale di presenza dei termini arenacei e marnosi, non è risultata immediata la distinzione tra il Membro di Cesio ed il Membro di Pieve di Teco; tale distinzione, già poco chiara in letteratura (le carte geologiche di Boni-Vanossi, di Marini e di Piano di Bacino danno tre ricostruzioni diverse del contatto tra i due Membri), potrebbe essere affrontata solo mediante uno specifico studio stratigrafico-paleontologico che va oltre gli obiettivi del presente lavoro. E' stato di conseguenza scelto di non distinguere i due Membri e di inquadrare i diversi affioramenti nella Formazione di Testico
- il contatto tra la Formazione di Testico e i Calcari ad Elmintoidi è di tipo stratigrafico; il contatto tra le stesse formazioni e la Formazione di Testico è di natura tettonica
- le diverse formazioni sono strutturate secondo un modello a pieghe spesso rilevabili anche alla scala decametrica nella Formazione di Testico e metrica nelle argilliti di San Bartolomeo; gli assi delle pieghe, poco inclinati o sub-orizzontali, hanno direzioni circa N-S e E-W
- la giacitura generale delle diverse formazioni è comunque, pur con le inevitabili variabilità locali legate alle strutture a piega, immergente verso nord; essa è quindi a reggipoggio per la stragrande maggioranza del territorio comunale di Cesio (solo nel settore più esterno a nord, dove i versanti immergono verso nord, la giacitura della stratificazione, immerge mediamente come il pendio)

- dal punto di vista della tettonica fragile sono state individuate alcune principali lineazioni di faglia aventi direttrici NE-SW, NNW-SSE; secondari sembrano invece gli allineamenti a direzione N-S e E-W. Queste faglie hanno controllato strettamente l'evoluzione geomorfologica del territorio di Cesio che presenta infatti le principali incisioni torrentizie e crinali-creste allungati secondo le direttrici citate
- il rilevamento di terreno ha segnalato, in maniera più o meno evidente a seconda della situazione analizzata, che le direttrici delle lineazioni di faglia possono individuare, nel rilievo montuoso, dei possibili corridoi di risentimento della faglia in termini di maggiore fratturazione, destrutturazione e tettonizzazione dell'ammasso roccioso; un esempio di tale situazione è rilevabile in corrispondenza della "sella" morfologica del Passo del Ginestro (rif. foto da 63 a 68). Sono stati quindi introdotti nella carta geologica i "settori di possibile risentimento" delle singole lineazioni di faglia; la larghezza di tale settore è stata definita in base alle informazioni di terreno e stabilita in 100 m per parte rispetto alla lineazione di faglia
- a livello del singolo affioramento sono stati rilevati più sistemi di fratturazione dell'ammasso roccioso che ricalcano spesso le direttrici delle lineazioni principali alla scala territoriale. Tali sistemi sono risultati di difficile lettura nelle frequenti situazioni di affioramenti rocciosi in condizioni tormentate e tettonizzate; essi risultano più evidenti invece nei termini arenacei-siltosi della Formazione di Testico e nei termini più calcarei dei Calcari ad Elmintoidi.

3. GEOMORFOLOGIA

I documenti di base presi a primo riferimento, per lo studio geomorfologico del territorio in esame, sono:

- Progetto IFFI (Inventario dei Fenomeni Franosi in Italia) realizzato dall'ISPRA e dalle Regioni
- "Carta geomorfologica", "Carta della pericolosità" e "Carta del Rischio geomorfologico" dei Piani di Bacino Stralcio del Torrente Impero (approvato con D.C.P. n. 88 del 15.10.2002 e successive Varianti di cui l'ultima approvata con D.G.P. n. 174 del 12.02.2012) e del Torrente Arroscia (approvato con D.C.P. n. 19 del 27.02.2003).

Partendo da queste informazioni di base è stato poi condotto il rilevamento geomorfologico sul terreno che, con l'analisi delle foto aeree, ha permesso di dettagliare lo studio alla scala necessaria; si precisa che, pur avendo esteso il rilevamento a tutto il territorio comunale, le maggiori attenzioni sono state poste nelle aree in cui la zonizzazione urbanistica prevede gli interventi edilizi più significativi.

La geomorfologia generale del territorio di Cesio è andata evolvendosi e rimodellandosi, almeno nell'ultimo periodo geologico più recente, in funzione dell'attività erosiva del reticolo idrografico che, in fasi successive di accelerazione e rallentamenti dell'erosione, legate ad altrettanti abbassamenti del livello di base, ha rimodellato nella forma attuale i versanti.

L'erosione dei diversi rii e torrenti si è impostata preferenzialmente, come già precisato nel precedente paragrafo, lungo le principali linee di dislocazione tettonica come dimostrano i percorsi torrentizi spesso rettilinei oppure secondo spezzate molto nette.

La Carta tematica prodotta (elabb. G3A e G3B) raccoglie invece gli elementi utili per la caratterizzazione geomorfologica di dettaglio del territorio del Comune di Cesio (vedere anche Atlante fotografico allegato).

Più in particolare la Carta suddivide il territorio in aree omogenee per spessore delle coperture detritiche al di sopra della formazione rocciosa locale e più precisamente in:

- aree con roccia affiorante o subaffiorante con copertura eluvio-colluviale sottile di spessore inferiore ad 1m (area “R”)
- aree con coperture detritiche eluvio-colluviali di spessore medio compreso tra 1-3m (area “C”)
- aree con coperture detritiche colluviali di spessore medio maggiore di 3m (area “Dt”)
- aree di paleofrana: aree con coperture detritiche colluviali di spessore medio maggiore di 3m e con caratteristiche morfologiche e di estensione tipiche delle paleofrane (area “P”)
- aree di riporto antropico (area “Ri”).

La Carta riporta poi gli elementi geomorfologici relativi ai seguenti aspetti:

- indicatori geomorfologici di aree con problematiche di dissesto potenziali o attive
- stato di tettonizzazione dell’ammasso roccioso
- indicatori geomorfologici di fenomeni di erosione sui versanti e negli alvei dei torrenti
- vegetazione idrofila (canneti, equisetum, roveti, ecc) indicativa di aree con circolazioni, emergenze e/o impregnazioni d’acqua.

In ultimo la Carta riporta anche, poiché ritenuta utile per un inquadramento degli aspetti geomorfologici del territorio, la localizzazione degli interventi di consolidamento e sistemazione idrogeologica programmati nel Piano di Bacino Stralcio.

Si riportano di seguito i principali aspetti geomorfologici rilevati, rimandando invece, al capitolo 7, le descrizioni di maggiore dettaglio per le aree in cui la zonizzazione urbanistica prevede gli interventi edilizi più significativi:

- tutto il territorio di Cesio è impostato su versante; non sono presenti infatti, a meno di aree molto localizzate, zone pianeggianti di estensione significativa

- la maggior parte del territorio (circa 70-80% dell'area totale) è risultato in roccia affiorante o sub-affiorante
- alla scala del territorio comunale, l'assetto della roccia può essere considerato nell'insieme a reggipoggio o a reggipoggio-traverpoggio, condizione strutturale che ha favorito spesso l'evoluzione dei versanti secondo pendenze significative
- il territorio di Cesio è inserito, come evidenziato nel precedente capitolo 2, in un contesto geologico complesso caratterizzato dal contatto tettonico tra la Formazione di San Bartolomeo e la Formazione di Testico e dalla presenza di più settori di faglia. Questa situazione ha come conseguenza geologico-tecnica sul territorio la presenza, pressochè continua, di affioramenti da molto fratturati a tettonizzati
- le formazioni geologiche che risultano significative, rispetto alla localizzazione delle previsioni urbanistiche del PUC, sono la Formazione di San Bartolomeo e la Formazione di Testico
- la Formazione di San Bartolomeo, di natura sostanzialmente argillitica, è caratterizzata, mediamente, da una qualità geomeccanica da medio-scadente a scadente con possibili situazioni molto scadenti in funzione del grado di tettonizzazione ed alterazione del materiale (rif. Atlante fotografico allegato)
- la Formazione Testico, di natura marnosa e arenacea, è caratterizzata, mediamente, da una qualità geomeccanica da media a medio-scadente con possibili situazioni scadenti in funzione del grado di tettonizzazione ed alterazione del materiale
- le aree con coperture detritiche sono soprattutto localizzate nei settori centrale e sud del territorio e cioè a cavallo della fascia di contatto tettonico tra la Formazione di Testico e la Formazione di San Bartolomeo dove, con buona probabilità, il maggior grado di fratturazione degli ammassi e le emergenze idriche rilevabili, per differenza di permeabilità tra le due formazioni, in prossimità del

contatto, possono aver favorito, nel tempo geologico, l'innesco di fenomeni franosi e/o colluviali

- le coltri detritiche sono in genere costituite da una prevalente matrice limoso-argillosa sabbiosa inglobante uno scheletro di 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 dalla Formazione di San Bartolomeo possono avere una matrice prevalentemente argillosa-limosa debolmente sabbiosa; viceversa in quelle riconducibili alla Formazione di Testico prevale la granulometria limosa-sabbiosa solo parzialmente argillosa
- molto diffuse sul territorio sono 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 (foto da 59 a 62). Anche le scarpate rocciose riprofilate sia sopra alla struttura paramassi (foto 29-30) prossima allo svincolo della S.S.28 per Arzeno sia sopra all'imbocco della vicina Galleria San Bartolomeo, presentano analoghi problemi di distacchi per crollo superficiali. Le ragioni di questi distacchi sono da ricercarsi, principalmente, nella debolezza intrinseca degli ammassi rocciosi, particolarmente fratturati sino a tettonizzati, che nei periodi di precipitazioni più intense e duraturi, quando si innescano anche fenomeni erosivi diffusi e incanalamenti di acque concentrati, rilasciano con facilità materiale
- i distacchi per crollo nella zona prossima allo svincolo della S.S.28 per Arzeno rientrano in una delle aree di frana attiva del Piano di Bacino, classificate con suscettività al dissesto Pg4; fanno parte di questo gruppo anche le frane attive in loc. Vigne e loc. Cianelle. Il rilevamento di terreno ha sostanzialmente confermato lo stato di attività e la perimetrazione della frana presso lo svincolo della S.S. 28;

le frane in loc. Vigne e loc. Cianelle, invece, evidenziano ancora, ad oggi, alcuni indizi di attività anche se, in alcuni casi, non effettivamente rilevabili in tutta l'area della singola perimetrazione originaria di PdB (probabilmente definita in occasione degli eventi alluvionali 1998-2000); ciò nonostante, adottando un criterio prudenziale, è stato deciso di mantenere il grado di suscettività al dissesto e la perimetrazione del Piano di Bacino nella "Carta geomorfologica" e, coerentemente, anche nella "Carta della zonizzazione geologico-tecnica" e nella "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica". Si evidenzia in ultimo che, nell'ambito delle attività di revisione-integrazione tra PUC preliminare e definitivo, è stata inserita una nuova area in frana attiva con grado Pg4; l'area, di dimensioni ridotte, è ubicata su un pendio pendente poco lontano dal Capoluogo di Cesio in loc. Colombera e si è recentemente attivata per problematiche di erosione superficiale in corrispondenza del corridoio più fratturato di possibile risentimento della lineazione di faglia che ha controllato lo sviluppo dell'incisione del locale Rio Rianetto (rif. "Carta geologica", "Carta geomorfologica" e foto 67 e 68 dell'Atlante fotografico allegato)

