



Regione Lombardia



Provincia di Brescia

Comune di Ono San Pietro

STUDIO GEOLOGICO A SUPPORTO DEL PIANO DI GOVERNO DEL TERRITORIO

ART. 57, comma 1, lettera a della L.R. 12/05

STUDIO CONFORME AI CRITERI ATTUATIVI DELLA L.R. 12/05
DI CUI ALLA D.G.R. n.8/1566 del 22/12/2005 E SUCCESSIVI AGGIORNAMENTI

N°TAVOLA

01

RELAZIONE GENERALE

Data: **gennaio 2009**

N° progetto: **0712843**

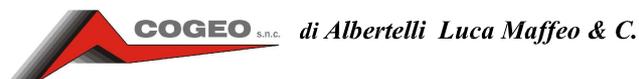
Redatto da: **Francesca Giacomini**

AGGIORNAMENTI E REVISIONI		Data	Descrizione	Redatto	Controllato	Approvato
	c					
	b					
	a					

Collaborazione professionale:

Dr. Geol. Luca Maffeo Albertelli

Progettazione, coordinamento, implementazione dati e grafica:



Uffici: Via Montegrappa, 41 - 25060 Rogno (BG) Tel. e fax 035 4340011
Sede amministrativa: Piazza Mercato, 5 - 25051 Cedegolo (BS)
Tel. e fax 035 4340011

www.cogeo.info
e-mail: cogeo@cogeo.info

SOCIETA' CERTIFICATA
ISO 9001 / UNI EN ISO 9001 - ED.2000



GEOLOGIA - GEOTECNICA - GEOLOGIA AMBIENTALE INDAGINI GEOTECNICHE E GEOGNOSTICHE

INDICE

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -	2
1.0 PREMESSA	2
1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	3
1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI	3
1.2.1 Elementi geologico – strutturali	3
1.2.2 Cenni caratteristiche litotecniche	10
1.2.3 Elementi geotecnici	11
1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E METEO-CLIMATICO	15
CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO -	17
2.0 PREMESSA	17
2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI ONO SAN PIETRO	18
ASPETTI GENERALI	18
ANALISI DI 1 ^A LIVELLO	20
CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –	22
3.0 PREMESSA	22
3.1 CARTA DI SINTESI	22
3.2 CARTA DEI VINCOLI	22
3.3 CARTA DI FATTIBILITA'	23
Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni	23
Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni	23
Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni	23
Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni	24

CAPITOLO 1 - CONSIDERAZIONI GENERALI -

1.0 PREMESSA

Su incarico del Comune di Ono San Pietro si è proceduto alla realizzazione del presente studio per l'adeguamento del Piano di Governo del Territorio così come previsto dall'articolo 57 della l.r. 12/2005.

Il Comune di Ono San Pietro è dotato di Studio Geologico a supporto del PRG a suo tempo redatto secondo i criteri della l.r. 41/97.

Stante la situazione del quadro geologico del Comune di Ono San Pietro, si è proceduto a:

- Aggiornare lo studio geologico per la componente sismica;
- Aggiornare la Carta della Fattibilità inserendo le aree individuate nel reticolo idrico minore all'interno del territorio comunale;
- Aggiornare la Carta di Sintesi e conseguentemente la Carta della Fattibilità, inserendo le Fasce Fluviali A, B e C del PAI
- Estendere la Carta di Fattibilità all'intero territorio comunale;
- Aggiornare le carte dei Vincoli, di Sintesi e di Fattibilità ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

Il presente studio si compone di 2 tavole descrittive e 7 tavole cartografiche delle quali si fornisce l'elenco:

Tav. 01: *Relazione Generale;*

Tav. 02: *Carta dei Vincoli su CTR 1:10.000;*

Tav. 03: *Carta della Pericolosità Sismica Locale su CTR 1:10.000*

Tav. 04: *Carta di Sintesi su CTR 1:10.000;*

Tav. 04a: *Carta di Sintesi - Territorio Urbanizzato - su volo aerofotogrammetrico scala 1:2.000*

Tav. 05: *Carta di Fattibilità su CTR 1:10.000;*

Tav. 05a: *Carta di Fattibilità - Territorio Urbanizzato - su volo aerofotogrammetrico scala 1:2.000*

Tav. 06: *Carta con legenda uniformata PAI su CTR 1:10.000;*

Tav. 7: *Norme Geologiche di Piano.*

1.1 INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

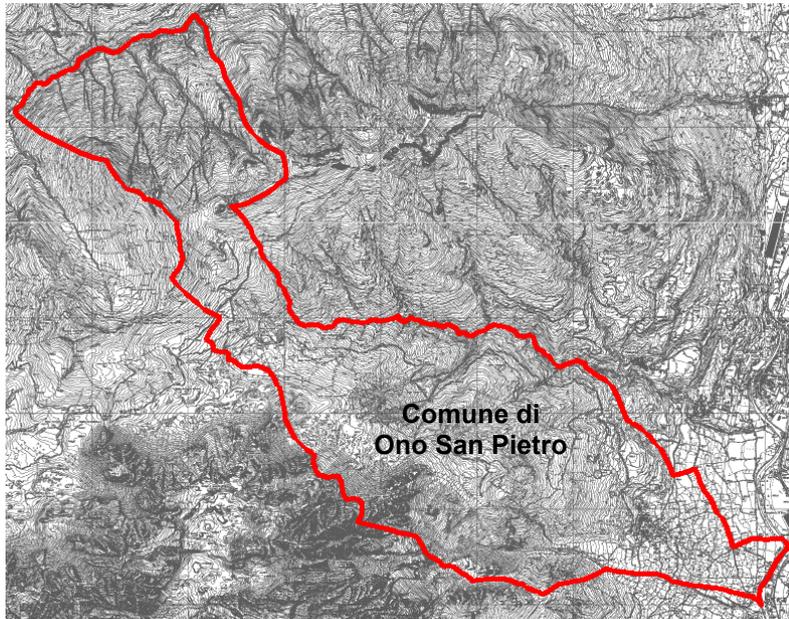


Fig 1 :Comune di Ono San Pietro

L'area presa in esame nel corso del presente lavoro si colloca nella media Valle Camonica, in destra idrografica del Fiume Oglio.

