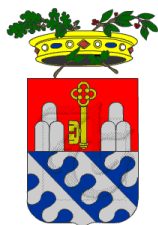


REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DEL VERBANO
CUSIO OSSOLA



COMUNE DI
PIEVE VERGONTE



COMMITTENTE:

EDIFICA S.r.l.
Via Marconi 14, 28845 DOMODOSSOLA - VB

OGGETTO DEI LAVORI:

UTILIZZAZIONE AI FINI ENERGETICI DEL RIO ARSA
PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI CENTRALE
IDROELETTRICA

RELAZIONE GEOLOGICA

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione geologica del sito
(§ 6.2.1 delle NTC 2018)

RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA

concernente la "pericolosità sismica di base" del sito
(§ 3.2 delle NTC 2018)

RELAZIONE GEOTECNICA

sulle indagini, caratterizzazione e modellazione del volume
significativo di terreno
(§ 6.2.2 delle NTC 2018)

Località:

RUMIANCA



STUDIO GEOLOGICO ASSOCIATO
Bossalini dott. Germano & Cattin dott. Marco

Via Marzabotto, 26
28845 DOMODOSSOLA (VB)
tel/fax. 0324 243689

E.mail: germano.bossalini@geologipiemonte.it
marco.cattin@geologipiemonte.it

DATA : Maggio 2022

INDICE

1. PREMESSA.....	2
2. ANALISI GENERALE.....	2
2.1 LOCALIZZAZIONE E ACCESSIBILITA'	2
2.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO.....	3
3. RELAZIONE GEOLOGICA	3
3.1 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO.....	3
3.2 ASSETTO IDROLOGICO.....	5
3.3 QUADRO DI DISSESTO PAI	6
3.4 SISTEMA INFORMATIVO FRANE IN PIEMONTE	7
3.5 IDONEITA' URBANISTICA DELL' AREA.....	7
3.6 DESCRIZIONE DELLA SISMOTETTONICA E INDIVIDUAZIONE DEI LINEAMENTI SISMICI ATTIVI	7
3.7 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI PERICOLOSITA' E LORO ENTITA'	9
3.8 PIANO DI INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO	9
4. RELAZIONE SISMICA.....	10
4.1 PREMESSA.....	10
4.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO	11
4.3 SISMICITA' STORICA.....	12
4.4 AZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018.....	12
4.5 MAGNITUDO DI RIFERIMENTO	15
5. RELAZIONE GEOTECNICA	16
5.1 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE E RELATIVO MODELLO GEOLOGICO	16
5.2 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA E MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO DI RIFERIMENTO	16
5.3 STABILITA' NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE.....	19
5.4 STABILITA' DEGLI SCAVI.....	20
6. MOVIMENTI TERRA E L.R. 45/89.....	21
7. INDICAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE E CONCLUSIONI.....	22

1. PREMESSA

La Società **Edifica S.r.l.** di Domodossola, ci ha affidato l'incarico di effettuare la consulenza geologia, geotecnica e sismica relativa al progetto di utilizzazione a fini energetici del rio Arsa per la realizzazione di centrale idroelettrica in Comune di Pieve Vergonte (VB).

La relazione è ai sensi del **D.M. 17 gennaio 2018** Aggiornamento delle “*Norme Tecniche per le costruzioni*” denominate nel seguito NTC2018

Pertanto, lo studio geologico è stato articolato in modo da definire le caratteristiche geomorfologiche, geologiche, idrogeologiche e sismiche dell'area interessata dal progetto.

Inoltre, vengono individuate le caratteristiche fisico-meccaniche dei materiali che costituiscono il terreno sul quale insisteranno le opere in progetto desunte sia dall'osservazione diretta che da dati di prove di laboratorio, eseguite su campioni rappresentativi di materiale simile condotti dallo scrivente per lavori precedenti. Viene quindi verificata l'idoneità dei terreni ad accogliere l'opera e fornire alla Progettazione quei parametri ed elementi utili per una corretta scelta e dimensionamento delle strutture di fondazione che permetta un'ideale interazione terreno-struttura di fondazione.

A tal fine è stato eseguito un rilievo geologico di dettaglio, opportunamente esteso al di fuori dell'area d'imposta dell'opera in progetto.

Per quanto riguarda gli aspetti sismici con D.G.R. n. 61 - 11017 del 17/11/2003 la Giunta Regionale ha recepito la classificazione sismica dei Comuni della Regione Piemonte come proposta dall'Ordinanza P.C.M. n. 3274 del 20/02/2003 “recante primi elementi in materia di criteri generali per classificazione sismica del territorio e di normative tecniche per costruzioni in zona sismica” ove risulta che il **Comune di Pieve Vergonte è classificato in Zona 4.**

Successivamente con D.G.R. 19 gennaio 20010, n. 11-13058 la Regione Piemonte ha aggiornato l'elenco delle zone sismiche di cui all'O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006 e risulta che il **Comune di Pieve Vergonte è classificato in Zona 4.**

2. ANALISI GENERALE

2.1 LOCALIZZAZIONE E ACCESSIBILITA'

E' disponibile la seguente cartografia:

- carta tecnica regionale scala 1:10.000, CTR 072040 RUMIANCA.
- planimetria catastale scala 1: 1.000.

- fogli DOMODOSSOLA della Carta Geologica d'Italia alla scala 1:100.000.

L'area oggetto di indagine è raggiungibile percorrendo la strada provinciale Pieve Vergonte-Anzola e successivamente seguendo la strada comunale che raggiunge le due centrali elettriche esistenti a quota 245 m s.l.m..

2.2 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La zona interessata dalle opere in progetto si sviluppa totalmente dietro all'arginatura sinistra esistente del Torrente Arsa interessando i territori all'abitato di Rumianca in Comune di Pieve Vergonte. L'area è in parte antropizzata ed in parte ricoperta da bassa vegetazione spontanea.

L'opera di presa sarà del tipo a derivazione laterale con traversa in alveo in muratura di cemento armato occultata dall'esistente argine in pietra. Si prevede una captazione dal torrente Arsa con presa a "trappola" a quota 239,25 m.s.l.m. L'acqua derivata sarà convogliata nella vasca dissabbiatrice da cui dopo essere passata dalla vasca di carico una condotta in acciaio le permetterà di raggiungere la turbina all'interno dell'edificio centrale. La condotta forzata per convogliare l'acqua al fabbricato della centrale sarà in acciaio saldato diametro di 1200 mm. e si svilupperà per circa 544 ml. totalmente in interrato. Seguirà il canale di scarico anch'esso in interrato per una lunghezza di ml. 95 con tubazione in pead diametro di 1000 mm. Affiancata alla tubazione sarà posizionato un cavidotto contenente le linee di alimentazione e di dialogo per i dispositivi di manovra e controllo posti nella vasca di carico. Le caratteristiche architettoniche e tecnologiche delle opere in progetto sono state studiate per ottenere la massima integrazione possibile nel contesto ambientale locale. L'opera di presa a "trappola" sarà incassata nell'alveo dietro a traversa esistente. La vasca di carico, direttamente collegata alla captazione tramite l'annesso dissabbiatore sarà realizzata in sponda sinistra. Il fabbricato di produzione "centrale" sarà completamente interrato. Le opere sono state adattate alla morfologia del territorio attraversato e saranno provviste di caratteristiche tipologiche tali da ridurre al minimo l'eventuale impatto ambientale.