- gli accumuli classificati come “paleofrane” sono tre e risultano localizzati rispettivamente sul limite sud del territorio nella zona della ex Casa Cantoniera ANAS (località Prato Grande) (foto 52 e 53), subito a nord dell’abitato di Arzeno (foto 12) e poco a nord della frazione di Cartari (foto 26); il primo, a differenza degli altri due, è di nuova introduzione rispetto al Piano di Bacino.
- i tre paleoaccumuli presentano indizi geomorfologici indicativi di deformazioni plastiche secondo meccanismi che, basandosi, in questa fase, solo dei dati rilevabili sul terreno, possono essere classificati a cinematica ridotta. Ciò vale soprattutto per la paleofrana ex casa cantoniera e la zona subito ad essa prossima, dove sono rilevabili evidenti indicatori di movimenti di tipo plastico a cinematismo ridotto (foto da 40 a 53)

- riconducibili invece ad una ridotta o spesso mancante manutenzione del territorio, sono le piccole frane superficiali (dissesti e crolli di muri a secco, svuotamenti nelle coperture, distacchi dalle scarpate in roccia, ecc) rilevate in tanti punti sul territorio, soprattutto evidentemente nella aree più distanti dai centri abitati, che, per questioni di dimensioni ridotte, non sono state riportate sulla cartografia
- si segnalano ancora gli indicatori geomorfologici dei fenomeni di erosione diffusa e spesso concentrata rilevabili rispettivamente nei pendii e negli alvei torrentizi e/o di piccoli canali soprattutto dove affiora la formazione argillitica di San Bartolomeo
- in ultimo sono stati rilevati tre aree di riporto antropico localizzate, rispettivamente, lungo la ex SS28 poco prima dell'abitato di Cesio, in prossimità del limite sud del territorio e in corrispondenza dello svincolo per Arzeno dalla Variante SS28 (il limite di questo riempimento, non essendo riportato sulla cartografia di base fornita dal Comune, è stato digitalizzato, con le approssimazioni del caso, dalle foto aeree di Google e controllato visivamente sul posto). Si evidenzia che soprattutto i primi due accumuli hanno problemi erosivi sulle scarpate causati da una deficitaria regimentazione delle acque superficiali; si raccomanda, a tale riguardo, l'esecuzione, nel tempo, di ispezioni di verifica delle condizioni statiche e di conservazione del muro al piede del volume di riporto sito poco prima dell'abitato di Cesio.

4. IDROGEOLOGIA

Dal punto di vista idrogeologico i terreni presenti nel territorio di Cesio sono stati classificati in base al tipo di permeabilità e più precisamente terreni permeabili per porosità e terreni permeabili per fratturazione (vedi “Carta idrogeologica” tavv. G4A e G4B).

I depositi detritici più potenti presenti nel territorio (coperture di spessore medio > 3m e paleofrane) sono caratterizzati da una permeabilità per porosità.

Questi accumuli possono avere una certa capacità di accumulo di acqua e per questo sono spesso sede di vegetazione idrofila (canneti, roveti, equisetum, ecc), di possibili zone di impregnazione e di pozzi irrigui; la granulometria molto variabile all’interno di questi depositi detritici porta ad ipotizzare un modello idrogeologico organizzato spesso secondo “sacche” acquifere tra loro anche non comunicanti e concentrate nelle porzioni più grossolane e granulari.

Le formazioni rocciose, caratterizzata da una permeabilità secondaria per fratturazione, posssono essere così inquadrate:

- Calcari ad Elmintoidi: ammassi rocciosi da mediamente permeabili a localmente molto permeabili per fratturazione e paracarsismo
- Formazione di Testico: ammassi rocciosi da poco permeabili a mediamente permeabili per fratturazione
- Formazione di San Bartolomeo: ammassi rocciosi da praticamente impermeabili a poco permeabili per fratturazione.

Le principali sorgenti del territorio comunale sono in genere correlate sia alle principali lineazioni tettoniche, che rappresentano in sostanza delle fasce di maggiore fratturazione del rilievo e quindi di massima circolazione delle acque sotterranee, sia al relativo contrasto di permeabilità tra le formazioni di Testico e di San Bartolomeo che tende a far emergere le acque circolanti secondo un meccanisca di “soglia”.

Si riassumono nella tabella seguente le principali sorgenti censite nel territorio comunale (i dati riportati in tabella sono stati indicati dagli uffici comunali):

SORGENTE	**PORTATA (l/s)**	**UTILIZZO**
Pian Molino	0,3÷1,3	idropotabile
Verne	0,3÷1,0	idropotabile
Acquafresca	0,03÷0,08	irriguo
Fanzo	0,08÷0,5	idropotabile
Fontane Soprane	0,03÷0,08	irriguo
Fosse	0,08÷0,2	irriguo
Fontana I	0,1÷0,5	idropotabile
Fontana II	0,03÷0,25	idropotabile

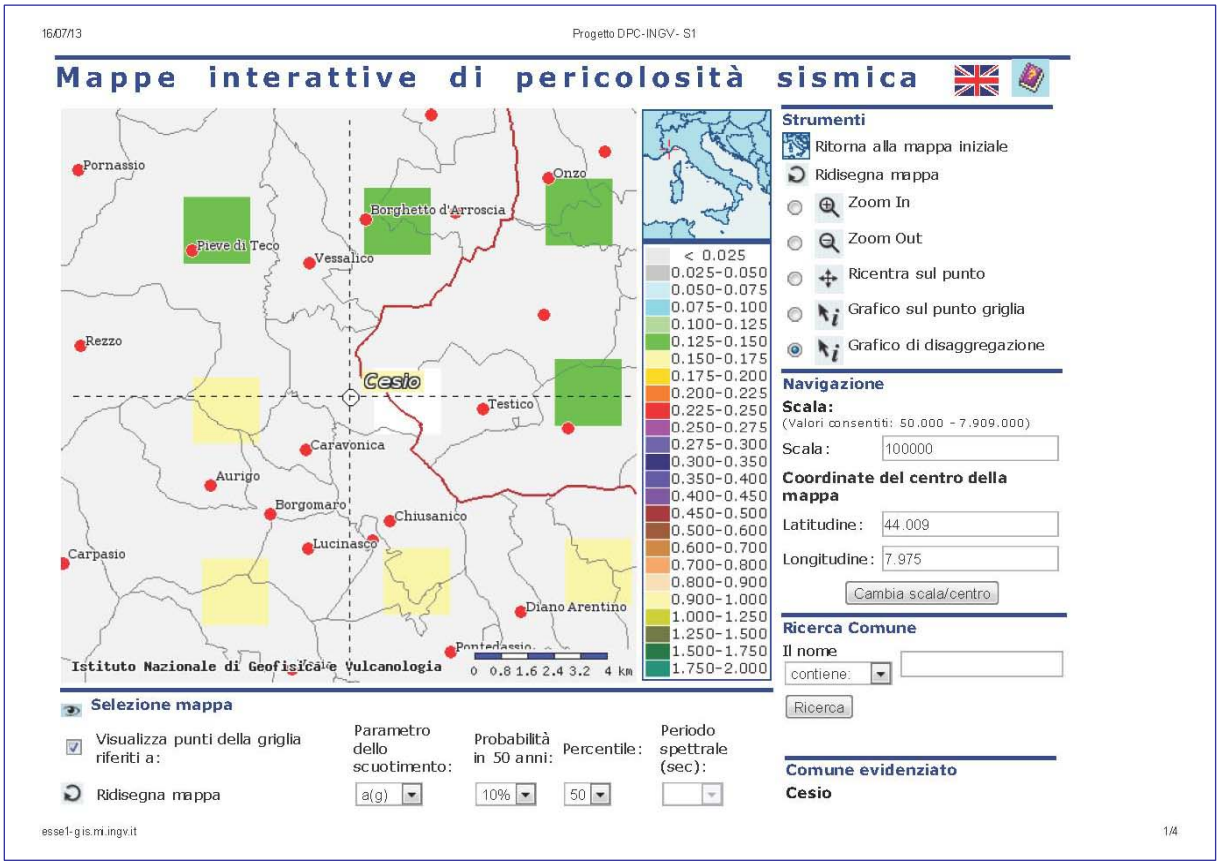
La carta idrogeologica riporta in ultimo le zone di rispetto (art. 94 D.Lgs 152/2006 e s.m.i.) delle sorgenti idropotabili presenti nel territorio di Cesio.

5. SISMICITA'

Dal punto di vista sismico il territorio del Comune di Cesio rientra nella classificazione sismica nazionale, di cui all'O.P.C.M. 3274/2003 e s.m.i., in una zona 3S.

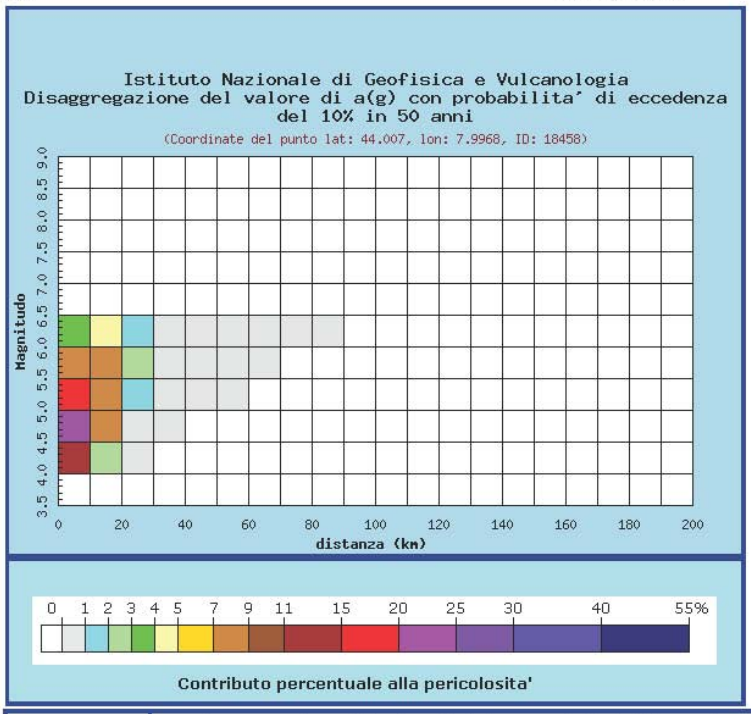
La nuova classificazione sismica della Regione Liguria, secondo il disposto della D.G.R. n. 1362 del 19.11.2010, fa ricadere il territorio comunale in una zona 3S.