Nella cartografia Tecnica Regionale la zona è compresa nel Foglio D4 alla scala 1:50.000 e nelle Sezioni D3c4 e D3c5 alla scala 1:10.000. Il territorio comunale, con un'estensione pari a quasi 14 Km², confina a nord-ovest con il Comune di Paisco Loveno, a nord-est con il comune di Capo di Ponte; a est con il comune di Ceto e a sud e ad ovest con il comune di Cerveno.

1.2 ELEMENTI GEOLOGICI, GEOTECNICI E STRUTTURALI

1.2.1 Elementi geologico - strutturali

Il territorio del comune di Ono San Pietro è caratterizzato, da nord a sud, dalla presenza del basamento cristallino metamorfico, costituito dai micascisti a biotite, seguito dalla successione sedimentaria tardo paleozoica rappresentata dal Verrucano Lombardo che passa, nel settore più meridionale del territorio, alla successione triassica sedimentaria composta da calcari, calcari marnosi, marne e argilliti.

Di seguito vengono sinteticamente elencati i caratteri litologici delle formazioni:

MICASCISTI A BIOTITE:

I micascisti sono le rocce più abbondanti del basamento cristallino delle Alpi Meridionali.

Si tratta di micascisti grigio-plumbei o grigio-verdastri, generalmente con una foliazione differenziata e marcata da sottili letti di mica chiara e clorite, che si alternano a domini ricchi in quarzo e feldspati.

Nei micascisti sono conservati, in livelli localizzati, biotite, granato e più raramente cloritoide, visibili alla scala mesoscopica, e staurolite visibile al microscopio.

Nel settore a Sud della Linea del Sello, sul versante idrografico sinistro della Val Camonica è conservata andalusite. Sono inoltre presenti plagioclasio, rutilo, ± opachi, ± apatite, ± epidoto, tormalina.

Biotite e granato mostrano vari gradi di cloritizzazione che ne oblitera parzialmente i caratteri distintivi primari.

Porfiroblasti millimetrici di albite si sviluppano in bande parallele alla foliazione regionale, soprattutto quando questa diventa milonitica, più finemente spaziata e con riduzione generale della grana della roccia.

All'interno dei micascisti si riconoscono talora sottili livelli di paragneiss cloritici.

I micascisti contengono intercalazioni gneissiche e filladiche, livelli di quarziti, rari e sottili marmi e anfiboliti, distinti solo dove cartografabili; l'associazione è irregolare in abbondanza relativa e dominanza locale.

Micascisti e quarziti sono la coppia più frequentemente intercalata.

Lo spessore dei micascisti, tenuto conto della complessità delle ripetizioni plicative, non è ragionevolmente prevedibile.

VERRUCANO LOMBARDO:

L'unità è prevalentemente costituita da conglomerati di colore tipicamente da rosso vinato a violaceo, talora verdastro o decolorato per riduzione, a clasti di porfido rosso e di quarzo bianco e rosato, ben più raramente di rocce metamorfiche scistose e/o granitoidi, a selezione moderata e a grado di arrotondamento da medio per i ciottoli di quarzo a buono per i ciottoli vulcanici. Sono intercalate arenarie rosso-violacee grossolane, a ciottoli sparsi o concentrati in rozzi lags, talora con laminazioni incrociate ad alto angolo; siltiti micacee di colore rosso cupo. Questi litotipi prevalenti, in strati e banchi spesso amalgamati, si presentano quasi ovunque organizzati in ciclotemi a gradazione normale e spessi in media da 5 a 15 m, con un

lag conglomeratico di base erosivo sui litotipi più fini alla sommità del ciclotema sottostante. La cementazione, legata alla presenza di quarzo, ematite e minerali argillosi interstiziali, è notevole e fa sì che

questa formazione non di rado dia luogo a pareti acclivi e denudate. Il limite inferiore del Verrucano Lombardo è ovunque discordante su un substrato alquanto eterogeneo; Il limite superiore è ovunque paraconcordante con il Servino.

SERVINO:

Il Servino è costituito da una parte inferiore con arenarie quarzose in abbondante matrice dolomitica, alternate a siltiti dolomitiche e marne, ricche di strutture diagnostiche dell'azione del moto ondoso (ripple-marks simmetrici) e

delle correnti di marea (wavy e linsen bedding) e una parte superiore con marne dolomitiche policrome, dolomie ibride giallastre e siltiti micacee, con ripplemarks per lo più simmetrici e rare intercalazioni di arenarie estremamente fini.

Le strutture sedimentarie, l'elevata maturità tessiturale delle sabbie e i lags a Bivalvi testimoniano nella parte inferiore l'affermarsi di ambienti litorali ad alta energia, da piana tidale sabbiosa a delta-conoide distale .

Il Servino poggia in paraconcordanza sul Verrucano Lombardo. Il passaggio alla soprastante Carniola di Bovegno è quasi ovunque male esposto e tettonizzato. Lo spessore complessivo del Servino si aggira mediamente sui 150 m, con variazioni poco marcate.

CALCARE DI ANGOLO:

Il Calcare di Angolo è rappresentato da calcari grigio scuri e neri in strati pluridecimetrici, amalgamati, frequentemente bioturbati e di aspetto nodulare, con interstrati millimetrico-centimetrici marnosi; localmente sono presenti intercalazioni di orizzonti costituiti da strati più sottili.

I calcari sono in prevalenza fini con locali intercalazioni calcarenitiche con dispersi crinoidi e laminazioni parallele.

Il limite inferiore è con la Carniola di Bovegno; quello superiore è con il Calcare di Prezzo ed è un limite netto, marcato dalla comparsa di marne micacee.

Il contenuto paleontologico del Calcare di Angolo è piuttosto ricco e variato: sono stati riconosciuti crinoidi e foraminiferi. In base al contenuto paleontologico ed alla posizione stratigrafica sottostante

al ben datato C. di Prezzo, l'età del Calccare di Angolo è attribuita all'Anisico Inferiore-Medio.

Il Calccare di Angolo rappresenta un articolato ambiente deposizionale a sedimentazione prevalentemente carbonatica di baia subtidale, caratterizzato da fondali sufficientemente ossigenati per consentire lo sviluppo di una ricca fauna di organismi molli responsabili per la bioturbazione che caratterizza l'unità.