3. RELAZIONE GEOLOGICA

3.1 ASSETTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO

L'assetto geologico - strutturale che si riscontra nell'area in esame s'inquadra nel contesto della catena africa-vergente delle Alpi Meridionali. Queste costituiscono una sezione completa e quasi perfettamente preservata della crosta continentale prealpina, anche se discontinua per la presenza di svincoli tettonici interni.

La parte più esterna della catena alpina meridionale è la Zona Ivrea-Verbanò, questa è generalmente considerata come un segmento di crosta profonda al limite della transizione crosta-mantello

Alla luce delle attuali conoscenze tale dominio è descritto come una successione di due unità litologiche di età diversa:

1. l'unità più recente e profonda affiora con continuità a contatto con la linea del Canavese ed assume un'ampiezza molto rilevante tra la Val Mastallone ed il Biellese. E' costituita da corpi gabbriici stratificati di età permiana di età permiana (U/Pb), intrusi a livelli crostali profondi ed in parte riequilibrati in condizioni granulitiche;
2. la seconda unità litologica (complesso kinzigitico) costituisce il tetto, dei plutoni gabbriici. Essa è formata dall'intima associazione di metapeliti, vari tipi di metabasiti ad affinità tholeitica, marmi puri e a silicati e rarissime quarziti a Mn.

Il metamorfismo ha età varisica e cresce progressivamente dalla facies anfibolitica a quella granulitica, procedendo da SE a NW, cioè verso livelli in origine più profondi.

Risalendo la Valle dell'Arsa s'incontrano i principali litotipi del settore esterno, granulitico, della Zona Ivrea-Verbanò. Si osservano: numerose varietà di granuliti acide (stronaliti) di derivazione pelitica, a quarzo, feldspato potassico, plagioclasio calcico, granato, sillimanite e tracce di biotite, a grana generalmente vistosa; granuliti basiche a orto e clinopirosseno, plagioclasio calcico $\pm$ granato ed orneblenda; metagabbri e rare peridotiti del mantello, in facies a spinello, talora con aggregati chelifitici nerastri pseudomorfi su granato.

La Valle Dell'Arsa, è impostata sul torrente Arsa, si sviluppa in destra idrografica del fiume Toce da cui si stacca presso Rumianca (230m s.l.m.) e, con decorso dapprima verso S piega bruscamente verso SO, e sale verso il Pizzo Camino (2149 m s.l.m.).

E' caratterizzata dalla presenza di tre corsi d'acqua principali: il rio Arsa, che la percorre tutta, il rio della Porta con andamento SO – NE, il rio Vallari con andamento S – N che confluisce nel rio Arsa dopo aver raccolto le acque del rio della Porta. Sono presenti numerosi corsi d'acqua secondari su entrambe le sponde.

Il bacino imbrifero dell'Arsa, costituisce una tipica valle sospesa il cui profilo longitudinale di fondo si sta progressivamente raccordando con quello della valle principale di confluenza, la Val d'Ossola.

Per questo motivo le acque dell'Arsa, eseguendo una pronunciata attività erosiva, hanno creato una stretta forra ed il conoide di deiezione in corrispondenza dello sbocco vallivo

Lo studio geomorfologico più dettagliato della valle permette di osservare come il suo modellamento si realizzi attraverso la combinazione di vari processi morfogenetici quali: l'azione glaciale, fluviale, gravitativa, l'azione delle acque superficiali non incanalate, il disfacimento detritico e l'attività antropica.

Azione glaciale. La netta predominanza degli affioramenti rocciosi nell'area in oggetto, è tale perciò i sedimenti di origine glaciale sono limitati a ristrette zone ed hanno spessori minimi. In questi sedimenti si può riscontrare una generale mal classazione dovuta alla presenza di ciottoli, da millimetrici a centimetrici, e di massi, da decimetrici a metrici di varia natura. L'alternanza di tratti pianeggianti e di tratti acclivi determina un profilo della vallate definito "a cannocchiale", indice dei progressivi stadi di ritiro delle masse glaciali

Azione fluviale. I corsi d'acqua hanno un carattere prettamente pluvionivale pertanto il loro regime varia secondo la stagione. Lungo il torrente Arsa sono presenti depositi alluvionali recenti costituiti da una tipologia e da una granulometria fortemente eterogenea al fondo di imponenti forre a pareti strapiombanti.

Azione gravitativa. I numerosi sistemi di discontinuità che dividono l'ammasso roccioso in diedri di svariate dimensioni creano le condizioni per il successivo innesco di fenomeni di crollo. In tal modo si generano i vari depositi di frana, ben circoscritti o arealmente diffusi, sparsi ovunque nel territorio studiato. Accanto a questi depositi, si trovano anche falde e coni di detrito, riscontrati soprattutto in corrispondenza delle principali dislocazioni e caratterizzati da un'estrema gradazione del materiale. Procedendo infatti dalla base del cono all'apice si osservano dapprima blocchi di dimensioni maggiori (anche metriche), poi gradatamente si passa alle dimensioni dei ciottoli immersi in una matrice fine sabbiosa.

Azione delle acque superficiali non, incanalate. L'azione del dilavamento operato dalle acque superficiali non incanalate, unitamente alla gravità, determina la formazione dei depositi colluviali che costituiscano alcuni dei pianori della zona, mentre l'alterazione del substrato roccioso, senza asportazione del materiale prodottosi, determina la formazione di fasce eluviali.

Attività antropica. Da ultima non va dimenticata l'attività antropica, che ha contribuito nel rimodellamento dei versanti vallivi tramite la realizzazione di strade e opere per la produzione di energia elettrica

3.2 ASSETTO IDROLOGICO

Nel complesso la forma del bacino del torrente Arsa è discretamente regolare anche se può essere suddiviso in due sottobacini. Dall'apice conoide (247 m s.l.m.) fino alla zona di testata (Mazza dell'Inferno) si individua un sottobacino di forma approssimativamente triangolare, a sua volta composto da due testate; il corso principale del torrente Arsa devia invece verso occidente a partire dalla confluenza di quota 490 m s.l.m. fino a P.ta dell'Uscio, dove ha la sua origine, dando luogo ad un sottobacino di forma triangolare, più regolare rispetto al primo.

Il reticolato idrografico è ben sviluppato, presentando numerosi rami secondari che si estendono fino alla linea di spartiacque: gli impluvi risultano ben delineati ed incisi, soprattutto

quelli di I° e II° ordine che hanno formato vallecche a "V"; la forma del reticolo idrografico è di tipo dendritico con tendenza al subparallelo nel ramo occidentale.

Il reticolo idrografico presenta caratteri tipici di una zona con controllo strutturale, infatti il torrente Arsa scorre in una la zona caratterizzata dal grande lineamento tettonico regionale, rappresentato dalla linea del Canavese.

La roccia in posto che non affiora, pur non possedendo proprietà permeabili proprie ha acquisito una permeabilità di tipo secondario legata a fratturazione a seguito di eventi deformativi di tipo tettonico.

Il conoide del torrente Arsa presenta una spiccata transizione granulometrica in senso longitudinale, che provoca una diminuzione della taglia dei clasti costituenti il corpo del conoide, procedendo dall'apice verso il margine frontale. Sono generalmente costituiti da elementi litoidi di taglia media e di forma abbastanza arrotondata in una matrice ghiaioso sabbiosa.