La consultazione della mappa INGV della distribuzione dei valori medi di magnitudo per Comune, ottenuti a seguito della disaggregazione della pericolosità sismica con periodo di ritorno di 475 anni, ha evidenziato la possibilità che, nel territorio di Cesio, possano verificarsi terremoti con magnitudo appena superiore a 5 (rif. allegati subito successivi).



16/07/13 Progetto DPC-INGV - S1

Cancella la Ricerca



	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 44.007, lon: 7.9968, ID: 18458)										
0-10	0.000	11.300	23.100	15.100	8.570	3.670	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
10-20	0.000	2.570	7.850	8.440	7.270	4.300	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
20-30	0.000	0.118	0.847	1.590	2.020	1.610	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.032	0.250	0.486	0.499	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.023	0.112	0.150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.021	0.044	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.003	0.014	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

Valori medi		
Magnitudo	**Distanza**	**Epsilon**
5.150	9.680	0.496

esse1-gis.mi.ingv.it 3/4

6. MICROZONAZIONE SISMICA

6.1 INTRODUZIONE

Lo studio di microzonazione sismica è stato sviluppato sulla base dei dettami delle "Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali, ai sensi dell'art.1, comma 1 della L.R. 29/83, per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della D.G.R. 471/2010" di cui all'Allegato A della D.G.R. 714 del 21-06-2011.

Scopo dello studio di microzonazione è quello di individuare nel territorio le zone suscettibili di instabilità e/o quelle per le quali, rispetto a condizioni di sito con roccia "sana" affiorante e morfologia pianeggiante, il moto sismico atteso è passibile di fenomeni di amplificazione sismica a causa delle peculiari caratteristiche morfologiche e litostratigrafiche locali; prodotto finale dello studio è la "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica".

Lo studio è stato sviluppato secondo il primo livello qualitativo di approfondimento detto "Livello 1" che è quello tipico dello strumento urbanistico generale (PUC); i risultati di questo livello potranno orientare ed essere propedeutici agli studi di MS di livello 2 e 3.

L'attività è partita dalla base della cartografia tematica già esistente e più in particolare dalla "Cartografia conoscitiva propedeutica agli studi di microzonazione sismica di 1° livello per i Comuni 3S".

Tale cartografia è stata redatta dalla Regione Liguria Dipartimento Ambiente Settore Assetto del Territorio in collaborazione con il DIPTERIS dell'Università di Genova che ha utilizzato come basi i dati delle carte dei Piani di Bacino dell'Impero e dell'Arroscia e del catalogo frane IFFI (non erano invece disponibili, a parte 3 stratigrafie di pozzetto relative ad un unico sito molto localizzato, indagini geognostiche rappresentative delle situazioni stratigrafiche del territorio comunale).

Lo studio di microzonazione sismica del PUC ha, grazie alle informazioni raccolte con il rilevamento geologico-geomorfologico di maggior dettaglio del territorio comunale, ulteriormente approfondito e specializzato i dati di base utilizzati per la stesura delle carte regionali propedeutiche.

Sono state inoltre eseguite, a titolo di primo inquadramento della risposta sismica dei terreni locali, n. 4 misure di rumore ambientale.

Nei successivi due paragrafi vengono illustrati i risultati delle indagini di rumore e dello studio di microzonazione sismica del territorio comunale.

6.2 INDAGINI ESEGUITE

La "Carta delle indagini" (tav. G5) riporta le indagini eseguite per la formazione di una prima banca dati propedeutica alla elaborazione e stesura della "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica".

Le indagini riportate sulla carta comprendono:

- gli affioramenti rocciosi e la loro giacitura: tale dato è stato inteso come una evidenza di affioramento del substrato roccioso utile quindi nella perimetrazione delle "Zone stabili" con roccia affiorante
- n. 4 misure di rumore ambientale, eseguite a titolo di primo inquadramento della risposta sismica dei terreni locali.

Scopo delle misure di rumore è stato quello di valutare, in via preliminare, la possibile presenza/assenza di fenomeni di risonanza attraverso la stima della frequenza fondamentale del sito di indagine "fo", utilizzando la metodologia HVSR – H su V Spectral Ratio di Nakamura, 1989.

Le misure sono state distribuite nel territorio in modo da interessare, nelle quattro Frazioni (Cesio, Arzeno, Cartari e Colle San Bartolomeo), altrettante zone di prevista espansione edilizia (zone TUL1 e TUL2) caratterizzate da una copertura detritica superficiale e quindi

potenzialmente soggette ad una possibile amplificazione locale (rif. tav. G5 "Carta delle indagini" e foto successive).





Indagine H/V sito di Cesio





Indagine H/V sito di Arzeno




Indagine H/V sito di Cartari




Indagine H/V sito di Colle San Bartolomeo

L'indagine HVSR fornisce i seguenti dati:

- Sismogramma: contiene la registrazione dei segnali di rumore sismico nel tempo per ogni componente (una verticale e due orizzontali) e per ogni punto di misura
- Spettri delle componenti: riportano il segnale di ciascuna componente nel dominio ampiezza-frequenza ottenuto tramite trasformata di Fourier e opportunamente filtrato.
- Curva H/V: è il rapporto delle ampiezze spettrali fra la combinazione delle componenti orizzontali (H) e la componente verticale (V).

Le indagini sono state eseguite dalla società GAMUT S.r.l. di Torino.

La strumentazione utilizzata per l'acquisizione dei dati è la seguente:

- sismografo GEODE (Geometrics) costituito da un modulo a 24 canali controllato tramite laptop, la durata dell'acquisizione è funzione della frequenza di campionamento con il limite di 64000 campioni per canale; la dinamica del convertitore analogico/digitale è di 24 bit
- sismometro triassiale Progeo 3D-HSI, dotato di sensori Geospace HS1-LT con frequenza propria di 2 Hz
- i dati sono stati elaborati con il software Geopsy 2.7.0, www.geopsy.org, licenza GNU GPL.

Ogni punto di misura è stato composto da 4 terne di sensori e 3 acquisizioni distinte.

L'acquisizione di rumore è durata, per ogni sito, circa 30 minuti.

La tabella 1 seguente riassume i parametri di acquisizione.

Numero di prove eseguite	4
Frequenza dei sensori (Hz)	2
Intervallo di campionamento (ms)	4 - 8
Finestra di campionamento (s)	262 - 564

Tabella 1. Schema riassuntivo delle prove HVSR

Si descrivono, di seguito, le fasi successive dell'elaborazione dei dati.

Dopo una fase preliminare di rimozione di parte del segnale disturbato dalla vicinanza dell'operatore ai sensori, i segnali sismici sono finestrati sulla base dei parametri riassunti in Tabella 2.

Il numero delle finestre, la dimensione e l'ubicazione sulla scala dei tempi sono uguali per le tre componenti, in modo da confrontare tra loro eventi riferiti al medesimo istante temporale.

La Tabella 3 riporta il numero di finestre ottenute per ogni misura.

A titolo di esempio, invece, la Figura 11 mostra la finestratura sul dato della misura HV_Arzeno.

Lunghezza minima (s)	3
Lunghezza massima (s)	15
Overlap massimo tra le finestre	0%
STA (Short time average) (s)	1
LTA (Long time average) (s)	30
STA/LTA minima	20%
STA/LTA massima	100%

Tabella 2. Parametri imposti per la finestratura delle prove HVSR

Id	numero di finestre
HV_Cesio	35
HV_Arzeno	29
HV_Cartari	33
HV_ColleSanBartolomeo	26

Tabella 3 . Numero di finestre per ciascuna misura HVSR

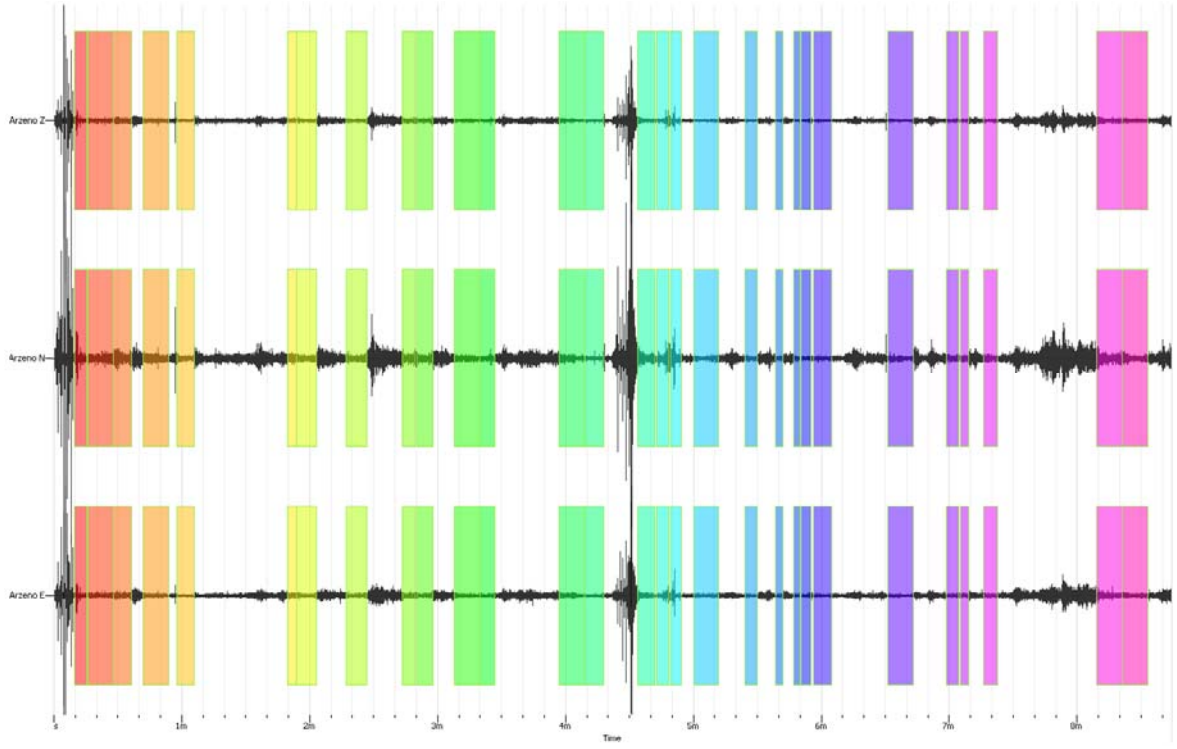


Figura 1 – Misura HV_Arzeno, finestratura sul dato grezzo (Traccia "V": componente verticale, tracce "H1" ed "H2": componenti orizzontali)

Per ciascuna finestra di ogni componente è stato calcolato lo spettro di ampiezza; la Figura 2 mostra gli spettri della misura HV_Arzeno; la linea nera continua individua la media degli spettri e le linee tratteggiate individuano i limiti inferiore e superiore delle ampiezze corrispondenti al valore di 1 σ (deviazione standard) rispetto alla media.