CALCCARE DI PREZZO:

Il Calccare di Prezzo è caratterizzato dall'alternanza ritmica, con spessori decimetrici, di calcilutiti nere spesso marnose e talora bioturbate, in strati da 10 a 40 cm da piano-paralleli a leggermente nodulari, marne e argilliti nere con mica.

Il limite inferiore è costituito dal Calccare di Angolo, con un passaggio quasi sempre netto e caratterizzato dalla comparsa delle marne nere spesso alternate con calcari marnosi; Il limite superiore è con la Formazione di Buchenstein: si tratta di un limite netto, evidenziato dalla comparsa di calcari grigio scuri, generalmente in strati planari, con noduli, liste di selce nera ed intercalazioni di tufiti, e vulcanoclastiti siltoso-arenacee.

FORMAZIONE DI BUCHENSTEIN:

Si tratta di prevalenti calcilutiti con strati da planari a nodulari ricchi in noduli e liste di selce nera ed interstrati argilloso-tufacei. Alla sommità sono maggiormente presenti le intercalazioni di vulcanoclastiti e di tufiti ("pietra verde") in strati decimetrici, localmente anche in banchi di spessore sino a metrico.

Lo studio di alcune microfacies di questa formazione ha evidenziato la prevalenza di mudstones-wackestones con intraclasti peloidi e dispersi radiolari calcitizzati, filamenti pelagici e bioclasti di crinoidi, echinoidi.

Il limite inferiore della F. di Buchenstein è sempre con il Calccare di Prezzo; quello superiore, piuttosto netto, è con la Formazione di Wengen, evidenziato dalla comparsa di arenarie grigie e grigio scure, con clasti in prevalenza di origine vulcanica e vulcanoclastica, in strati e banchi di spessore sino a metrico.

Le caratteristiche della F. di Buchenstein indicano una sedimentazione prevalentemente carbonatica entro bacini intrapiattaforma delimitati dalle piattaforme carbonatiche anisico sommitale-ladiniche e con importanti, anche se locali, apporti vulcanici verosimilmente provenienti dai settori più meridionali ed occidentali del Sudalpino lombardo.

FORMAZIONE DI WENGEN:

La Formazione di Wengen è costituita da arenarie quarzoso-vulcanoclastiche e siltiti grigio scure-verdi, in strati e banchi planari di spessore decimetrico. Sono presenti granoclassazioni, bioturbazioni, rare laminazioni parallele, clasti molli e chips argillosi neri. Con le arenarie si intercalano calcari micritici grigio scuri e marne argillose, argilliti nere e marne siltose laminate.

L'unità presenta spessori generalmente ridotti e compresi tra 15 e 50 metri, con i valori massimi nell'unità strutturale superiore (Concarena)

Il limite inferiore, con la Formazione di Buchenstein, è netto; quello superiore è con il Calcare di Pratotondo (unità strutturale inferiore; settore orientale della Concarena) o con il Calcare di Esino.

CALCARE DI ESINO:

In questa litofacies è possibile riconoscere settori più prossimi al margine della piattaforma, costituiti da calcari di colore nocciola generalmente massivi caratterizzati da patch reef di dimensione metrica a coralli, spesso associati a spugne. Nel settore di margine sono in genere abbondanti bafflestones a Tubiphytes, spesso costituiti da livelli pressoché planari di altezza attorno al decimetro, che probabilmente costituivano livelli continui sia all'interno che all'esterno del margine della piattaforma. La litofacies del calcare di Esino è prevalentemente rappresentata da facies calcarenitico-ruditiche, con clasti di dimensioni fino a 2-3 metri, a supporto granulare, caratterizzate da numerose cavità dai contorni mammellonari e riempite da cementi calciti sovente di colore grigio scuro in croste isopache. I depositi massivi presentano una blanda clinostratificazione, marcata dalla deposizione di livelli a granulometria più fine, con clasti spesso costituiti da automicrite. La pendenza delle clinoforni raggiunge i 30°-40° nel massiccio della Concarena. Gli affioramenti migliori di queste facies sono osservabili nel settore del Cimone della Bagozza e lungo il versante orientale della Concarena.

A ricoprire il substrato roccioso sono presenti i depositi superficiali così distinti:

- **Depositi glaciali:** costituiti perlopiù da materiali fluvioglaciali e morenici rimaneggiati. I primi si distinguono per la presenza di una pseudo-stratificazione e per la posizione morfologica (in corrispondenza dei tratti di versante a debole pendenza quali i terrazzamenti morfologici). Litologicamente sono costituiti da ghiaie e sabbie limose con ciottoli e clasti. I materiali morenici rimaneggiati sono caratterizzati dalla presenza di accumuli caotici di clasti, blocchi in matrice, quantitativamente variabile sabbioso - limosa. Si tratta di materiali rimaneggiati dall'azione gravitativa, in quanto frammisti a materiali detritici ed eluviali.

- **Depositi eluvio-colluviali:** sono originati dal disfacimento del substrato roccioso in posto, frammisti a materiali che hanno subito un'azione di trasporto per gravità e per l'azione delle acque superficiali, lungo i versanti e che sono pertanto costituiti da materiali più grossolani. I depositi sono costituiti da sabbie limose inglobanti ciottoli, ghiaia e pietrisco in quantità variabile. Lo spessore è in genere esiguo, raramente raggiunge il metro di potenza, si ritrovano alle quote medio e basse spesso interdigitati ai depositi colluvio glaciali

- **Depositi detritici di versante:** Sono caratterizzati da ghiaie massive, da fini e grossolane, e diamicton massivi a clasti spigolosi di provenienza strettamente locale, a supporto clastico, con matrice da poco abbondante o scarsa ad assente; si trovano localmente frammisti a depositi glaciali rimaneggiati e bordano le pendici delle cime e dei versanti più scoscesi. Si rinvencono generalmente alla base delle pareti rocciose più fratturate e alterate.

- **Depositi alluvionali** sono stati distinti in "depositi alluvionali recenti", spesso colonizzati dalla vegetazione e "depositi alluvionali attuali", che occupano la sede attuale del corso d'acqua. Si trovano dove la pendenza dell'alveo, sia in relazione al Fiume Oglio sia riguardo i torrenti minori va diminuendo, ciò implica la diminuzione della velocità di trasporto dei materiali da parte delle acque di scorrimento superficiali e la conseguente prevalente azione di deposizione. In prevalenza si tratta di materiali grossolani, blocchi, ghiaie e ciottoli di varia pezzatura, in scarsa o nulla matrice sabbiosa e localmente limosa.