L'apparato di conoide appare a profilo leggermente convesso, con pendenze relativamente elevata nella zona apicale dove la granulometria dei materiali è maggiore.

Non vi sono indicazioni sulla profondità della falda ma si può desumere che essa venga alimentata dal torrente Arsa e sia condizionata nel suo deflusso dalla presenza del fiume Toce a valle. Quest'ultimo corso d'acqua è quello che con molta probabilità condiziona la profondità della falda nella zona ove sarà realizzata la centrale.

Dalla stratigrafia del pozzo della ditta Tessengerlo Italia S.r.l. si rileva che in località Megolo Cima a circa quota 222 m s.l.m. il livello statico della falda era nel 2001 a -4,85 m dal p.c. mentre l'edificio centrale in progetto si troverà ad una quota del piano di pavimento di circa 220 m s.l.m.. Si può pertanto desumere che la profondità della falda al di sotto dell'edificio centrale si attesti ad una profondità di circa – 3 m dal p.c.

3.3 QUADRO DI DISSESTO PAI

E' stato analizzato il Piano Stralcio di Assetto Idrogeologico (P.A.I.) approvato con D.P.C.M. 24 maggio 2001, così modificato con Delibere del Comitato Istituzionale n.12 e n.17 del 31 luglio 2003.

E' stato effettuato un inserimento dell'impianto in progetto nell'Atlante dei Rischi idraulici e idrogeologici (Delimitazione delle aree di dissesto) del PAI, ed in particolare nel **foglio 072 sez. I – Forno**.

Da tale inserimento si rileva che rispetto ai dissesti riportati nella cartografia PAI, le opere in progetto interferiscono con un area classificata come Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cn) (Tav. n. 2).

3.4 SISTEMA INFORMATIVO FRANE IN PIEMONTE

Nella cartografia del SIFraP, i fenomeni franosi sono stati distinti come segue:

- in base alla tipologia del fenomeno: DGPV (Deformazione Gravitativa Profonda di Versante), complesso, aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi, crollo/ribaltamento, colamento rapido, aree soggette a frane superficiali diffuse, rotolamento/traslato, colamento lento;
- in base allo stato: attivo/riattivato/sospeso, quiescente generico, stabilizzato generico, relitto, non rilevato.

La sovrapposizione della cartografia SIFraP, con le opere in progetto ha messo in luce che **non vi sono dissesti che interferiscono con il tracciato dell'impianto in progetto.** (Tav. n. 3)

3.5 IDONEITA' URBANISTICA DELL'AREA

Nella carta di sintesi della pericolosità geomorfologia e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica alla scala 1:10.000 di cui al Piano Regolatore Generale Comunale di Variante adottata con **D.G.R. n. 33-7092 del 15.10.2007** l'impianto in progetto risulta inserito in classe IIIa ai sensi della Circ. P.G.R. n.7/LAP:

La **Classe IIIa** riguarda: *«Porzioni di territorio inedificate che presentano carattere geomorfologici o idrogeologici che le rendano inidonee a nuovi insediamenti (aree dissestate, in frana, potenzialmente dissestabili o soggette a pericolo di valanghe, aree alluvionabili da acque di esondazione ad elevata energia). Per le opere infrastrutturali di interesse pubblico non altrimenti localizzabili (con specifico riferimento ad es. ai parchi fluviali) vale quanto già indicato all'Art.31 della L.R. 56/77».*

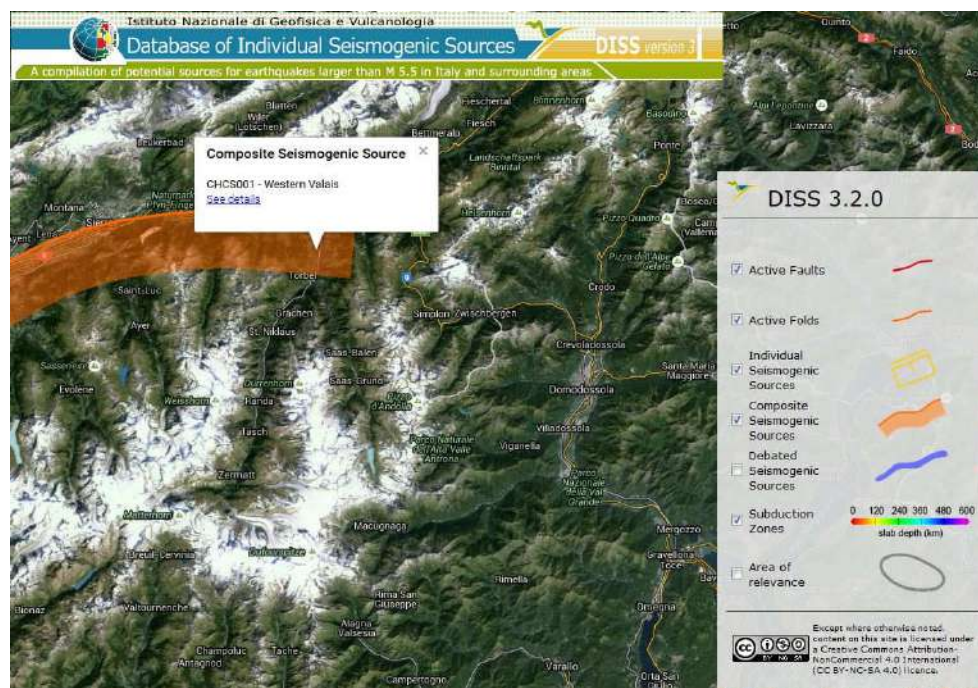
In particolare nel quadro normativo di riferimento ricavato dalla relazione geologica allegata al suddetto PRGC la realizzazione di opere infrastrutturali, di impianti produttivi o di servizio, di strutture accessorie e di strutture ricreative, rifugi ed edifici agro-silvo-pastorali ricadenti nelle aree in **classe IIIA** di idoneità urbanistica, deve essere condizionata a specifici studi di dettaglio di un intorno significativo del territorio interessato, allo scopo di valutarne l'effettivo grado di pericolosità e di rischio.

Quindi l'intervento è ammissibile.

3.6 DESCRIZIONE DELLA SISMOTETTONICA E INDIVIDUAZIONE DEI LINEAMENTI SISMICI ATTIVI

Non sono segnalate faglie attive nelle prossimità del sito; nell'area tuttavia, a poche decine di km di distanza, oltre il confine svizzero è presente la faglia attiva CHCS01 Eastern Valais.

Questa sorgente sismogenetica composta interessa la regione a cavallo tra l'Italia e il confine sudoccidentale della Svizzera e appartiene al sistema di faglie normali Vallesane nelle alpi Occidentali. L'area risulta priva di caratteristiche compressive attive così come appare non direttamente interessata da convergenza Africa-Europa.



I cataloghi storici e strumentali (Boschi et al., 2000; Gruppo di Lavoro CPTI, 2004; Pondrelli et al., 2006; Guidoboni et al., 2007) mostrano un numero di terremoti compresi in un intervallo di Magnitudo compreso tra 4,5 e 5 Mw che hanno interessato l'area oltre a tre eventi dannosi 25 luglio 1955 (Mw 5,8) Vallese, 15 aprile 1924 (Mw 5,5) Roran e 9 settembre 1755 (Mw 5,9) Vallese (dal Sud a Sudovest a Nordest). La regione ad ampia scale è dominata da fenomeni di estensione, ed è anche interessata da epicentri, che sono disposti a larga scala topografica sulla linea di cresta in questo settore delle Alpi Occidentali. La regione è ben correlata con l'area della catena alpina dove la crosta è più sottile.