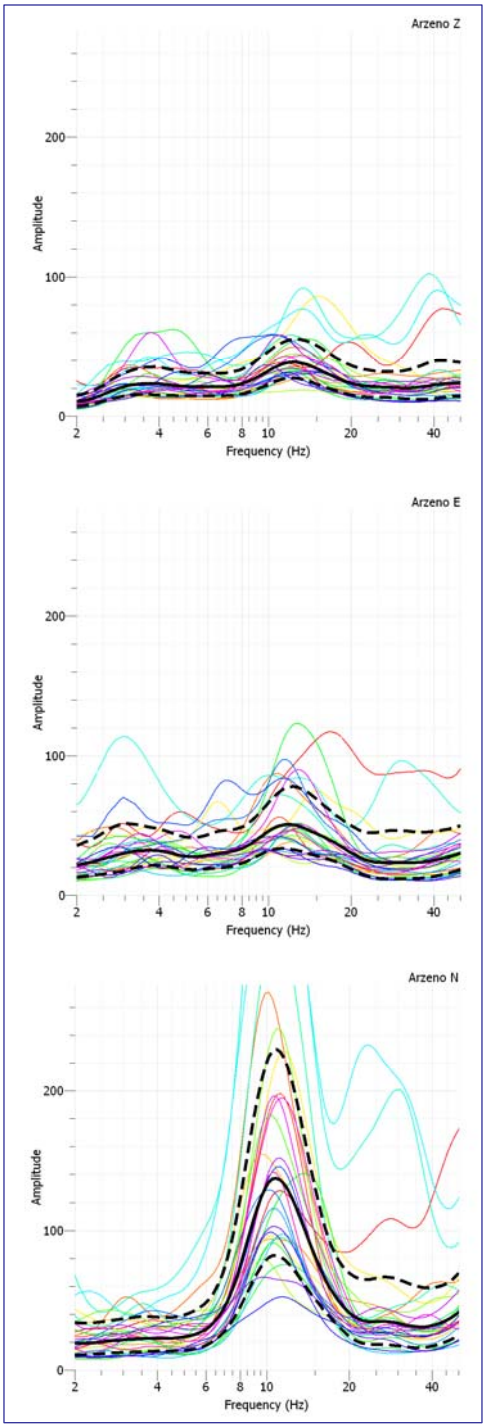


Figura 2 – Misura HV_Arzeno, spettri di ampiezza di ciascuna componente

Il calcolo della curva H/V prevede i seguenti passi:

- ogni curva dello spettro di H1 viene combinata con la curva omologa dello spettro di H2 con una media quadratica, in modo da ottenere un unico spettro orizzontale H;
- ogni curva dello spettro medio orizzontale viene rapportata all'omologa curva dello spettro verticale V;
- tutte le curve H/V sono plottate nel dominio frequenza – H/V;
- si estrae una curva H/V media e se ne valuta la morfologia secondo un test suggerito dalle linee guida SESAME (Site EffectS assessment using AMbient Excitations; European Commission, n° EVG1-CT-2000-00026)
- se la curva H/V media supera il test, si individua il massimo di ogni singola curva;
- si calcola la media dei massimi e relativa deviazione standard;
- la media dei massimi individua la frequenza di risonanza f0 nella banda analizzata.

1.1) $f_0 > 10 / l_w$
1.2) $n_c(f_0) > 200$
1.3) $\sigma_A(f)<2$ per $0.5f_0<f<2f_0$ se f0>0.5Hz oppure $\sigma_A(f)<3$ per $0.5f_0<f<2f_0$ se f0<0.5Hz

Tabella 2. Criteri per una curva H/V affidabile

2.1) $\exists f^- \in [f_0/4, f_0] \mid A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
2.2) $\exists f^+ \in [f_0, 4f_0] \mid A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
2.3) $A_0 > 2$
2.4) $f_{peak}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%$
2.5) $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$
2.6) $\sigma_A(f_0) < \theta(f_0)$

Tabella 3. Criteri per un picco H/V chiaro (almeno 5 su 6 soddisfatti)

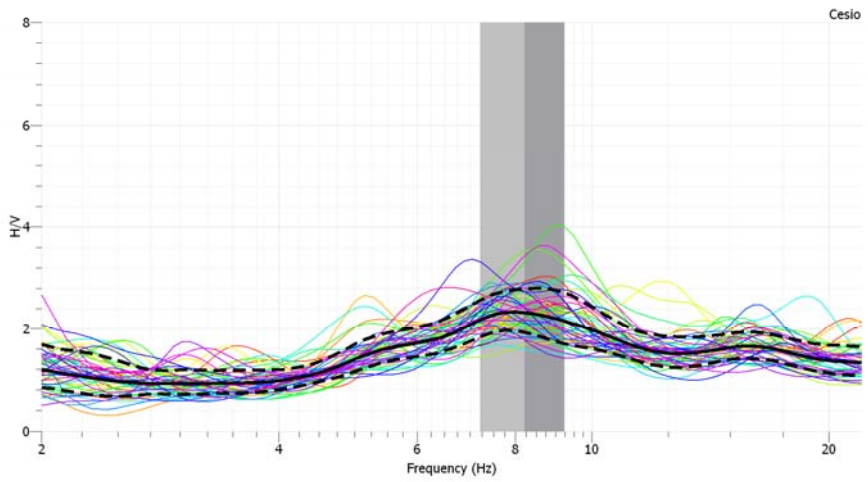
- l_w = lunghezza della finestra;
- n_w = numero di finestre selezionate;
- $n_c = l_w \cdot n_w \cdot f_0$ = numero di cicli significativi;
- f = frequenza in esame;
- f_0 = frequenza del picco H/V;
- σ_f = deviazione standard della frequenza del picco H/V ($f_0 \pm \sigma_f$);
- $\varepsilon(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_f < \varepsilon(f_0)$;
- A_0 = Ampiezza della curva H/V alla frequenza f_0 ;
- $A_{H/V}(f)$ = Ampiezza media della curva H/V alla generica frequenza f ;
- f^- = frequenza compresa tra $f_0/4$ e f_0 alla quale $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$;
- f^+ = frequenza compresa tra f_0 and $4f_0$ alla quale $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$;
- $\sigma_A(f)$ = deviazione standard di $A_{H/V}(f)$;
- $\theta(f_0)$ = valore di soglia per la condizione di stabilità $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$;

Valori di soglia per σ_f e $\sigma_A(f_0)$					
Range di frequenza [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\varepsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 f_0	0.20 f_0	0.15 f_0	0.10 f_0	0.05 f_0
$\theta(f_0)$ per $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58

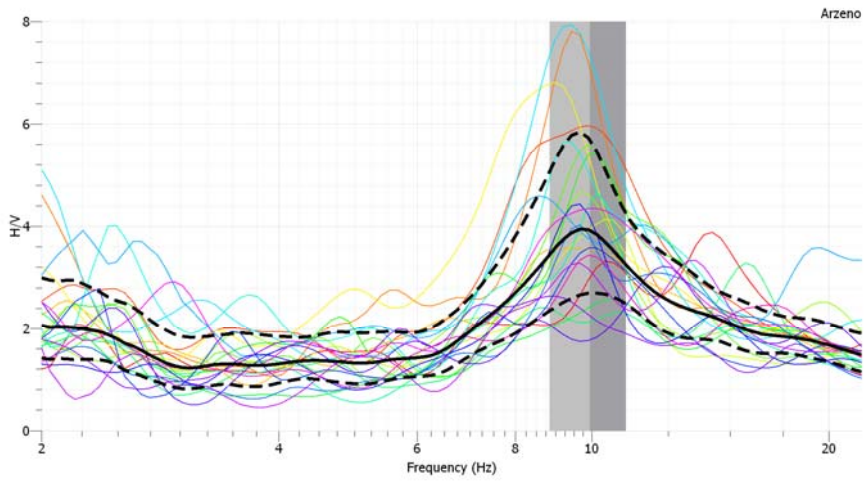
Tabella 4. Legenda dei criteri

La Fig. 1 riporta le curve H/V delle 4 misure. La linea nera continua indica la curva media e le linee tratteggiate individuano i limiti inferiore e superiore delle ampiezze corrispondenti al valore di 1 σ rispetto alla media. Le bande grigie verticali indicano la frequenza di risonanza e la relativa deviazione standard.

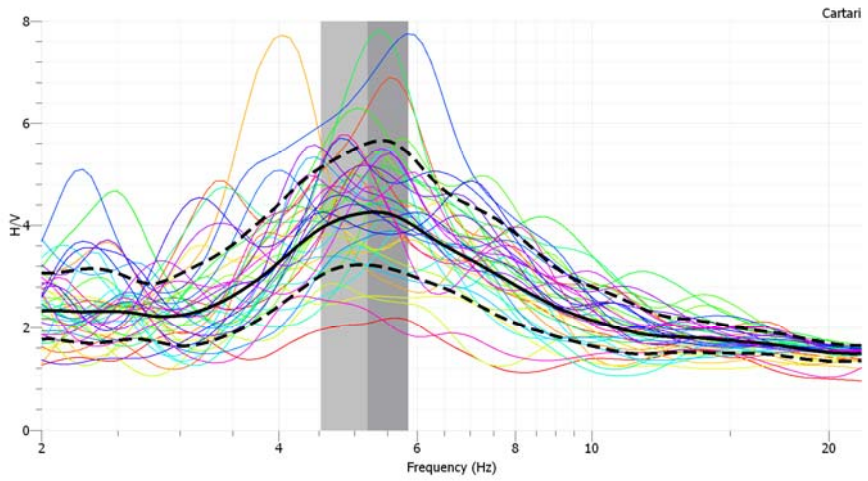
Il risultato dei test è riassunto in Tab. 5; la frequenza f0 e la deviazione standard sono riportati invece in Tab. 6.