➤ **Depositi di conoide**

Si tratta di depositi di origine complessa, costituiti da successioni di corpi di frana allo sbocco di valli, vallecicole, canali.

Sono costituiti da diamicton massivi, a supporto di matrice limoso-sabbiosa o limoso-argillosa, clasti da spigolosi ad arrotondati.

Coinvolgono generalmente i materiali della copertura quaternaria, più facilmente mobilizzabili, in particolare depositi glaciali più antichi. Spesso i conoidi di frana sono interessati da fenomeni, successivi e parassiti, di debris- o mud flow o da piccole frane per colata secondarie, che, pur non costruendo direttamente il corpo del conoide, ne caratterizzano comunque la morfologia;

Di particolare interesse la zona in loc. San Pietro, geologicamente interessata dalla presenza di una lente di gessi riconducibili alla formazione triassica della Carniola di Bovegno che prosegue a sud, probabilmente al di sotto dei depositi di conoide del torrente Blè (mascherata da questi) e a ovest in contatto tettonico con i termini calcarei del trias inf. presenti nella zona (Calcari di Angolo, di Prezzo e Buchenstein)

La zona ha la forma di una grande conca o area depressa rispetto alle zone circostanti con una sorta di impluvio che degrada verso Sud-Ovest attraversato dalla strada comunale che conduce alla località San Pietro.

Morfologicamente rappresenta una sorta di terrazzo più alto rispetto al fondovalle della conoide del Torrente Blé impostato su un ossatura rocciosa calcarea.

Carniola di Bovegno:

La Formazione della Carniola di Bovegno è costituita da dolomie vacuolari e calcari dolomitici di colore giallastro, a stratificazione indistinta o in grossi banchi, e, in subordine, da brecce ad elementi dolomitici, lenti di gesso e anidrite.

La Carniola di Bovegno costituisce spesso l'orizzonte stratigrafico lungo il quale si sono impostati sovrascorrimenti o scollamenti tettonici, dal momento che le sue caratteristiche reologiche ne hanno fatto uno dei principali orizzonti deboli della successione sedimentaria sudalpina.

Il limite con il soprastante Calcare di Angolo è piuttosto netto, anche se nello stesso sono a volte presenti tettefacies che richiamano i caratteri tessiturali della carniola.

Dal punto di vista strutturale l'area è interessata dalla presenza di due famiglie di piani di scorrimento, una in direzione ENE-WSW e movimento principalmente trascorrente e l'altra ortogonale alla prima a carattere inverso. (Vedi Allegato 03).

I depositi superficiali sono perlopiù legati al disfacimento del substrato roccioso e sono riconducibili a coperture detritiche e detritico colluviali.

A monte dell'area di conca, il pendio presenta pendenze elevate e i depositi sono modesti, dello spessore massimo di 1,5-2 mt.

Nell'area di conca, dove si sono registrati le maggiori lesioni ai fabbricati, lo spessore del deposito è nell'ordine dei 10-12 mt.

Profondità desunta dalle indagini eseguite nel febbraio 2000 dallo studio Geosys.

1.2.2 Cenni caratteristiche litotecniche

Generalmente i terreni costituiti dal substrato roccioso possiedono di per sé complessivamente buone caratteristiche di resistenza intrinseca. La caratterizzazione geomeccanica di un ammasso roccioso tiene conto di alcuni parametri (Intercetta delle discontinuità, Resistenza a Compressione Monoassiale da Indice di Ponit Load Strength, indice di anisotropia) derivanti dalla natura del litotipo affiorante e dal suo stato di integrità. La stratificazione e lo stato di fratturazione possono determinare nell'ambito della stessa unità litologica variazioni dei parametri di resistenza geomeccanica anche accentuati. Le proprietà meccaniche di resistenza possono diminuire sensibilmente in presenza di fenomeni di circolazione idrica o a causa di fenomeni di alterazione.

Le coperture quaternarie sono di norma costituite da materiali con caratteristiche geotecniche di resistenza meno elevate del substrato roccioso ed in ogni caso piuttosto variabili nell'ambito della stessa unità litologica in funzione della diversa granulometria dei materiali e del loro diverso grado di addensamento, risultando inoltre enormemente influenzate dal contenuto in frazione argillosa.

Vengono riportati di seguito i parametri geotecnici di massima attribuibili alle coperture

Detrito di falda grossolano non attivo, depositi alluvionali e di conoide, depositi glaciali: caratteristiche geotecniche da buone a discrete.

Parametri	Min	max
γ (KN/m ³)	18	20
Φ (°)	30	40
C (KPa)	0	10

Depositi detritico-colluviali, detriti di falda colonizzati : caratteristiche geotecniche da discrete a scadenti

Parametri	Min	max
γ (KN/m ³)	17	19
Φ (°)	20	30
c (KPa)	10	20

Depositi eluviali caratteristiche geotecniche mediocri o scadenti.

1.2.3 Elementi geotecnici

In riferimento ai depositi superficiali individuati, si forniscono descrizioni speditive ed alcuni parametri indicativi relativi alle caratteristiche tecniche dei terreni. Tali parametri, presentati come range di variazione, sono stati ricavati da dati bibliografici o da dati ricavati da indagini geognostiche eseguite in terreni di analoga genesi localizzati in territori comunali limitrofi. La descrizione speditiva relativa alle granulometrie tipiche dei depositi fanno riferimento alla classificazione ASTM (1975) dove:

B = blocchi massi e ciottoli in matrice scarsa o assente

GW - SW = ghiaie e sabbie con frazione fine scarsa o assente

GM - SM = ghiaie e sabbie con frazione fine

GP - SP = ghiaia e sabbia con poco fine

ML = limo inorganico e sabbia fine

Lo stato di addensamento è definito in base alle seguenti classi (Terzaghi e Peck 1948, Skempton 1986):

0% - 15 %: molto sciolto

15% - 35 %: sciolto

35% - 65%: mediamente addensato

65% - 85%: addensato

Relativamente alla permeabilità dei depositi (permeabilità per porosità primaria) e delle rocce (permeabilità per fratturazione/secondaria) sono state distinte le seguenti classi (da Castany):

➤ permeabilità ridotta $< 10^{-6}$ m /s

- permeabilità medio ridotta da 10^{-6} a 10^{-4} m /s
- permeabilità media da 10^{-3} a 10^{-4} m /s
- permeabilità medio alta da 10^{-3} a 10^{-2} m /s
- permeabilità alta $> 10^{-2}$ m /s

Si sottolinea come i valori siano solo indicativi e non devono essere considerati come sostitutivi di prove eseguite ad *hoc*.