La direzione della sorgente è basata su strutture mappate ($N40^\circ - 65^\circ$). L'inclinazione è su dati sottosuolo e considerazioni geometriche ($60^\circ - 70^\circ$).

L'inclinazione (Rake) è basata su dati sismologici ed è rappresentativa di carattere estensivo ($250 - 290^\circ$). La minima e la massima profondità (5,0 e 20,0 km rispettivamente) sono basate su dati sismologici e su considerazioni geometriche. Il rigetto è ricavato da osservazioni geologiche in strutture adiacenti che condividono lo stesso carattere tettonico con la Struttura sismogenetica del Vallese Orientale (0,1 – 1,0 mm/anno). La massima magnitudo è stata stimata su i maggiori terremoti dannosi che si sono verificati nell'area (Mw 5,9).

3.7 DESCRIZIONE DEGLI SCENARI DI PERICOLOSITA' E LORO ENTITA'

Scenario di pericolosità	Presenza nella cartografia ufficiale	Grado di pericolosità attuale	Grado di pericolosità potenziale	Note
Frane, crolli e movimenti di versante	Si	Basso	Basso	Nella cartografia IFFI sono rappresentati diversi fenomeni di dissesto che non interferiscono con l'opera in progetto.
Rotolamento massi	No	Assente	Assente	Non osservato
Esondazione	Si	Basso	Medio	Nella cartografia PAI è rappresentato un fenomeno di Conoide attivo parzialmente protetto (Cn) interferente con l'opera in progetto.
Erosione concentrata	No	Assente	Assente	Non osservata
Valanghe	No	Assente	Assente	Non osservate
Faglie attive-rischio attivazione	No nelle immediate prossimità.	Assente, ma	Assente, ma	Non sono segnalate faglie attive nelle prossimità del sito; nell'area tuttavia, a poche decine di km di distanza, oltre il confine svizzero è presente la faglia attiva CHCS 001 Eastern Valais.
	Si nell'area	Rischio sismico generico medio	Rischio sismico generico medio	
Faglie capaci-rischio attivazione	No	Assente	Assente	Non sono segnalate faglie capaci in corrispondenza del sito

3.8 PIANO DI INDAGINI PER LA CARATTERIZZAZIONE DEL SITO

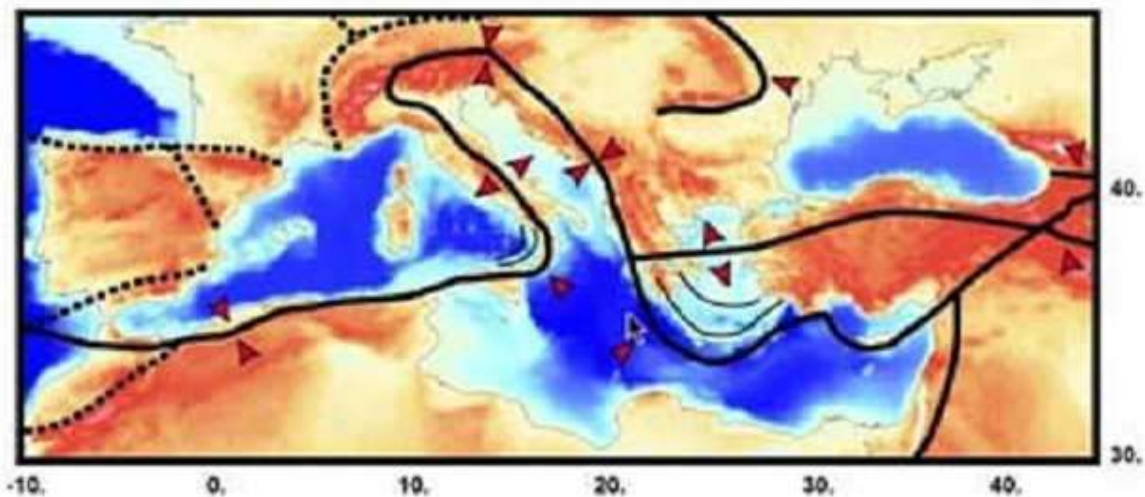
Vista la possibilità di determinare la classe di terreno attraverso dati di letteratura oltre che sulla base della conoscenza della geologia e della stratigrafia dell'area acquisita durante l'esecuzione di altri lavori ed in particolare per i seguenti impianti per la produzione di energia idroelettrica: Ditta Servizi Ecologici dell'Ossola S.p.a. esistente e della ditta Solvalore 3 Sas denominata "Picchetta" (in iter autorizzativo finale) non si ritiene necessario eseguire indagini di approfondimento.

4. RELAZIONE SISMICA

4.1 PREMESSA

L'Italia è uno dei Paesi a maggiore rischio sismico del Mediterraneo, per la frequenza dei terremoti che hanno storicamente interessato il suo territorio e per l'intensità che alcuni di essi hanno raggiunto, determinando un impatto sociale ed economico rilevante.

La sismicità della Penisola italiana è legata alla sua particolare posizione geografica, perché è situata nella zona di convergenza tra la zolla africana e quella eurasiatica ed è sottoposta a forti spinte compressive, che causano l'accavallamento delle zolle stesse. La sismicità più elevata si concentra nella parte centro-meridionale della Penisola, lungo la dorsale appenninica, in Calabria e Sicilia e in alcune aree settentrionali, come il Friuli, parte del Veneto e la Liguria occidentale. Solo la Sardegna non risente particolarmente di eventi sismici.



Schema tettonico semplificato dell'area mediterranea (fonte INGV)

Il territorio regionale piemontese è circondato a nord, a ovest e a sud dal sistema alpino occidentale, catena collisionale originatasi a partire dal Cretaceo per lo scontro fra le placca Europea ed Adriatica. Il contesto tettonico ed i regimi geodinamici tutt'ora attivi portano la regione ad essere interessata da una sensibile attività sismica, generalmente modesta come intensità, ma notevole come frequenza. I terremoti si manifestano principalmente lungo due direttrici che riflettono chiaramente l'assetto tettonico regionale essendo quasi coincidenti, entro un ragionevole margine di distribuzione, l'uno con il fronte Pennidico e l'altro con il limite fra le unità pennidiche e la pianura padana.

Osservando infatti la localizzazione degli epicentri dei terremoti registrati dalla rete sismica si nota chiaramente una distribuzione dispersa lungo due direttrici principali: una segue la direzione dell'Arco Alpino occidentale nella sua parte interna, in corrispondenza del massimo gradiente orizzontale della gravità; l'altra, più dispersa, segue l'allineamento dei massicci cristallini esterni in corrispondenza del minimo gravimetrico delle alpi Occidentali francesi.

Le due direttrici convergono nella zona del Cuneese, per riaprirsi a ventaglio verso la costa interessando il Nizzardo e l'Imperiese.