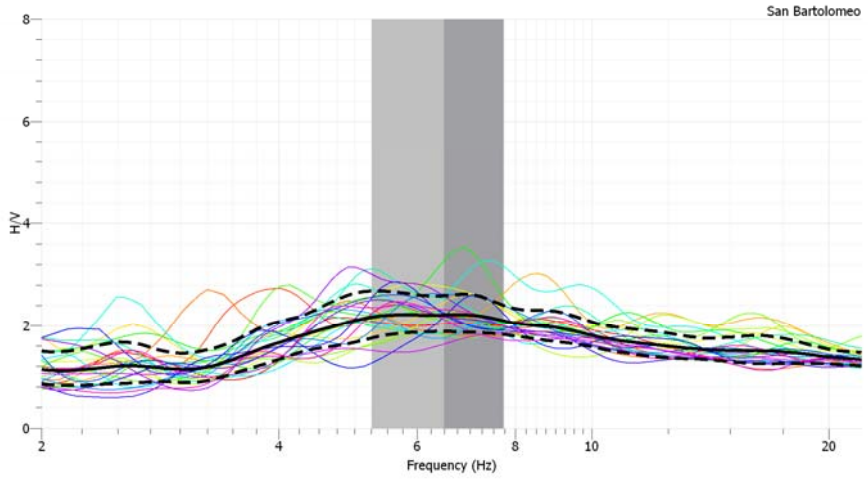
HV_Cesio



HV_Arzeno



HV_Cartari



HV_ColleSanBartolomeo

Figura 1 – Curve H/V e identificazione della frequenza f_0.

Test	Cesio			Arzeno			Cartari			San Bartolomeo		
	limite	valore	pass	limite	valore	pass	limite	valore	pass	limite	valore	pass
1.1	<8.1	3.3	√	<9.9	3.3	√	<5.2	3.3	√	<6.5	3.3	√
1.2	>200	850	√	>200	861	√	>200	514	√	>200	507	√
1.3	<2	0.4	√	<2	1.3	√	<2	1.2	√	<2	0.3	√
2.1	<1.1	1.0	√	<1.8	1.2	√	<2.1	2.0	√	<1.1	1.1	√
2.2	<1.1	1.1	√	<1.8	1.3	√	<2.1	1.5	√	<1.1	1.2	×
2.3	>2	2.3	√	>2	3.7	√	>2	4.2	√	>2	2.2	√
2.4	[7.7, 8.5]	[7.8, 8.5]	√	[9.4, 10.4]	[9.4, 9.85]	√	[4.9, 5.5]	[5.1, 5.4]	√	[6.2, 6.8]	[5.3, 6.5]	×
2.5	<0.4	1.0	×	<0.5	1.2	×	<0.3	0.7	×	<0.3	1.2	×
2.6	<1.58	0.4	√	<1.58	1.3	√	<1.58	1.2	√	<1.58	0.35	√

Tabella 5. Prove HVSR – Test di affidabilità e chiarezza

Id	frequenza f_0 (Hz)	deviazione standard (Hz)
HV_Cesio	8.1	0.9
HV_Arzeno	9.9	1.1
HV_Cartari	5.2	0.6
HV_ColleSanBartolomeo	6.5 (picco non chiaro)	1.2

Tabella 6. Prove HVSR – frequenza f_0

Commentando, a livello qualitativo, i risultati ottenuti è possibile evidenziare quanto segue:

- i siti di Cesio e Colle San Bartolomeo non evidenziano contrasti di impedenza significativi; infatti i valori H/V ottenuti, pari rispettivamente a 2,3 e 2,2, sono al limite inferiore di identificabilità secondo il criterio Sesame e sono tipici della situazioni di basso contrasto caratterizzate dal range 2<H/V<3. Questo può verosimilmente essere spiegato con la presenza di una copertura superficiale di ridotto spessore o con il progressivo aumento della velocità del substrato più probabile per la Formazione di San Bartolomeo dell'omonimo sito (si evidenzia la morfologia molto larga e la ridotta chiarezza del picco del Colle San Bartolomeo come anche riscontrato con il test di affidabilità e chiarezza)
- i siti di Arzeno e Cartari evidenziano valori di H/V (rispettivamente 3,7 e 4,2) appena superiori al valore limite delle zone caratterizzate da risonanza per le quali vale H/V>3; i due siti sono verosimilmente associabili a situazioni locali di modesto contrasto di impedenza tra la copertura ed il substrato rigido
- per una prima stima sommaria dello spessore della copertura nei due casi di Arzeno e Cartari (si assume un sistema a due strati costituito dalla copertura "soffice" superficiale su substrato rigido), è stata utilizzata la relazione fo=Vs/4h. Misurati i valori di fo e assumendo per la copertura soffice una Vs=100 m/s si ottengono valori dello spessore h pari a 2,5 m e 4,8 m rispettivamente per Arzeno e Cartari; questi valori risultano coerenti con gli spessori ipotizzati in sede di rilevamento

6.3 MICROZONAZIONE SISMICA

Lo studio di microzonazione sismica è stato sviluppato secondo il primo livello qualitativo di approfondimento detto "Livello 1" che è quello tipico dello strumento urbanistico generale (PUC).

L'attività è partita dalla base della cartografia tematica già esistente e più in particolare dalla "Cartografia conoscitiva propedeutica agli studi di microzonazione sismica di 1° livello per i Comuni 3S".

Tale cartografia è stata redatta dalla Regione Liguria Dipartimento Ambiente Settore Assetto del Territorio in collaborazione con il DIPTERIS dell'Università di Genova che ha utilizzato come basi i dati delle carte dei Piani di Bacino dell'Impero e dell'Arroscia e del catalogo frane IFFI (non erano invece disponibili, a parte 3 stratigrafie di pozzetto relative ad un unico sito molto localizzato, indagini geognostiche rappresentative delle situazioni stratigrafiche del territorio comunale).

Lo studio di microzonazione sismica del PUC ha, grazie alle informazioni raccolte con il rilevamento geologico-geomorfologico di maggior dettaglio del territorio comunale e con le indagini eseguite, ulteriormente approfondito e specializzato i dati di base poi utilizzati per la stesura della "Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica".

I punti principali che hanno guidato la stesura della Carta dell MOPS sono:

- la perimetrazione dell'area studiata ricalca nella sostanza quella della Carta propedeutica MOPS Regione-Dipteris con parziali allargamenti locali in funzione dei limiti delle aree urbanistiche
- sono stati utilizzati i criteri e lo schema di legenda indicati nel volume "Indirizzi e criteri per la microzonazione sismica" della Protezione Civile Nazionale

- le aree con affioramento della Formazione di Testico sono state classificate, in linea con la Carta MOPS Regione-Dipteris, come Zona Stabile non suscettibile a fenomeni di amplificazione locale (Zona 1). Questa formazione è stata classificata come substrato con grado di fratturazione Jv di Palmstrom (2005) compreso tra 24<Jv<31; a questo range corrisponde un range di R.Q.D. pari a 35<RQD<12 (ottenuto con la relazione RQD=115-3,3Jv) che ha una buona corrispondenza con le evidenze degli affioramenti rocciosi
- le aree con affioramento della Formazione di San Bartolomeo sono state classificate, in linea con la Carta MOPS Regione-Dipteris, come Zona Stabile suscettibile di fenomeni di amplificazione locale (Zona 2) caratterizzato da un substrato di natura argillitica con Vs<800 m/s
- sono state distinte altre tre zone suscettibili di fenomeni di amplificazione locale (Zona 3, 4 e 5) caratterizzate da coperture detritiche medio-potenti o potenti su substrato roccioso; le coperture sono sia naturali sia di riporto antropico
- altra categoria distinta è quella delle “Zone suscettibili di instabilità” distinte in attive, quiescenti e inattive e caratterizzate per natura del cinematismo
- sono state inoltre cartografate le “Forme di superficie” che possono causare amplificazioni locali e cioè i versanti con acclività > 15° (aree riprese dalla Carta MOPS Regione-Dipteris), i picchi isolati, le creste e gli orli di scarpata
- in ultimo è stata inserita una “Nota di attenzione” per i settori in Formazione di Testico di possibile risentimento delle lineazioni di faglia che, per grado di fratturazione e tettonizzazione dell’ammasso roccioso affiorante/di substrato, potrebbero sconfinare nei materiali con Vs<800 m/s.
- per quanto riguarda il fenomeno della liquefazione (rif. contenuti NTC2008) è possibile affermare che la natura litologico-stratigrafica e le condizioni idrogeologiche del territorio portano ad escludere tale fenomeno nel Comune di Cesio.

7. ZONIZZAZIONE GEOLOGICO-TECNICA

7.1 ZONE DISTINTE

I principali parametri utilizzati e incrociati per la zonizzazione geologico-tecnica sono la natura litologica e in grado di fratturazione-alterazione dell'ammasso roccioso, lo spessore delle coperture detritiche correlato alla natura del substrato, il grado di suscettività al dissesto di aree di superficie significativa rispetto alla scala dello studio e di restituzione delle carte.

La giacitura delle formazioni rocciose è stata ritenuta poco discriminante; infatti, pur avendo rilevato variazioni locali della stessa per la presenza di pieghe (queste variazioni saranno poi analizzate dal professionista nei singoli progetti), essa è risultata in generale a reggipoggio-traverpoggio nella pressochè totalità del territorio comunale.

Stessa valutazione è stata fatta per il parametro acclività che, proprio per l'assetto geostrutturale pressochè costante delle formazioni rocciose, mantiene una omogeneità generale, entro un range non ampio, in tutto il territorio comunale.

Si evidenzia inoltre che, per cercare di correlare il più possibile la "Carta della zonizzazione geologico-tecnica" con la "Carta della pericolosità o della suscettività al dissesto" del Piano di Bacino, è stato scelto di classificare le aree che hanno evidenziato caratteristiche di pericolosità confrontabili con le classi "Pg4", "Pg3a" e "Pg3b" con una sigla analoga e più precisamente zone "4", "3A" e "3B".

Tra quelle classificate "4", "3A" e "3B" quelle coincidenti, allo stato attuale di aggiornamento della "Carta della pericolosità", con le classi "Pg4", "Pg3a" e "Pg3b" di Piano di Bacino sono state evidenziate con un rigato nero diagonale.

Si segnala che, ancora in analogia con il Piano di Bacino, il livello delle problematiche geologiche delle diverse sottozone aumenta in ordine alfabetico contrario.