Depositi eluvio - colluviali

Nella genesi dei terreni eluvio colluviali rivestono un'importanza primaria i fenomeni di degradazione fisica e meccanica delle rocce e gli stessi parametri tecnici dei terreni dipendono fortemente dalle caratteristiche composizionali della roccia madre.

In relazione a tali terreni diventa di fondamentale importanza l'interazione con l'acqua sia di scorrimento superficiale, che ne determina l'erosione e l'asportazione, sia l'acqua di infiltrazione e di ristagno che fa sì che la coesione si annulli. Inoltre data la genesi dei terreni è facile che si trovino a ricoprire il substrato roccioso in corrispondenza di versanti con pendenze medio elevate, con facile coinvolgimento in fenomeni di scivolamento di tipo "soil slip". In generale per i terreni in oggetto possono essere adottati i seguenti parametri indicativi:

- Angolo d'attrito $\phi = 28^\circ - 32^\circ$
- Coesione = 0.5 - 1.5 kg/cmq
- Peso di volume = 1.60 - 1.70 g/cm³
- Stato di addensamento = poco addensato
- Permeabilità = medio bassa

Depositi alluvionali

Si tratta di terreni granulometricamente variabili (GM - SM) la cui genesi è legata a fenomeni di dinamica fluviale (alternanza di fasi a normal deposizione e fenomeni di alluvionamento). In corrispondenza dell'alveo attuale sono presenti ciottoli e blocchi poligenici (B - GW - SW), perlopiù arrotondati ed eterometrici. I terreni più fini limoso - argillosi e sabbioso limosi (SM), caratteristica dei depositi alluvionali recenti e non degli attuali, che si presentano perlopiù con assenza di matrice fine, sono invece organizzati in geometria lenticolare e perlopiù colonizzati dalla vegetazione che si trova in zone distali rispetto all'asse attuale del corso d'acqua.

Data la non continuità delle lenti limoso - argillose (ML), la coesione può essere assunta pari a zero, a favore di sicurezza.

- Angolo d'attrito $\varphi = 34^\circ - 40^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.80 - 1.95 g/cm³
- Stato di addensamento = da sciolto (depositi attuali) a mediamente addensato (depositi recenti)
- Permeabilità = variabile: da media a elevata

Depositi di conoide alluvionale

Le modalità di deposizione sono tipicamente legate alla diminuzione di velocità delle correnti in deflusso sia superficiale che sottosuperficiali. La dinamica deposizionale fa sì che all'interno di questi depositi i terreni possiedano granulometria inferiore nelle porzioni distali e marginali del conoide e terreni più grossolani localizzati verso l'apice e la porzione centrale e centro laterale. L'alternanza di fenomeni di deposizione normale (deposizione di sedimenti fini) e fenomeni di sovralluvionamento (deposizione di terreni più grossolani) rende i depositi estremamente variabili verticalmente e orizzontalmente. I parametri geotecnici possono assumere un range di valori piuttosto ampio che è puramente indicativo. Le caratteristiche tecniche, generalmente discrete, devono essere valutate puntualmente e corredate da indagini ad hoc in funzione della tipologia di opera da realizzare.

- Angolo d'attrito $\varphi = 30^\circ - 34^\circ$
- Coesione = 0 - 0.5 kg/cm²
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cm³
- Stato di addensamento = da poco addensato ad addensato
- Permeabilità = medio - elevata

Depositi glaciali

Tali terreni presentano in genere un buon assortimento granulometrico, con prevalenza di ghiaie e sabbia e diffusa presenza di blocchi, ciottoli e massi poligenici, immersi in matrice sabbiosa e limosa distribuita irregolarmente e localmente abbondante. Si tratta di terreni individuabili secondo la classificazione ASTM come miscele di GM e SM, B e ML. L'assortimento granulometrico conferisce discrete caratteristiche geotecniche ai terreni con i seguenti valori indicativi:

- Angolo d'attrito $\varphi = 30^\circ - 36^\circ$
- Coesione = 0 - 1 kg/cm²
- Peso di volume = 1.8 - 1.95 g/cm³
- Stato di addensamento = mediamente addensato

- Permeabilità = medio - bassa

Facilmente tali depositi possono essere caratterizzati da fenomeni di ristagno idrico, soprattutto in concomitanza della presenza di terreni fini limoso - sabbiosi e in tal caso la coesione si annulla per saturazione dei depositi stessi. L'influenza della saturazione agisce anche sull'angolo d'attrito che può raggiungere in questi casi anche valori prossimi a 30° .

In termini applicativi tali terreni possiedono discrete caratteristiche di capacità portante in relazione alle opere di fondazione, mentre in presenza di scavi o di problematiche legate alla stabilità dei versanti, gli stessi hanno un comportamento dipendente da alcune condizioni al contorno quali l'acclività degli scavi e delle scarpate, la presenza di ruscellamenti diffusi, lo stato di erosione superficiale e la presenza di acqua d'infiltrazione e di scorrimento sottosuperficiale.