4.2 INQUADRAMENTO NORMATIVO

A seguito dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", è stata introdotta una nuova classificazione sismica del territorio nazionale articolata in 4 zone, le prime tre delle quali corrispondono dal punto di vista della relazione con gli adempimenti previsti dalla Legge 64/74 alle zone di sismicità alta ($S=12$), media ($S=9$) e bassa ($S=6$), mentre per la zona 4, di nuova introduzione, si dà facoltà alla regioni di imporre l'obbligo della progettazione antisismica.

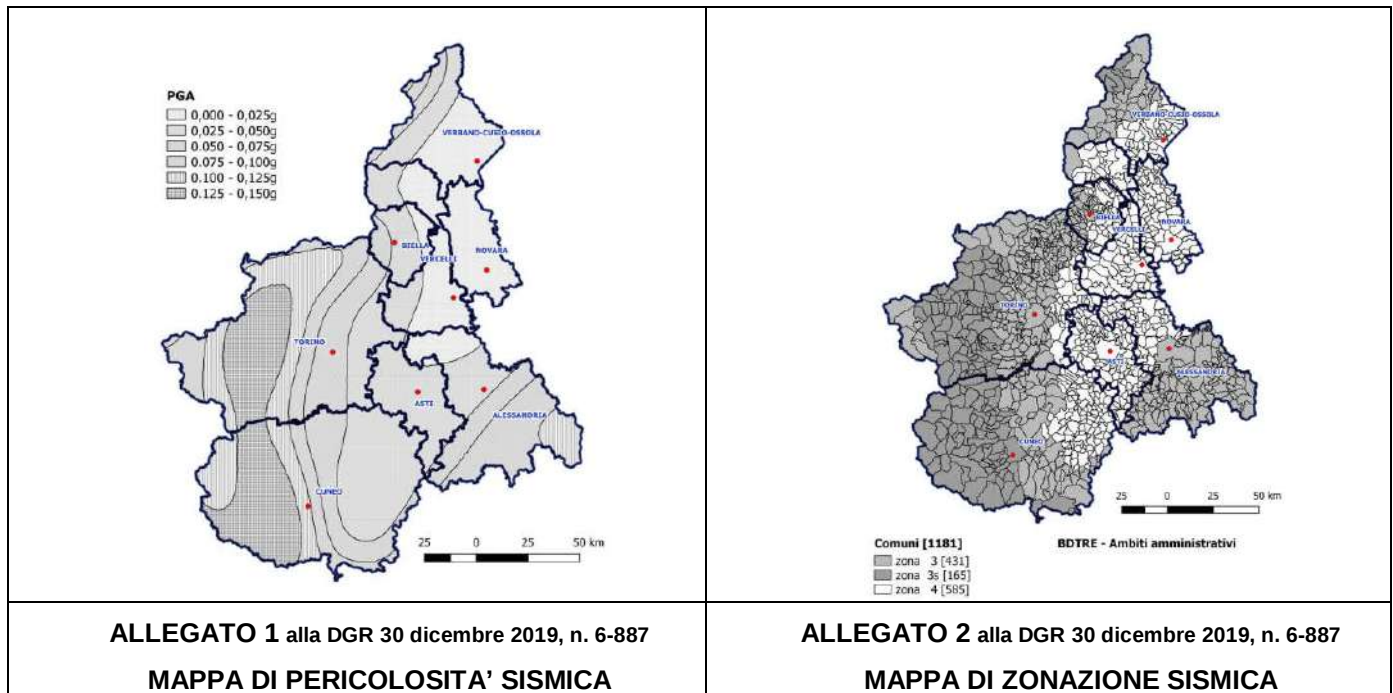
Per quanto riguarda la Regione Piemonte si sono aggiunti ai 41 comuni posti in II categoria ai sensi della vecchia classificazione (D.M. n° 82 del 4 febbraio 1982), 168 nuovi comuni in zona 3 distribuiti fra le province del Verbano Cusio Ossola (VB), di Cuneo (CN) e di Alessandria (AL). Viene anche introdotto, con la nuova normativa, un riferimento agli intervalli di accelerazione orizzontale, con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag/g), attesi per ogni zona. Con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3519 del 28 aprile 2006 sono stati approvati i criteri generali per l'individuazione delle zone sismiche e per la formazione e l'aggiornamento degli elenchi delle medesime zone, nonché la mappa di pericolosità sismica di riferimento a scala nazionale.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale n.4-3084 del 12/12/2011 pubblicata sul Bollettino Ufficiale n.50 del 15/12/2011 è stato approvato l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico-edilizie ai fini della prevenzione del rischio sismico ed è stata recepita la classificazione sismica di cui alla DGR n. 11-13058 del 19/01/2010. Si precisa che la zona sismica 3S comprende i 41 comuni già classificati in zona sismica 2 dalla DGR n. 61 - 11017 del 17/11/2003, cui si aggiungono complessivamente 44 comuni; la zona sismica 3 comprende 365 comuni, ed infine la zona sismica 4 comprende i restanti 797 comuni.

Sulla base di tale classificazione il Comune di Pieve Vergonte risulta classificato in zona

4.

Attraverso la Deliberazione della Giunta Regionale 19 gennaio 2010, n. 11-13058 Aggiornamento e adeguamento dell'elenco delle zone sismiche (O.P.C.M. n. 3274/2003 e O.P.C.M. 3519/2006), la Regione Piemonte ha deliberato di dare atto che la previsione contenuta nell'art. 2 della D.G.R. 61-11017 del 17/11/2003, inerente la non introduzione per la zona 4 dell'obbligo di progettazione antisismica, risulta superata con l'entrata in vigore delle disposizioni di cui al Decreto Ministero Infrastrutture del **D.M. 17 gennaio 2018**, "Nuove norme tecniche per le costruzioni" che, pertanto, trovano piena applicazione su tutto il territorio regionale.



Stralcio della Carta della classificazione sismica dei comuni piemontesi (da www.regione.piemonte.it, non in scala)

4.3 SISMICITÀ STORICA

Al fine di inquadrare dal punto di vista della sismicità storica l'area in esame, sono state consultate le informazioni riportate nel DBMI11 (Locati et al., 2011), il database macrosismico utilizzato per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani CPTI11 (Rovida et al., 2011, consultabile on-line al sito <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI>).

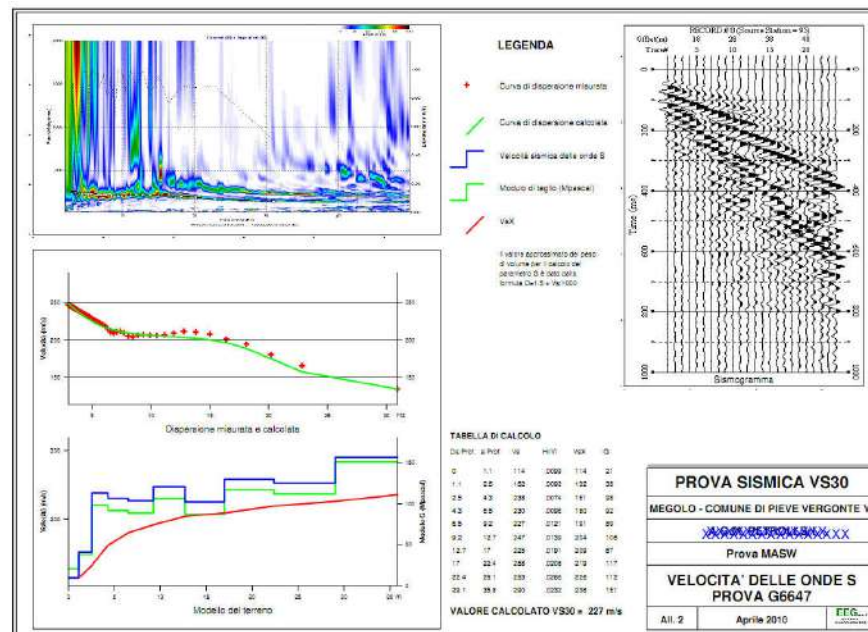
Non essendo presenti almeno tre osservazioni macrosismiche di terremoti al di sopra della soglia del danno che hanno interessato storicamente il **Comune di Pieve Vergonte**, il database non contiene informazioni.