Sulla base dei parametri sopra citati sono state distinte 4 zone principali alle quali corrispondono, a livello qualitativo, problematiche geologico-tecniche potenziali crescenti dalla prima alla quarta.

La Carta della zonizzazione geologico-tecnica" (tavv. G7A-G7B) riporta, in forma sintetica, tutte le informazioni della Carta delle MOPS.

Si elencano ora nel dettaglio le diverse zone (vedi "Carta della zonizzazione geologico-tecnica" allegata - tavv. G5A-G5B);

ZONE 1 Aree di versante con problematiche geologico-tecniche di entità da modesta a media

Zona 1C: area di versante con roccia affiorante o sub-affiorante in condizioni geomeccaniche medie: litologia prevalente calcareo-marnosa a media resistenza, ammasso in genere da fratturato a molto fratturato, alterazione dell'ammasso limitata ai primi metri superficiali (Calcari ad Elmintoidi)

Zona 1B: area di versante con roccia affiorante o sub-affiorante in condizioni geomeccaniche da scadenti a medie: litologia prevalente marnosa a debole-media resistenza, ammasso in genere da fratturato a molto fratturato sino a tettonizzato, alterazione e decompressione dell'ammasso in genere approfondita per diversi metri dal piano campagna (Formazione di Testico). Tali aree corrispondono alla Zona 1 della Carta delle MOPS

Zona 1C: area di versante con roccia affiorante o sub-affiorante in condizioni geomeccaniche da scadenti a molto scadenti: litologia prevalente argillitica a debole resistenza, ammasso in genere da molto fratturato a tettonizzato, alterazione e decompressione dell'ammasso in genere approfondita per parecchi metri dal piano campagna (Formazione di San Bartolomeo). Tali aree corrispondono alla Zona 2 della Carta delle MOPS

ZONE 2 Aree di versante con problematiche geologico-tecniche di entità da media a significativa

Zona 2D: area di versante con coperture detritiche poco potenti (1,0-3,0m) su substrato in condizioni geomeccaniche medie (Calcari ad Elmintoidi)

Zona 2C: area di versante con coperture detritiche poco potenti (1,0-3,0m) su substrato in condizioni geomeccaniche da medie a scadenti (Formazione di Testico). Tali aree corrispondono alla Zona 1 della Carta delle MOPS

Zona 2B: area di versante con coperture detritiche poco potenti (1,0-3,0m) su substrato in condizioni geomeccaniche da scadenti a molto scadenti (Formazione di San Bartolomeo). Tali aree corrispondono alla Zona 2 della Carta delle MOPS

Zona 2A: area di versante con coperture detritiche da mediamente potenti a localmente potenti (>3,0m). Tali aree corrispondono alle Zone 3,4 e 5 della Carta delle MOPS

ZONE 3 Aree di versante con problematiche geologico-tecniche di entità da significativa a rilevante

Zona 3B: area di versante con coperture detritiche da mediamente potenti a potenti (>3,0m) e con indicatori geomorfologici diretti ovvero indiretti che individuano un livello di pericolosità delle frane quiescenti. Tali aree corrispondono alle aree FRi della Carta delle MOPS

Zona 3A: area di versante con coperture detritiche da mediamente potenti a potenti (>3,0m), classificabili non in frana quiescente, prive al momento di movimenti gravitativi ma con indicatori geomorfologici indiretti di elevata suscettibilità al dissesto. Tali aree corrispondono alle aree FRq della Carta delle MOPS

ZONE 4 Aree di versante con problematiche geologico-tecniche di entità da rilevante a molto rilevante

Aree di versante in cui sono rilevabili indicatori geomorfologici diretti di movimenti gravitativi in atto (frana attiva). Tali aree corrispondono alle aree FRa della Carta delle MOPS

La Carta riporta il limite del vincolo idrogeologico (L.R. n..4 del 22.01.1999 e s.m.i. "Norme in materia di foreste e di assetto idrogeologico") che è stato digitalizzato dalle mappe catastali del Corpo Forestale di Imperia passando da una scala di dettaglio al 1:2000 al 1:5000; si evidenzia, di conseguenza che, pur essendo consigliabile comunque una verifica sulle mappe catastali riportanti il limite del vincolo idrogeologico (uffici di riferimento: Corpo Forestale e Provincia di Imperia), per le aree prossime al limite tale verifica è obbligatoria e necessaria.

Si evidenzia, in ultimo, che la Carta riporta anche le zone vincolate di protezione delle sorgenti idropotabili (art. 94 D.Lgs 152/2006, ex D.P.R. 236/1988).

Per quanto riguarda le norme attuative, per ogni classe della zonizzazione, che dovranno accompagnare i livelli della progettazione successivi al P.U.C., si rimanda alle **"Norme geologiche di attuazione del PUC"**.

7.2 DIFFERENZE RISPETTO AL PIANO DI BACINO

Lo studio geologico di P.U.C. ha introdotto, rispetto al Piano di Bacino vigente, alcune nuove aree 3B, 3A e 4 alle quali rispettivamente corrispondono un grado di suscettività Pg3B, Pg3A e Pg4 (rif. "Carta zonizzazione geologico-tecnica").

Le nuove aree 3B sono tre, di cui due localizzate nella zona della ex casa cantoniera ed una corripondente con il volume di riporto antropico sito lungo la ex SS28 poco prima dell'abitato di Cesio.

Delle due prime 3B, una corrisponde alla parte alta, con morfologia sub-pianeggiante, della piccola paleofrana mentre l'altra circonda l'area 3A di Piano di Bacino; entrambe presentano indizi geomorfologici indicativi di deformazioni plastiche secondo meccanismi che possono essere classificati a cinematica ridotta.

La nuova area 3A corrisponde alla parte bassa della paleofrana appena sopra citata che risulta caratterizzata da una pendenza media maggiore e da fenomeni di scalzamento al piede da parte del Rio della Valle.

La nuova area 4 corriponde alla frana attiva di dimensioni ridotte, ubicata poco lontano dal Capoluogo di Cesio in loc. Colombera.

Per le nuove aree elencate si evidenzia l'opportunità di proporre una eventuale Variante al Piano di Bacino secondo le procedure indivduate dalla L.R. 58/09, supportate da idonea documentazione come prescritto dalla DGR 471/2010.

8. ANALISI E PRESCRIZIONI GEOLOGICHE DEGLI AMBITI URBANISTICI SIGNIFICATIVI

In questo paragrafo vengono analizzati, in rapporto alle caratteristiche geologiche emerse nello studio del territorio, gli ambiti urbanistici più significativi del PUC e più in particolare le aree TUS, TUL1, TUL2 e ARD.

Nell'ambito di tale analisi vengono evidenziate le possibili criticità connesse ai potenziali nuovi interventi edificatori.

Le valutazioni espresse in questo paragrafo hanno lo scopo di fornire, al livello attuale di indagine di PUC, *gli elementi critici generali e le prescrizioni di riferimento per gli studi geologici di approfondimento che saranno sviluppati poi nell'ambito dei singoli progetti edilizi s.l. (fabbricati, box, strade di pertinenza, opere di sostegno, ecc); tali valutazioni-prescrizioni rappresentano quindi un riferimento di cui il geologo incaricato dovrà tenere conto oltre alle "Norme geologiche di attuazione".*

Nel capoluogo Cesio (foto 1-6 Atlante fotografico) e nelle frazioni di Arzeno (foto 7-12 Atlante fotografico), Colle San Bartolomeo (foto 13-22 Atlante fotografico) e Cartari (foto 23-28 Atlante fotografico), gli ambiti di TUS, TUL1, TUL2 e TUL/TA sono previsti in un contesto geomorfologico di versante (solo alcuni settori delle aree TUS, coincidenti con il centro storico in s.s,. ricadono in ambito di crinale).

In tale contesto gli interventi edificatori ricadono in situazioni diversificate di roccia sub-affiorante (zona 1B e 1B) e di copertura detritica poco potente (zona 2C – spessore presunto copertura 1-3m) e di copertura da mediamente potenti a localmente potenti (zona 2C – spessore presunto >3,0m).

Il substrato roccioso è rappresentato dalla Formazione di Testico nel capoluogo Cesio e nelle frazione di Cartari; nella frazione di Arzeno dalla Formazione di Testico e da quella di San Bartolomeo mentre nella frazione di Colle San Bartolomeo solo dall'omonima formazione geologica.

Si elencano per tali ambiti le seguenti ***prescrizioni tecniche***.

In queste aree le problematiche geologico-tecniche connesse ai nuovi interventi sono principalmente legate alla presenza di coperture detritiche di qualità geotecnica medio-bassa a volte in presenza di circolazioni d'acqua, alle caratteristiche in genere scadenti degli ammassi rocciosi, alla pendenza del pendio e alla regimentazione delle acque superficiali.

Più in particolare si evidenzia che in contesti di versante, come quelli in esame, l'inserimento dei nuovi interventi edilizi progettati comporteranno scavi più o meno importanti con fronti in roccia, nelle aree di roccia affiorante, e di natura mista terrosa-rocciosa nelle aree con coperture detritiche. Su questi fronti di sbancamento le maggiori criticità, in termini di instabilità, sono riferite, anche in relazione alla piovosità del periodo dei lavori di costruzione, soprattutto alla copertura detritica mentre l'assetto tendenzialmente a reggipoggio-traverpoggio del piede roccioso dovrebbe garantire una sostanziale stabilità dello stesso, almeno nel breve termine; la possibile presenza di pieghe strutturali del substrato non esclude comunque la possibilità e quindi la verifica di eventuali variazioni locali, non prevedibili alla scala del presente studio, verso un assetto a franapoggio che potrebbe rendere critico anche il piede roccioso.

Si evidenzia comunque che eventuali condizioni geomeccaniche scadenti dell'ammasso roccioso (alterazione, destrutturazione, decompressione e tettonizzazione della roccia) coinvolto dagli scavi possono generare, specie nei periodi di maggiore piovosità, situazioni di instabilità dei fronti di scavo e di sbancamento.

Di conseguenza, in funzione delle condizioni stratigrafiche locali, rilevate all'atto dello studio geologico del singolo intervento edilizio s.l., e della effettiva piovosità del periodo dei lavori, dovranno essere scelte, in fase di progetto del singolo intervento, tutte le necessarie cautele costruttive per la fase degli scavi di sbancamento (scavo a campioni con

pendenze delle scarpate calibrate alle caratteristiche del terreno locale, opere provvisionali di sostegno tipo paratia di pali, teli in pvc di protezione, ecc), affinchè gli stessi possano realizzarsi in sicurezza per le maestranze e senza ripercussioni sull'attuale stabilità morfologica dei diversi siti e del loro intorno e soprattutto delle eventuali strade e manufatti eventualmente presenti in posizione soprastante.