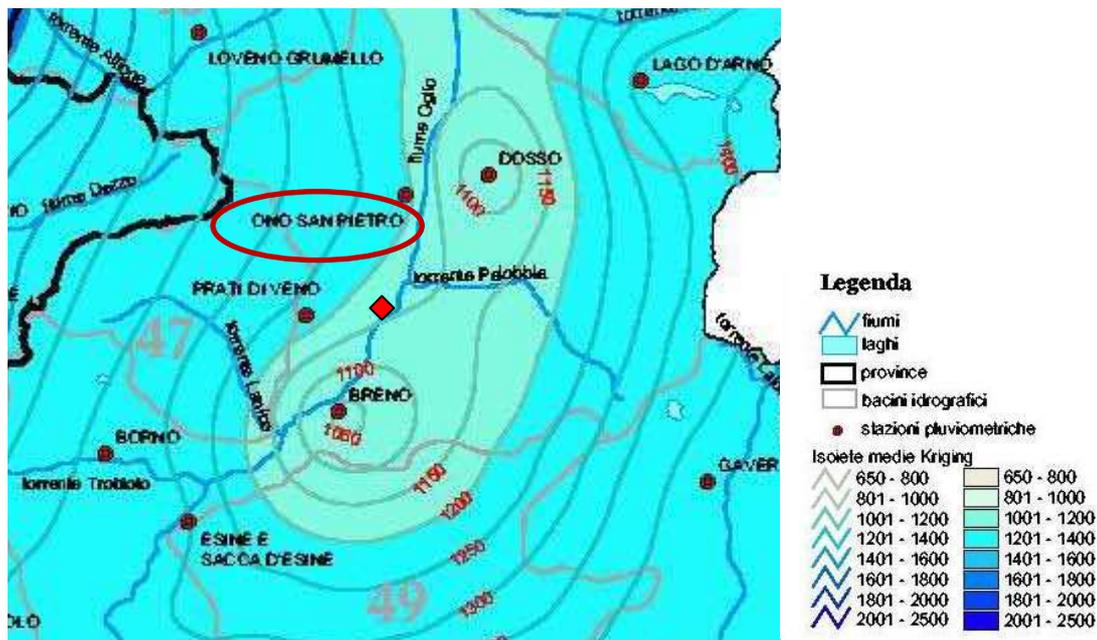
Depositi detritici

La genesi di questi depositi è legata al disfacimento del substrato roccioso ed in tal senso le caratteristiche di resistenza di tali terreni dipendono dalla roccia madre. Nel territorio esaminato i depositi detritici possiedono matrice fine in quantità estremamente variabile e in prevalenza localizzata nei depositi più antichi. Depositi recenti che lasciano le basi delle pareti rocciose, falde detritiche, sono perlopiù caratterizzate da terreni a granulometria grossolana (B, GP, SP), costituiti da ciottoli e blocchi immersi in matrice sabbiosa (SM). Le falde attive di recente formazione sono maggiormente instabili in quanto caratterizzate da scarsa matrice e relativo scarso assortimento granulometrico. La coesione di tali depositi è quindi nulla, mentre sono caratterizzati di alti valori dell'angolo d'attrito.

- Angolo d'attrito $\varphi = 34^\circ - 38^\circ$
- Coesione = 0
- Peso di volume = 1.9 - 2.0 g/cmc
- Permeabilità = medio - elevata

Per i depositi di origine mista detritico - glaciale possono essere adottati valori intermedi dei range di variazione indicati.

1.3 INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO E METEO-CLIMATICO



Lo studio del territorio non può prescindere dalla conoscenza dei dati meteorologici e climatici, soprattutto in previsione di eventi eccezionali con tempi di ritorno molto lunghi.

In questa sede vengono forniti dati di valutazione principalmente a scala comunale e sovracomunale, riferiti ai valori di piogge di breve durata e forte intensità.

Per quanto riguarda le precipitazioni medie annue, nella provincia di Brescia si riconoscono tre zone caratteristiche:

- Zona di pianura: precipitazioni comprese fra 700 e 1100 mm, crescenti con leggero gradiente avvicinandosi alla zona pedemontana;
- Zona intermedia: precipitazioni comprese tra 1000 e 1500 mm, crescenti con l'aumento di quota;
- Zona montana: si estende tra il crinale alpino e quello prealpino con precipitazioni comprese fra 1000 e 1800 mm.

L'influenza orografica concorre in modo determinante alla formazione di aree con diverso valore delle precipitazioni annue. La Val Camonica, avendo un'ampiezza in senso trasversale maggiore rispetto alle altre valli principali, presenta una notevole diminuzione delle precipitazioni annue, passando da valori prossimi ai 1800 mm (sul crinale) a valori inferiori a 1000 mm (nel fondovalle).

In sostanza, l'esame delle isoiete totali evidenzia una distribuzione delle precipitazioni notevolmente influenzata dall'orografia dominante e dai rapporti sussistenti tra le correnti aeree di diversa provenienza. Inoltre l'orografia ed i venti prevalenti contribuiscono a creare zone con diversa equazione della retta di possibilità climatica. Ad esempio la diversa esposizione dei versanti influisce sui climi locali delle vallate, sia determinando una diversa insolazione tra i due versanti, con conseguenze sulle temperature e sulla permanenza del manto nevoso, sia agendo diversamente sui versanti umidi e quindi sulla quantità delle precipitazioni.

A grande scala le precipitazioni medie annue sono comprese tra 1000 e 1800 mm. In riferimento al Comune di Ono San Pietro, dalla carta relativa alle precipitazioni medie annue (relative al periodo 1950 - 1986), redatta con il Primo Programma Generale di Protezione Civile, si ricavano valori compresi tra i 1400 ed i 1600 mm.

CAPITOLO 2 - AGGIORNAMENTO SISMICO -

2.0 PREMESSA

La nuova metodologia per l'analisi sismica del territorio rappresenta la principale novità introdotta dai nuovi criteri approvati con la d.g.r. 1566/05. Questa innovazione tiene conto anche del d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche sulle costruzioni" che richiede, per la definizione dell'azione sismica di progetto, la valutazione dell'influenza delle condizioni stratigrafiche, morfologiche e geotecniche locali mediante studi di risposta sismica locale (microzonazione). Il d.m. 14/2005 è entrato in vigore il 23 ottobre 2005, ma attualmente è in corso un periodo transitorio durante il quale è possibile applicare, in fase di progettazione, la normativa precedentemente in vigore (O.P.C.M. 3274/2003).

La d.g.r. 1566/05 dedica un intero allegato, il numero 5, alle procedure per l'analisi e la valutazione degli effetti sismici di sito vista la grande rilevanza assunta dalla materia nella normativa. In particolare tale metodologia si basa su 3 livelli di approfondimento successivi:

- 1[^] livello: prevede l'individuazione degli scenari di pericolosità sismica locale (PSL) e la predisposizione della Carta della Pericolosità Sismica Locale.
- 2[^] livello: prevede la caratterizzazione semi-quantitativa del Fattore di amplificazione (Fa) nelle aree PSL individuate con il 1[^] livello e confronto con i valori di riferimento.
- 3[^] livello: prevede la caratterizzazione quantitativa degli effetti di amplificazione tramite indagini e analisi più approfondite rispetto al 2[^] livello.