4.4 AZIONE SISMICA AI SENSI DEL D.M. 17 GENNAIO 2018

Le azioni sismiche di progetto ai sensi del **D.M. 17 gennaio 2018**, in base alle quali valutare il rispetto degli stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. La pericolosità sismica è definita in termini di

accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A nelle **D.M. 17 gennaio 2018**), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $Se(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di superamento Pv_R nel periodo di riferimento V_R . In allegato alla norma citata NTC-D.M. **D.M. 17 gennaio 2018**, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di a_g , F_0 e T_C^* necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Prova sismica effettuata in località Megolo



Dalle analisi risulta che gli elementi locali che possono determinare amplificazione dell'accelerazione sismica sono di tipo geolitologico.

Ai sensi del **D.M. 17 gennaio 2018** ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica stessa si può fare riferimento a un approccio semplificato (NTC punto 3.2) al quale si farà riferimento in quanto segue; si assumono i seguenti parametri di base:

- **Coordinate del sito ED50:** Latitudine: 45,998709 [°] Longitudine: 8,293694 [°]
- **Categoria di sottosuolo:** classificabile come suolo di tipo “C”, ovvero “*Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di V_{S30} compresi tra 180 e 360 m/s ($15 < NSPT < 50$, $70 < cu < 250$ kPa).*”

- **Condizioni topografiche:** per quanto concerne le caratteristiche della superficie topografica l'area in oggetto può essere classificata di categoria T2 "Pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \geq 15^\circ$."

L'azione sismica di riferimento è individuata in termini di:

- $a_{g,max}$ = accelerazione orizzontale massima al sito;
- S = fattore di amplificazione che dipende dalla categoria di sottosuolo (SS) e dalla superficie topografica (ST);
- F_0 = fattore che quantifica l'amplificazione spettrale massima;
- T_C^* = periodo di riferimento che consente di calcolare il periodo T_C corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro.

Prendendo quindi in considerazione l'area in oggetto, nel seguito si riportano i parametri dell'azione sismica di riferimento che possono essere considerati rappresentativi per le opere in ipotesi di progetto. In particolare:

- Vita nominale V_N : 50 anni
- Classe d'uso: II
- Coefficiente d'uso C_U : 1,0
- Periodo di riferimento V_R : 50 anni

per gli Stati Limite Ultimi risulta quanto segue:

Stato limite di salvaguardia della vita (SLV) (La probabilità di superamento dell'azione sismica nel periodo di riferimento V_R (50 anni) è del 10% a cui corrisponde un periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = 475$ anni):

$$a_{g,max} = S_S \times S_T \times a_g = 1,500 \times 1,000 \times 0,061g = 0,0915 g;$$

$$F_0 = 2,604;$$

$$T_C^* = 0,290 \text{ s.}$$

Stato limite di prevenzione del collasso (SLC) (La probabilità di superamento dell'azione sismica nel periodo di riferimento V_R (50 anni) è del 5% a cui corrisponde un periodo di ritorno dell'azione sismica $T_R = 975$ anni):

$$a_{g,max} = S_S \times S_T \times a_g = 1,500 \times 1,000 \times 0,075g = 0,1125 g;$$

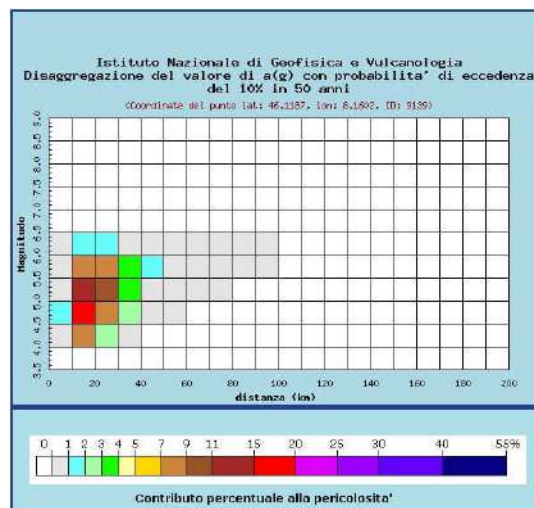
$$F_0 = 2,667;$$

$$T_C^* = 0,306 \text{ s.}$$

4.5 MAGNITUDO DI RIFERIMENTO

Al fine di definire la Magnitudo (M) di riferimento, ci si è riferiti alla disaggregazione sismica del terremoto di progetto.

La disaggregazione della pericolosità sismica consente di valutare i contributi di diverse sorgenti sismiche alla pericolosità di un sito. La forma più comune di disaggregazione è quella bidimensionale in magnitudo e distanza (M-R) che permette di definire il contributo di sorgenti sismogenetiche a distanza R capaci di generare terremoti di magnitudo M. Espresso in altri termini, il processo di disaggregazione in M-R fornisce il terremoto che domina lo scenario di pericolosità (terremoto di scenario) inteso come l'evento, di magnitudo M a distanza R dal sito oggetto di studio, che contribuisce maggiormente alla pericolosità sismica del sito stesso.



Disaggregazione del terremoto di progetto

Per il terremoto di progetto, l'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) fornisce tali valori e anche i valori medi. In figura è riportata la disaggregazione del valore di a_g con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni.

Valori medi		
Magnitudo	Distanza	Epsilon
5.130	20.800	1.180

Valori medi del terremoto di progetto

Dall'esame di tali grafici risulta che il contributo percentuale massimo alla pericolosità è fornito da terremoti con magnitudo superiore a 5,0 (terremoto di scenario). I valori medi sono caratterizzati da una magnitudo $M=5,13$ e da una distanza $R=20,8$ km

5. RELAZIONE GEOTECNICA

5.1 ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE E RELATIVO MODELLO GEOLOGICO

Sulla base dei rilievi geologico-tecnici effettuati in un intorno significativo all'edificio centrale (pozzo ad uso industriale Tessenderlo Italia s.r.l., è stato possibile definire con sufficiente precisione la stratigrafia dei terreni interessati dalle opere in progetto riportata nel modello geotecnico di riferimento.

I materiali rilevati sono:

- strato superficiale di suolo organico di colore bruno scuro, con spessore di 0,20 m;
- deposito detritico costituito da ciottoli e blocchi (3,80 m di spessore), ghiaia con ciottoli e sabbia (3,90 m), limo grigiastro (0,5 m), sabbia limosa (0,60 m), sabbia medio-grossolana (7 m), sabbia media (5 m), sabbia medio grossolana (11,50 m)

In allegato si riporta come riferimento la stratigrafia del pozzo Tessenderlo Italia s.r.l.