Eventuali volumi di terreno in riporto dovranno essere adeguatamente sostenuti con opere fondate sul substrato roccioso.

Le fondazioni, sia dei fabbricati sia delle opere di sostegno, dovranno essere impostate, nelle due direzioni valle-monte e parallela al pendio, sul substrato roccioso facendo in modo di superare la copertura terrosa superficiale ed il primo cappellaccio più alterato dello stesso substrato; situazioni disomogenee fondazionali, parte su roccia e parte su detrito, specialmente nella direzione valle-monte delle strutture, possono infatti innescare negative fessurazioni e instabilità dei nuovi fabbricati e opere.

Sull'aspetto fondazionale si evidenzia che, in termini generali, il substrato nella Formazione di Testico, ha caratteristiche geomeccaniche, e quindi di resistenza e deformabilità, migliori rispetto alla Formazione di San Bartolomeo; le caratteristiche dell'ammasso dovranno comunque essere puntualmente verificate, all'atto del singolo progetto, in funzione della effettiva situazione geologica e geostrutturale locale che può condizionare lo stato di fratturazione e tettonizzazione del substrato stesso.

Sempre circa l'aspetto fondazionale, ma anche per la valutazione della stabilità globale della nuova opera sul versante, si segnala che la Formazione di San Bartolomeo, rispetto alla Testico, è caratterizzata, in generale, da uno spessore maggiore del "cappellaccio di alterazione" che, in condizioni di marcata tettonizzazione e presenza d'acqua, può raggiungere valori di diversi metri.

Per ambedue le formazioni, ma soprattutto per la San Bartolomeo, quando la matrice argillosa dovesse risultare la frazione caratterizzante il cappellaccio, lo stesso cappellaccio deve essere assimilato, come caratteristiche e comportamento geotecnico, specie se in presenza d'acqua, più a una terra che a una roccia tenera; di questa condizione dovrà esserne tenuto in debito conto, da parte del progettista, nella valutazioni geotecniche fondazionali, nella fase esecutiva degli scavi di sbancamento e nelle verifiche di stabilità globale dell'intervento sul versante.

La tipologia fondazionale dovrà adattarsi al quadro geologico-tecnico accertato e dipenderà principalmente dalla profondità del substrato roccioso e dalla stabilità locale dei terreni.

La morfologia pendente di versante impone attenzioni particolari nel mantenimento di una corretta regimazione delle acque superficiali.

Alla scala della dell'area del singolo intervento, dovranno essere previste tutte quelle opere (pluviali, tubazioni, tombini, cunette, ecc) atte a garantire un razionale allontanamento delle acque meteoriche, nel rispetto dell'equilibrio geoidrologico del versante e del sistema idrografico e idraulico attuale.

A tale riguardo, nelle situazioni in cui è presente una strada (comunale o provinciale) in posizione soprastante al sito di un nuovo intervento, dovrà essere verificata, all'atto del singolo progetto, la corretta funzionalità delle opere di canalizzazione e smaltimento delle acque raccolte dalla piattaforma della strada stessa che, nel caso non fosse garantita, potrebbe innescare sui nuovi terreni edificabili, in caso di precipitazioni piovose, sia durante il corso d'opera sia nel lungo termine, problemi di instabilità.

Gli interventi dovranno inoltre esser studiati in modo da minimizzare, per quanto possibile, la realizzazione di nuove superfici di impermeabilizzazione dei terreni.

In caso di presenza di coperture detritiche impregnate d'acqua dovrà essere valutata l'opportunità dell'esecuzione di sistemi di drenaggi a bonifica della zona.

In ultimo si evidenzia che il grado di simicità della zona impone che tutti i progetti di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali dovranno, di conseguenza, essere sviluppati con criteri antisismici ed in particolare dovranno essere rispettate le Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e s.m.i..

La caratterizzazione sismica dei terreni del sito dovrà comprendere lo studio della risposta e amplificazione sismica locale.

Per le aree oggetto di strumento urbanistico operativo di attuazione del PUC dovrà essere sviluppato il livello 2 della Microzonazione sismica ai sensi della D.G.R. n. 471/2010, della D.G.R. n. 714 del 21-06-2011 "Specifiche tecniche relative ai criteri e linee guida regionali per l'approfondimento degli studi geologico-tecnici e sismici a corredo della strumentazione urbanistica comunale, ad integrazione della D.G.R. n. 471/2010" e degli indirizzi e criteri della Protezione Civile Nazionale.

Per il progetto di opere pubbliche e/o strategiche è obbligatorio il livello 3 della microzonazione sismica da svilupparsi ai sensi delle D.G.R. appena sopra citate e degli indirizzi e criteri della Protezione Civile Nazionale; il livello 3 potrà essere applicato anche per le aree in cui possono essere presenti condizioni di pericolosità locale che possono determinare significativi incrementi del rischio.

Si analizzano, ora di seguito, in rapporto alle caratteristiche geologiche emerse nello studio del territorio, gli ambiti urbanistici codificate come ARD (distretti di trasformazione produttivi); queste sono in particolare l'area ARD della zona dello svincolo per Arzeno dalla Variante alla SS28 (foto 29-32 Atlante fotografico) , l'area ARD a monte e a valle della strada che dallo svincolo appena citato raggiunge la discarica di inerti in località Costione (foto 33-39 Atlante fotografico) e l'area ARD della zona ex Casa Cantoniera della ex SS28 in località Prato Grande (foto 40-53 Atlante fotografico).

Si elencano per questi ambiti le seguenti valutazioni e prescrizioni tecniche.

L'area del distretto produttivo ARD della zona dello svincolo per Arzeno dalla Variante alla SS28 è caratterizzata da una morfologia relativamente pendente e con roccia sub-affiorante o coperture detritiche poco potenti; per questa, al livello attuale di studio, non sono state rilevate pregiudiziali geologiche particolari alla fattibilità degli interventi in progetto, fermi restando il rispetto e l'applicazione delle stesse prescrizioni geologiche indicate più sopra per gli ambiti TUS, TUL1, TUL2.e TUL/TA.

Si evidenzia comunque per questa prima area, come elementi geologici di attenzione e di valutazione all'atto del progetto di eventuali insediamenti produttivi, la presenza di un substrato roccioso in Testico da molto fratturato a tettonizzato (foto 30 Atlante) e di dissesti superficiali ed erosioni superficiali immediatamente a valle dell'area stessa (rif. foto 31 Atlante e Carta Geomorfologica).

L'area ARD a monte e a valle della strada che dallo svincolo per Arzeno della Variante SS28 raggiunge la discarica di inerti in località Costione, insiste su un settore di versante in roccia da affiorante a sub-affiorante rappresentata dalla formazione argillitica di San Bartolomeo; l'assetto della roccia è, a meno di pieghe locali, nell'insieme a reggipoggio.

Le pendenze del pendio risultano significative nel settore centrale e in quello sottostrada; sono invece relativamente più blande nel settore orientale della ARD.

La natura argillitica della formazione subaffiorante ha favorito l'innesco di fenomeni di erosione diffusa sulle scarpate e concentrata nei fossi, probabilmente ascrivibili ad una non corretta regimentazione delle acque defluenti sulla strada soprastante che risale verso Cesio e /o provenienti ancora più da monte.

Per questa area, al livello attuale di studio, non sono state rilevate pregiudiziali geologiche particolari alla fattibilità degli interventi in progetto, fermi restando il rispetto e l'applicazione delle stesse prescrizioni geologiche indicate più sopra per gli ambiti TUS, TUL1, TUL2.e TUL/TA; particolare attenzione dovrà essere posta all'esecuzione degli scavi nei due settori a maggiore pendenza, alla verifica di stabilità globale dell'intervento sul pendio e all'aspetto della regimentazione delle acque provenienti dalla strada soprastante e dal versante più a monte.

Per l'area ARD della zona ex Casa Cantoniera della ex SS28 in località Prato Grande (foto 40-53 Atlante fotografico), si evidenzia quanto segue.

L'area in questione è caratterizzata dalla presenza della formazione argillitica di San Bartolomeo; l'ammasso risulta in affioramento, a seconda dei settori rilevati, da molto fratturato a spesso tettonizzato.

Il rilevamento geomorfologico ha permesso di perimetrare le aree con roccia sub-affiorante da quelle con coperture detritiche di spessore differente.

Più in particolare, partendo dal bivio verso Torria e scendendo lungo la ex SS28, si incontrano in successione:

- una prima forma ad impluvio, piuttosto ampia, caratterizzata da un accumulo potente che è stato inquadrato come un corpo di paleofrana; il settore sotto strada di questo accumulo (testa del paleoaccumulo) ha una morfologia sub-pianeggiante (rif. foto 52 e 53)
- un dosso morfologico in cui la roccia argillitica è da affiorante a sub-affiorante; la giacitura locale risulta immergente a sud sud-ovest e quindi a reggipoggio rispetto al pendio; gli affioramenti evidenziano uno spessore del cappellaccio roccioso dell'ordine di alcuni metri (rif. foto 41 e 42)
- una seconda forma ad impluvio caratterizzata da una copertura mediamente potente stimata maggiore di 3 m.

Lo spessore del cappellaccio di alterazione della formazione argillitica di substrato è stato stimato dell'ordine di qualche metro; i "tagli" in esposizione di questo cappellaccio hanno evidenziato la presenza di una abbondante matrice argillosa che porta ad assimilare il cappellaccio stesso, come caratteristiche e comportamento geotecnico, specie se in presenza d'acqua, più a una terra che a una roccia tenera.

Nel settore di monte della paleofrana è presente una sorgente la cui portata varia con la piovosità stagionale; nei periodi di precipitazioni durature diventa significativa e va ad alimentare le infiltrazioni nell'accumulo.

Nel paleoaccumulo è stato inoltre rilevato un pozzo superficiale, in muratura a secco, che è indicativo, insieme alla vegetazione idrofila presente, della presenza di circolazioni d'acqua significative nell'accumulo stesso, di entità proporzionale alla piovosità stagionale.

In corrispondenza ai tratti della strada corrispondenti ai due impluvi sono stati rilevati evidenti indicatori 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.

La pavimentazione stradale è lesionata e ribassata in più punti (rif. foto 45,46 e 47); sono rilevabili inoltre rotture e rotazioni dei muretti a monte e rifacimenti del cordolo di valle dove lo stesso, nel tempo, è traslato e ribassato in maniera significativa (rif. foto 48 e 49).