2.1 ANALISI SISMICA DEL COMUNE DI ONO SAN PIETRO

ASPETTI GENERALI

A seguito del verificarsi di un sisma l'importo dei danni agli edifici è proporzionale sia alle caratteristiche tipologiche-strutturali degli stessi edifici, che alle condizioni di equilibrio geomorfologico e geotecnico dei terreni di fondazione. Nello specifico particolari condizioni geologiche e geomorfologiche locali possono influenzare la pericolosità sismica di base generando effetti diversi distinti in funzione del comportamento dinamico dei materiali coinvolti.

In fase pianificatoria è quindi necessario riconoscere le aree potenzialmente pericolose dal punto di vista sismico identificando la categoria di terreno, e valutare i relativi effetti locali dovuti essenzialmente all'amplificazione sismica e o all'instabilità.

- Effetti di amplificazione sismica locale: tali effetti sono dovuti a fattori geologici, morfologici e idrogeologici sia superficiali che del substrato, che possono modificare il moto sismico in termini di ampiezza, di durata e di contenuto in frequenza. Gli effetti sono estremamente pericolosi quando la frequenza di risonanza del sito coincide con quella dell'edificio.

Tali effetti di amplificazione sismica si distinguono essenzialmente in due gruppi che possono essere contemporaneamente presenti nello stesso sito:

- ✓ effetti di amplificazione topografica
 - ✓ effetti di amplificazione litologica
- Effetti di instabilità: tali effetti interessano tutti i terreni che mostrano un comportamento instabile o potenzialmente instabile nei confronti delle sollecitazioni sismiche attese e sono rappresentati in generale da fenomeni di instabilità consistenti in veri e propri collassi e, a volte, movimenti di grandi masse di terreno incompatibili con la stabilità delle strutture; gli effetti di instabilità sono rappresentate da fenomeni diversi a seconda delle condizioni presenti in sito (versanti in equilibrio precario, aree interessate da particolari strutture geologiche sepolte e/o affioranti in superficie tipo contatti stratigrafici o tettonici, terreni particolarmente scadenti dal punto di vista delle proprietà

fisico-meccaniche, siti interessati da carsismo sotterraneo o da particolari strutture vacuolari presenti nel sottosuolo).

Il Comune di Ono San Pietro è classificato in zona sismica 4. La normativa, ed in particolare i "Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio" definiscono che, per i comuni appartenenti alla zona sismica 4:

- è obbligatorio il 1° livello in fase pianificatoria;
- è obbligatorio il 2° livello, sempre in fase pianificatoria, nelle zone classificate nella carta di pericolosità sismica locale (PSL) come Z3 e Z4 solo per edifici strategici e rilevanti (elenco tipologico di cui al d.d.u.o. n. 19904/03);
- è necessario effettuare un'analisi di 3° livello, solo in fase progettuale, nelle aree indagate con il 2° livello quando Fa calcolato risulta maggiore del valore di soglia comunale e nelle zone di PSL Z1, Z2 e Z5 per edifici strategici.

E' stata quindi eseguita un'analisi di 1° livello della pericolosità sismica locale in base all'analisi delle condizioni geologiche e geomorfologiche del territorio esaminato, come indicato nelle direttive regionali (All. 5 della D.G.R. 8/1566/05).

ANALISI DI 1[^] LIVELLO

Tale procedura consiste in un approccio di tipo qualitativo e costituisce lo studio propedeutico ai successivi livelli di approfondimento; è un metodo empirico che trova le basi nella continua e sistematica osservazione diretta degli effetti prodotti dai terremoti.

Il metodo permette l'individuazione delle zone ove i diversi effetti prodotti dall'azione sismica sono, con buona attendibilità, prevedibili sulla base di osservazioni geologiche e sulla raccolta dei dati disponibili per una determinata area, quali la cartografia topografica di dettaglio, la carta geologica e dei dissesti, e i risultati di indagini geognostiche, geofisiche e geotecniche già svolte e che sono oggetto di un'analisi mirata alla definizione delle condizioni locali. Le diverse situazioni tipo in grado di determinare gli effetti sismici locali sono riportate in tabella (all. n.5 l.r. 12/2005).

Sigla	SCENARIO PERICOLOSITA' SISMICA LOCALE	EFFETTI
Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	Instabilità
Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
Z1c	Zona potenzialmente franosa o esposta a rischio di frana	
Z2	Zone con terreni di fondazione particolarmente scadenti (riporti poco addensati, terreni granulari fini con falda superficiale)	Cedimenti e/o liquefazioni
Z3a	Zona di ciglio H > 10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale o di natura antropica)	Amplificazioni topografiche
Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	
Z4a	Zona di fondo valle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	Amplificazioni litologiche e geometriche
Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito, conoide alluvionale e conoide deltizio-lacustre	
Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
Z4d	Zone con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	
Z5	Zona di contatto stratigrafico e/o tettonico tra litotipi con caratteristiche fisico-meccaniche molto diverse	Comportamenti differenziali

La carta della Pericolosità Sismica Locale è stata redatta in scala 1:10000 sulla Carta Tecnica Regionale ricoprendo tutto il territorio Comunale (cfr carta 04).

Il territorio del Comune è stato suddiviso nelle diverse zone. L'abitato di Ono San Pietro risulta classificato come Z4b mentre la zona di fondovalle, che si sviluppa lungo la ss 42, è stata classificata come Z4a insistendo su depositi alluvionali del fiume Oglio.

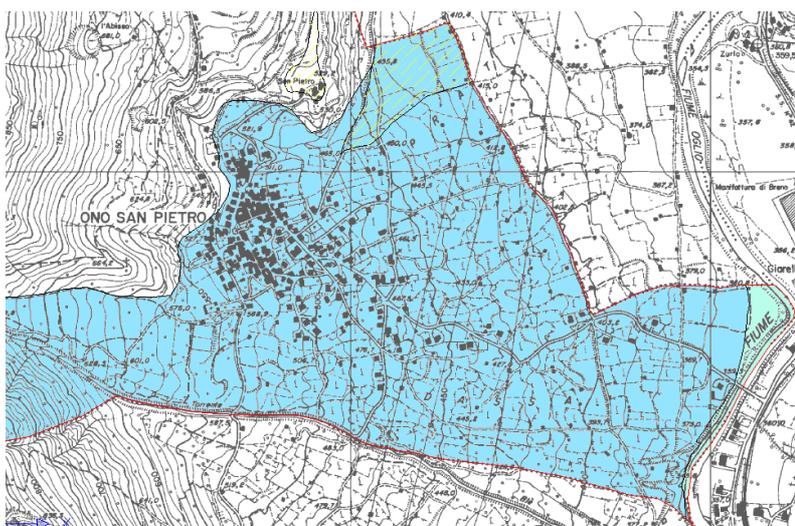


Figura 1 Stralcio della
carta Geologica
dell'abitato di Ono San
Pietro

L'unica instabilità rilevante nei pressi dell'abitato si trova in loc. San Pietro, a causa della presenza di fenomeni carsici

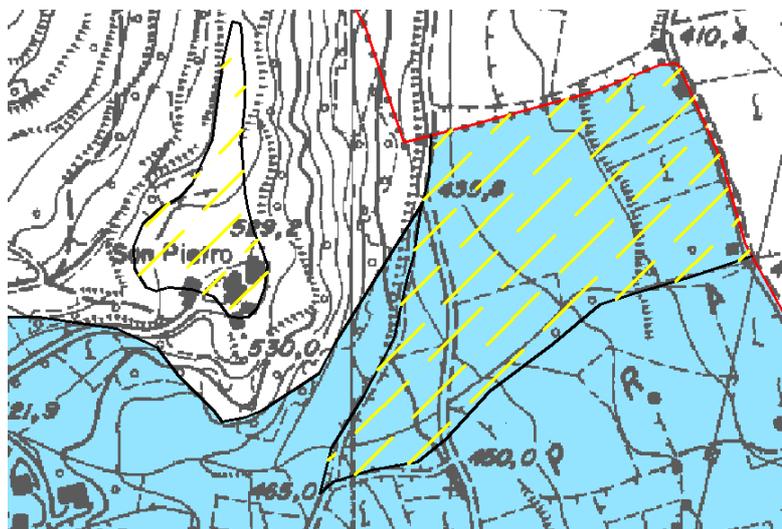


Figura 2 Stralcio della
Carta della
Pericolosità Sismica
Locale in loc. San
Pietro

CAPITOLO 3 – ALTRI AGGIORNAMENTI –

3.0 PREMESSA

Gli altri aggiornamenti hanno riguardato:

- estensione ed aggiornamento della Carta di Fattibilità a tutto il territorio comunale;
- aggiornamento della Carta di Sintesi ai contenuti della pianificazione sovraordinata;
- aggiornamento della Carta dei Vincoli ai contenuti della pianificazione sovraordinata.

3.1 CARTA DI SINTESI

La carta di Sintesi è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10000 (cfr Tav. 04) definendo i diversi ambiti di pericolosità e vulnerabilità. Più specificatamente il territorio comunale è stato suddiviso in aree omogenee riferite al fenomeno che genera la pericolosità; tali aree possono essere raggruppate in:

- Aree pericolose dal punto di vista dell'instabilità dei versanti;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idrogeologico;
- Aree vulnerabili dal punto di vista idraulico;

3.2 CARTA DEI VINCOLI

La carta dei Vincoli è stata redatta su tutto il territorio Comunale alla scala di 1:10.000 (cfr Tav. 02) rappresentando le limitazioni d'uso del territorio derivanti da normative e piani sovraordinati in vigore di contenuto prettamente geologico con particolare riferimento a:

- Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico, approvato con d.p.c.m. 24 maggio 2001;
- Piano Stralcio delle Fasce Fluviali approvato con d.p.c.m. 24 luglio 1998;
- Quadro del Dissesto come presente nel SIT regionale.

3.3 CARTA DI FATTIBILITA'

La carta di fattibilità geologica per le azioni di piano fornisce le indicazioni in ordine alle limitazioni e destinazioni d'uso del territorio ed è stata desunta dalla carta di sintesi e dalla carta dei vincoli attribuendo i diversi valori di classe di fattibilità. Sulla carta sono state sovrapposte le aree soggette ad amplificazione sismica locale e le aree soggette ad instabilità desunte dalla carta di pericolosità sismica locale.

La carta deve essere utilizzata congiuntamente alle "norme geologiche di Piano" che ne riportano la relativa normativa d'uso.

Di seguito vengono riportate le definizioni attribuite a ciascuna classe di fattibilità:

Classe 1 Fattibilità senza particolari limitazioni

La classe comprende quelle aree che non presentano particolari limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso e per le quali deve essere direttamente applicato quanto prescritto dal d.m. 14 settembre 2005 "Norme tecniche per le costruzioni".

Classe 2 Fattibilità con modeste limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate modeste limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso, che possono essere superate mediante approfondimenti di indagine e accorgimenti tecnico-costruttivi e senza l'esecuzione di opere di difesa.

Classe 3 Fattibilità con consistenti limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali sono state riscontrate consistenti limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione dell'uso per le condizioni di pericolosità/vulnerabilità individuate, per il superamento delle quali potrebbero rendersi necessari interventi specifici o opere di difesa.

Classe 4 Fattibilità con gravi limitazioni

La classe comprende le zone nelle quali l'alta pericolosità/vulnerabilità comporta gravi limitazioni all'utilizzo a scopi edificatori e/o alla modifica della destinazione d'uso. Deve essere esclusa qualsiasi nuova edificazione, se non opere tese al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica per la messa in sicurezza dei siti. Per gli edifici esistenti sono consentite esclusivamente le opere relative ad interventi di demolizione senza ricostruzione, manutenzione ordinaria e straordinaria, restauro, risanamento conservativo, come definiti dall'art. 27, comma 1, lettere a), b), c) delle l.r. 12/05, senza aumento di superficie o volume e senza aumento del carico insediativo. Sono consentite le innovazioni necessarie per l'adeguamento alla normativa antisismica.

Dott. Geol. Luca M. Albertelli