Nell'ambito di un cinematismo ridotto sembra che lo stesso, come risulta dalle notizie storiche raccolte dai residenti e dagli uffici comunali, si riattivi soprattutto in occasione dei periodi piovosi intensi e duraturi avendo invece periodi di rallentamento o relativa stabilità nelle stagioni meno piovose o siccitose.

Si evidenzia, in ultimo, per un inquadramento ancora più completo, che l'intervento di placcaggio e consolidamento che è stato eseguito sotto al viadotto della Variante SS28 (rif. foto 50 e 51) potrebbe confermare e essere indicativo di una debolezza intrinseca del locale versante.

Descritto il quadro geologico-geomorfologico della zona possono essere espresse le seguenti valutazioni circa le previsioni urbanistiche in progetto.

Il distretto ARD, localizzato sostanzialmente nella zona sub-pianeggiante di testa del paleoaccumulo, si ritiene possa essere dichiarato fattibile e sostenibile dal punto di vista geologico solamente dopo aver approfondito le conoscenze sul fenomeno di instabilità in termini di tipologia di movimento, geometrie e masse coinvolte e velocità del movimento stesso.

Questo si traduce, in linea con la zonizzazione 3B assegnata, con la necessità che i progetti dei nuovi interventi siano corredati di indagini di maggiore dettaglio (sondaggi, monitoraggi geotecnici, ecc) che arrivino ad evidenziare un livello di suscettività al dissesto tale da consentire gli interventi produttivi previsti.

Considerata la posizione della ARD in testa alla paleofrana, si evidenzia comunque, nel caso la stessa venisse autorizzata e attuata, l'opportunità di contenere, il più possibile, il carico insediativo in progetto.

Particolare attenzione dovrà essere posta comunque all'aspetto della regimentazione delle acque provenienti dalla strada soprastante e dal versante più a monte.

ATLANTE FOTOGRAFICO
ZONE URBANISTICHE SIGNIFICATIVE

CESIO



Foto 1: affioramento della Formazione di Testico nel centro storico del capoluogo



Foto 2: affioramento molto fratturato della Formazione di Testico Ambito TUL2 settore sud



Foto 3: “taglio” di esposizione della copertura detritica nei terrazzamenti della TUL2 settore sud



Foto 4: panoramica sull’ Ambito TUL2 settore ovest



Foto 5: panoramica sugli Ambiti TUS e TUL2 settore sud



Foto 6: panoramica sull’Ambito TUL2 a nord del capoluogo in località Colombera

ARZENO



Foto 7: tipico affioramento della Formazione di S.Bartolomeo nel TUL2 a sud di Arzeno



Foto 8: ammasso tormentato della Formaz. di S.Bartolomeo in prossimità del contatto tettonico sul pendio del TUL2 sud



Foto 9: come foto precedente



Foto 10: terrazzamenti nel TUL2 subito a ovest di Arzeno; affioramento della Formazione di Testico alla base del muro a secco



Foto 11: panoramica da sud sul versante del TUL2 (freccia rossa)



Foto 12: panoramica dal versante di Cesio sulla paleofrana di Arzeno (freccia rossa)

COLLE SAN BARTOLOMEO





Foto 13: affioramento della Formazione di S.Bartolomeo con assetto stratificato regolare (subito a monte dell'abitato)



Foto 14: assetto verticalizzato della formazione in un settore di faglia (inizio della S.P. per Caravonica)



Foto 15: assetto blandamente pieghettato (primo tratto della S.P. per Caravonica)

Foto 16: piega serrata alla scala metrica nella Formazione San Bartolomeo

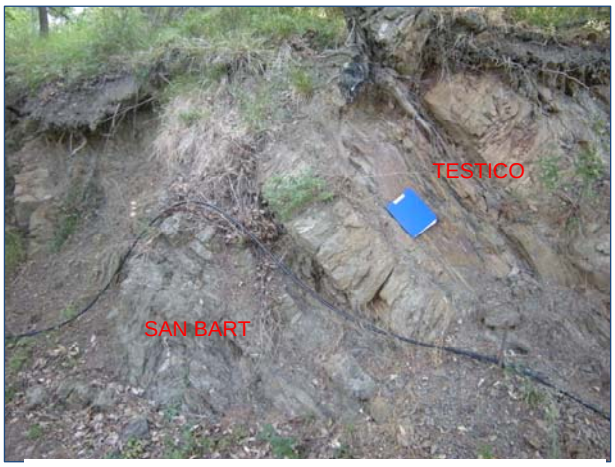


Foto 17: ripiegamento tra le due formazioni in prossimità del contatto



Foto 18: contatto tra le due formazioni nel bivio tra la ex SS28 e la strada per Cartari



Foto 19: vista sull'Ambito TL1 a valle della frazione di Colle San Bartolomeo



Foto 20: affioramento sul lato ovest dell'Ambito TL1 a valle della frazione



Foto 21: vista sull'Ambito TL1 a valle della frazione di Colle San Bartolomeo



Foto 22: vegetazione idrofila presente a valle dell'Ambito TL1

CARTARI



Foto 23: affioramento della Formazione di Testico in ingresso alla Frazione



Foto 24: taglio stradale nella Formazione di Testico con assetto stratificato regolare



Foto 25: affioramento tettonizzato in Testico in prossimità del Cimitero



Foto 26: vista sulla paleofrana a nord dell'abitato di Cartari



Foto 27: panoramica, da est, sull'Ambito TUL2



Foto 28: panoramica, da ovest, sull'Ambito TUL2

ZONA ARD
PROSSIMA SVINCOLO PER ARZENO DA VARIANTE S.S.28



Foto 29: panoramica, dal versante di Arzeno, della zona dello svincolo



Foto 30: sulla scarpata è rilevabile il contatto tra le due formazioni



Foto 31: l'area ARD in progetto è caratterizzata da roccia sub-affiorante con assetto in genere tettonizzato



Foto 32: affioramento in Testico tettonizzato

ZONA ARD
PROSSIMA DISCARICA VARIANTE S.S.28



Foto 33: panoramica sul versante dove è prevista la zona ARD prossima alla discarica di inerti



Foto 34: affioramento della S.Bartolomeo lungo stradina di arrivo alla discarica di inerti



Foto 35: cappellaccio di alterazione di un affioramento locale della S.Bartolomeo



Foto 36: affioramento locale della formazione S.Bartolomeo



Foto 37: vista su una porzione della ARD dalla stradina di arrivo alla discarica di inerti



Foto 38: vista sulla parte della ARD sopra alla stradina di arrivo alla discarica di inerti



Foto 39: l'area della ARD in progetto evidenzia problemi di erosione diffusa e incanalata

ZONA ARD
EX CASA CANTONIERA EX S.S.28



Foto 40: panoramica, da Cesio, sulla zona ARD nell'area ex Casa Cantoniera



Foto 41: taglio locale nel cappellaccio di alterazione della Formazione di San Bartolomeo



Foto 42: taglio locale nel cappellaccio di alterazione della Formazione di San Bartolomeo



Foto 43: taglio locale sul passaggio cappellaccio-primo substrato



Foto 44: affioramento della Formaz. San Bartolomeo con assetto verticalizzato e tettonizzato per faglia (bivio per Torria)



Foto 45: lesioni e avvallamento evidenti della sede stradale in corrispondenza del bivio per Torria; la lesione interessa il muretto di pietra e risale verso monte



Foto 46: lesioni e avvallamento evidenti della sede stradale



Foto 47: lesioni e avvallamento evidenti della sede stradale



Foto 48: la foto evidenzia, sul lato valle strada, un vecchio cordolo traslato e ribassato e poi abbandonato e rifatto (vista da monte)



Foto 49: come foto precedente (vista da valle)



Foto 50: l'intervento di placcaggio e consolidamento sotto il viadotto è indicativo di una debolezza intrinseca del pendio locale



Foto 51: dettaglio sull'intervento di placcaggio e consolidamento (spritz e tiranti) di cui alla foto precedente



Foto 52: foto d'insieme sulla testa della paleofrana (Zona ARD) caratterizzata da una morfologia sub-pianeggiante (vista da valle)



Foto 53: come foto precedente (vista da monte)

STRADA EX S.S.28



Foto 54: affioramento in Testico con termini prevalentemente marnosi



Foto 55: affioramento in Testico con termini prevalentemente arenacei



Foto 56: Formazione di Testico: dettaglio sulle alternaze torbiditiche



Foto 57: pieghe nella Formazione di Testico

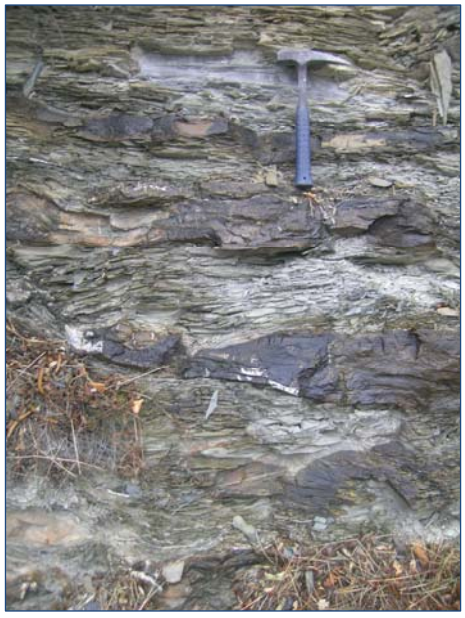


Foto 58: Formazione di Testico: dettaglio



Foto 59: esempio di dissesto sulla scarpata di monte della ex SS28 (Formazione di Testico)



Foto 60: esempio di dissesto sulla scarpata di monte della ex SS28 (Formazione di Testico)



Foto 61: esempio di dissesto sulla scarpata di monte della ex SS28 (Formazione di Testico)



Foto 62: esempio di dissesto sulla scarpata prossima al bivio tra ex SS28 e la Strada per Cartari (contatto tettonizzato tra le formazioni di Testico e San Bartolomeo)

SETTORE DI DISTURBO LINEAZIONE DI FAGLIA
ZONA PASSO DEL GINESTRO e RIO RIANETTO



Foto 63: scarpata che evidenzia, nel settore di risentimento della faglia, un ammasso tettonizzato completamente destrutturato



Foto 64: dettaglio della scarpata di cui alla foto precedente



Foto 65: tratto di passaggio progressivo tra le condizioni di ammasso completamente destrutturato e di ammasso in cui si riinizia a riconoscere la struttura stratificata



Foto 66: tratto in cui si riinizia a riconoscere la struttura stratificata



Foto 67: la freccia rossa indica la frana attiva rilevata in corrispondenza del settore di risentimento della faglia del Rio Rianetto presso Cesio loc. Colombera



Foto 68: dettaglio sulla frana di cui alla foto precedente