5.2 PARAMETRIZZAZIONE GEOTECNICA E MODELLO GEOTECNICO E GEOMECCANICO DI RIFERIMENTO

Valori caratteristici

L'Eurocodice 7: "Eurocode 7: Geotechnical design - Part 1: General rules" [1], introduce il concetto dei valori caratteristici dei parametri geotecnici. Il valore caratteristico, inteso come una stima cautelativa del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite in considerazione, dovrà essere utilizzato in qualsiasi tipo di verifica geotecnica, che si tratti di SLU (Stati Limite Ultimi ovvero potenziale presenza di una superficie di rottura) o di SLE (Stati Limite di Esercizio ossia deformazioni di tipo elastico o di consolidazione a prescindere dallo stato di rottura).

Il DM 14/01/2008, "Norme tecniche per le costruzioni", ha adottato il concetto dei valori caratteristici, senza peraltro chiarirne la definizione e determinazione.

La Circolare esplicativa di un decreto ministeriale legge ufficiale dello stato, contiene chiari riferimenti ai valori caratteristici:

"C6.2.2 INDAGINI, CARATTERIZZAZIONE E MODELLAZIONE GEOTECNICA

Valori caratteristici dei parametri geotecnici.

Nelle valutazioni che il progettista deve svolgere per pervenire ad una scelta corretta dei valori caratteristici, appare giustificato il riferimento a valori prossimi ai valori medi quando nello stato limite considerato è coinvolto un elevato volume di terreno, con possibile compensazione delle eterogeneità o quando la struttura a contatto con il terreno è dotata di rigidità sufficiente a trasferire le azioni dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti. Al contrario, valori caratteristici prossimi ai valori minimi dei parametri

geotecnici, appaiono più giustificati nel caso in cui siano coinvolti modesti volumi di terreno, con concentrazione delle deformazioni fino alla formazione di superfici di rottura nelle porzioni di terreno meno resistenti del volume significativo, o nel caso in cui la struttura a contatto con il terreno non sia in grado di trasferire forze dalle zone meno resistenti a quelle più resistenti a causa della sua insufficiente rigidità.

Il metodo statistico

Il metodo statistico per la determinazione dei valori caratteristici non è accettato all'unanimità. Tale affermazione non è però supportata da una proposta diversa rispetto all'utilizzo della statistica. Altro problema è la generalmente scarsa numerosità dei dati come frequentemente accade in geotecnica soprattutto nei progetti di modesta entità, con budget di spesa limitati. Nell'articolo di McCoy "(2009) "Introduzione operativa al concetto dei valori caratteristici secondo l'Eurocodice 7 (norma europea prEN1997-1), si afferma che questa limitazione non è vera, cito: "Una obiezione frequente al trattamento statistico è che questo non può essere eseguito con pochi dati. Al contrario, utilizzando la discriminazione e il giudizio tecnico e la conoscenza a priori regionale e locale, un trattamento statistico è possibile anche nel caso estremo di un solo dato a disposizione (o, al limite, di nessun dato disponibile, in questo caso facendo affidamento esclusivamente sulla conoscenza pregressa). Quando ci troviamo in condizioni di compensazione (generalmente strutturale) e il dataset ha una numerosità piccola (da 1 a 5 dati usualmente), possiamo ricorrere alla statistica classica, con ipotesi di varianza nota.

$$x_K = \bar{x} \pm z_{0,05} \cdot \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

Dove:

x_K è il valore caratteristico desiderato

$\bar{x}$ con barra il valore medio (ignoto) della popolazione, ipotizzato essere uguale al valore medio del campione

z è la distribuzione normale standardizzata

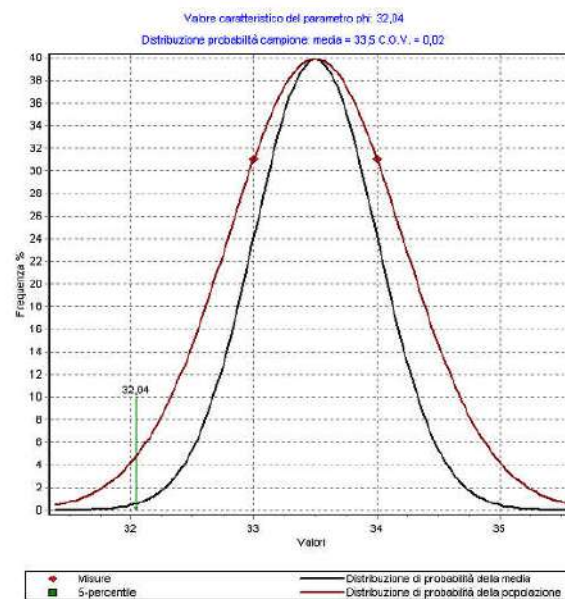
σ è la deviazione standard della popolazione

n è la numerosità del campione

Nel caso in esame possiamo considerare di trovarci in situazione di compensazione pertanto si ritiene adeguato l'utilizzo di valori caratteristici prossimi ai valori medi dei parametri geotecnici.

Il valore caratteristico medio dei parametri geotecnici angolo di attrito, peso di volume e coesione è stato stimato a partire da dati di archivio e di letteratura.

PARAMETRO	VALORE	REFERENZE
Angolo di attrito ($^{\circ}$)	33-34	Hunt, 1984 - Bowles, 1978 - Bureau of Reclamation, 1973
Coesione (kPa)	0.00	Mayne e Stewart, 1988 - Skempton, 1964
Coesione non drenata (kPa)	0.00	Sivrokaya e Togol, 2007
Peso di volume (kN/mc)	17.7-20.0	Hunt, 1984 - Kezdi, 1978 - Navfac - Lindeburg
Peso di volume saturo (kN/mc)	18.9-19.85	Hunt, 1984 - Kezdi, 1978 - Navfac - Lindeburg
Modulo elastico (kPa)	8000-19500	Navfac, 1982 - AASHTO, 2007 - Bowls, 1982 - Decourt, 1978
Modulo di taglio iniziale (MPa)	36-68	Imai e Tonouchi, 1982 - Ohsaki & Iwasaki, 1982 - Hara e al, 197
Modulo confinato (MPa)	21.2-23.6	Sanglerat, 1972 - Menziesbach e Malcev - Zomorodian e Eslami, 2005
Densità relativa (%)	30-45	Yoshida e al, 1988 - Boulanger, 2003 - Hatanaka e al, 2006
Velocità delle onde di taglio (m/s)	123-157	Imai, 1977 - Lee, 1990 - Imai e Tonouchi 1992 - Pitikilas e al, 1999
OCR		Mayne, 1990
Coeff. di spinta a riposo		Mayne e Kemper, 1988
Rapporto di Poisson's	0.20-0.35	Bowles, 1982 - AASHTO, 1995
Coeff. di permeabilità (m/s)	10-3 / 10-4	Terzaghi e Peck - Robertson, 1990
Porosità efficace (%)	15-25	Vari autori
Porosità (%)	30-40	Vari autori
Coefficiente di Lamé	0.4-0.5	Vari autori



Litotipo	Φk°	γ_k kN/mc	c'k dN/cm ²
Deposito detritico	32,04	18,15	0

5.3 STABILITÀ NEI CONFRONTI DELLA LIQUEFAZIONE

I siti presso i quali saranno realizzate le opere devono essere stabili nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Se il terreno risulta suscettibile di liquefazione e gli effetti conseguenti appaiono tali da influire sulle condizioni di stabilità di pendii o manufatti, occorre procedere ad interventi di consolidamento del terreno e/o trasferire il carico a strati di terreno non suscettibili di liquefazione. In assenza di interventi di miglioramento del terreno, l'impiego di fondazioni profonde richiede comunque la valutazione della riduzione della capacità portante e degli incrementi delle sollecitazioni indotti nei pali.

La verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

- 1) eventi sismici attesi di magnitudo M inferiore a 5;
- 2) accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di 0,1 g;
- 3) profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
- 4) depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N_1)_{60} > 30$ oppure $q_{cin} > 180$ dove $(N_1)_{60}$ è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e q_{cin} è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
- 5) distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c < 3,5$ ed in Figura 1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità $U_c > 3,5$.

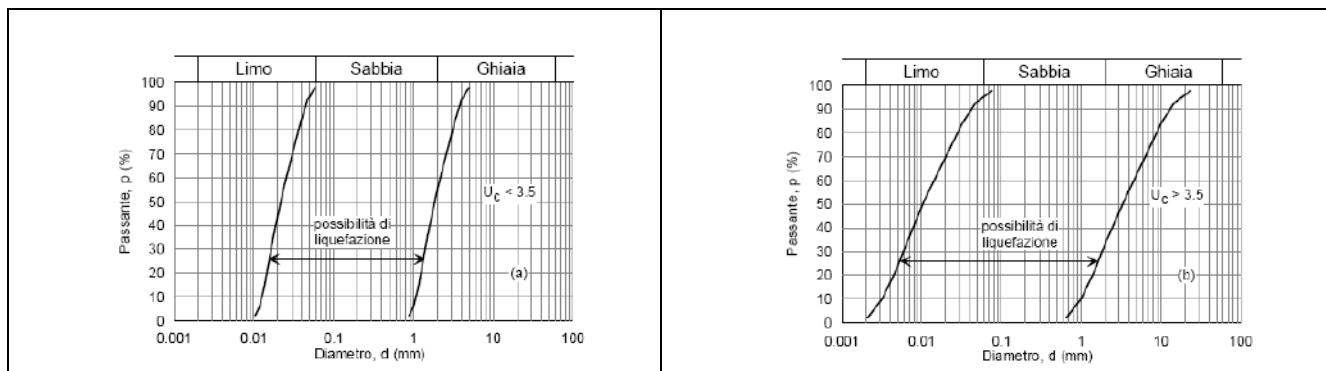


Figura 1(a) – 1(b) – Fusi granulometrici di terreni suscettibili di liquefazione

Considerate le caratteristiche dei terreni di fondazione assimilabile a depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata $(N1)_{60} > 30$ si può escludere la possibilità di liquefazione.

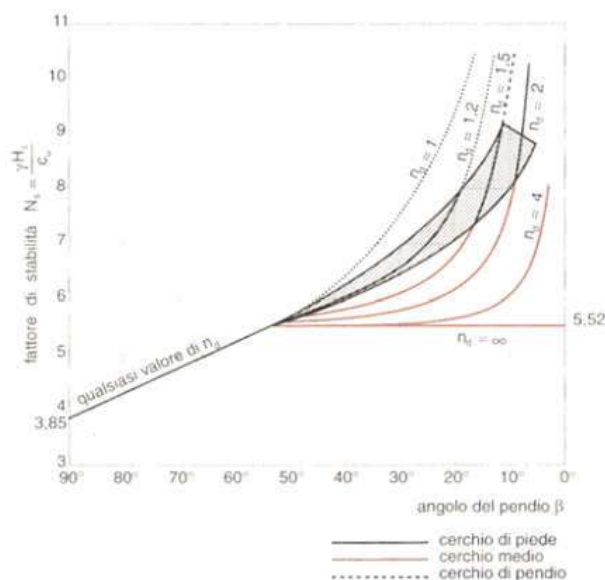
5.4 STABILITA' DEGLI SCAVI

Di seguito si esegue la verifica dell'altezza di scavo a parete verticale a breve termine.

Gli scavi raggiungono la **massima profondità di 4-5 m** pavimento dello scarico.

Per verifica di stabilità a breve termine, in condizioni non drenate e attrito nullo, si utilizza la soluzione di **Taylor (1937)**.

Il tipo di rottura e la posizione del cerchio critico dipendono, dall'inclinazione β del pendio e dal fattore di profondità n_d , che è il rapporto adimensionale fra la profondità H_1 di un eventuale strato rigido di base e l'altezza H del pendio.



In condizioni di equilibrio limite l'altezza critica del pendio vale:

$$H_c = N_s \cdot \frac{c_u}{\gamma}$$

ove N_s = fattore di stabilità dipendente da β e da n_d ;

c_u = coesione non drenata;

γ = peso di volume;

Si ha che per $\beta = 90^\circ$ N_s è indipendente da n_d ed è uguale a 3,85.

Da cui

$$H_c = N_s \frac{c_u}{\gamma} = \frac{3,85 \cdot 9,81 \text{ kN/m}^2}{18,15 \text{ kN/m}^3} = 2,08 \text{ m}$$

La **massima altezza a breve termine** a scarpa inclinata in un terreno che nel nostro caso consideriamo omogeneo fino a grande profondità con $n_d = \infty$ terreno omogeneo fino a grande profondità il pendio è instabile per $N_s \geq 5,52$.

$$H_c = N_s \frac{c_u}{\gamma} = \frac{5,52 \cdot 9,81 \text{ kN/m}^2}{18,15 \text{ kN/m}^3} = 2,98 \text{ m}$$

In tali condizioni la massima altezza a breve termine circa uguale a 3,00 m con inclinazione massima della scarpa di 50°.

Considerato che l'altezza dello scavo a parete verticale è maggiore dell'altezza critica è **necessario utilizzare opere provvisoriali. In ogni caso si raccomanda, di realizzare gli scavi in periodo asciutto, lasciandoli aperti il più breve tempo possibile.**

Al proposito si rammenta che l'art. 118 del Dlgs 81/2008 vieta lo scavo manuale per scalzamento alla base e conseguente franamento della parete quando questa supera l'altezza di 1,50 m.

6. MOVIMENTI TERRA E L.R. 45/89

La realizzazione del progetto prevede l'esecuzione di sbancamenti e scavi per la posa della condotta, per la realizzazione dell'edificio centrale, per l'esecuzione dello scarico.

L'area interessata dalle opere è posta al di fuori delle aree sottoposte a vincolo idrogeologico ai sensi della L.R. 45/89 e s.m.i.

Dalla relazione tecnica si evincono i seguenti dati sui volumi di volumi di scavo, riporto e reinterro:

	SUPERFICI	SCAVI	RIPORTI
A – OPERE DI PRESA E PROFILATURA ALVEO	157,50	408,05	110,67
B - CONDOTTA FORZATA	1.086,00	2.150,28	613,59
C - EDIFICIO CENTRALE /CABINA CONSEGNA	148,38	120,02	51,17
D - CANALE DI SCARICO	142,50	522,29	447,72
TOTALE	1.534,38	3.200,64	1.223,15

Il volume movimentato risulta pari a mc. 4.423,79 su un superficie di mq. 1534,38

7. INDICAZIONI GEOLOGICO-TECNICHE PER L'ESECUZIONE DELLE OPERE E CONCLUSIONI

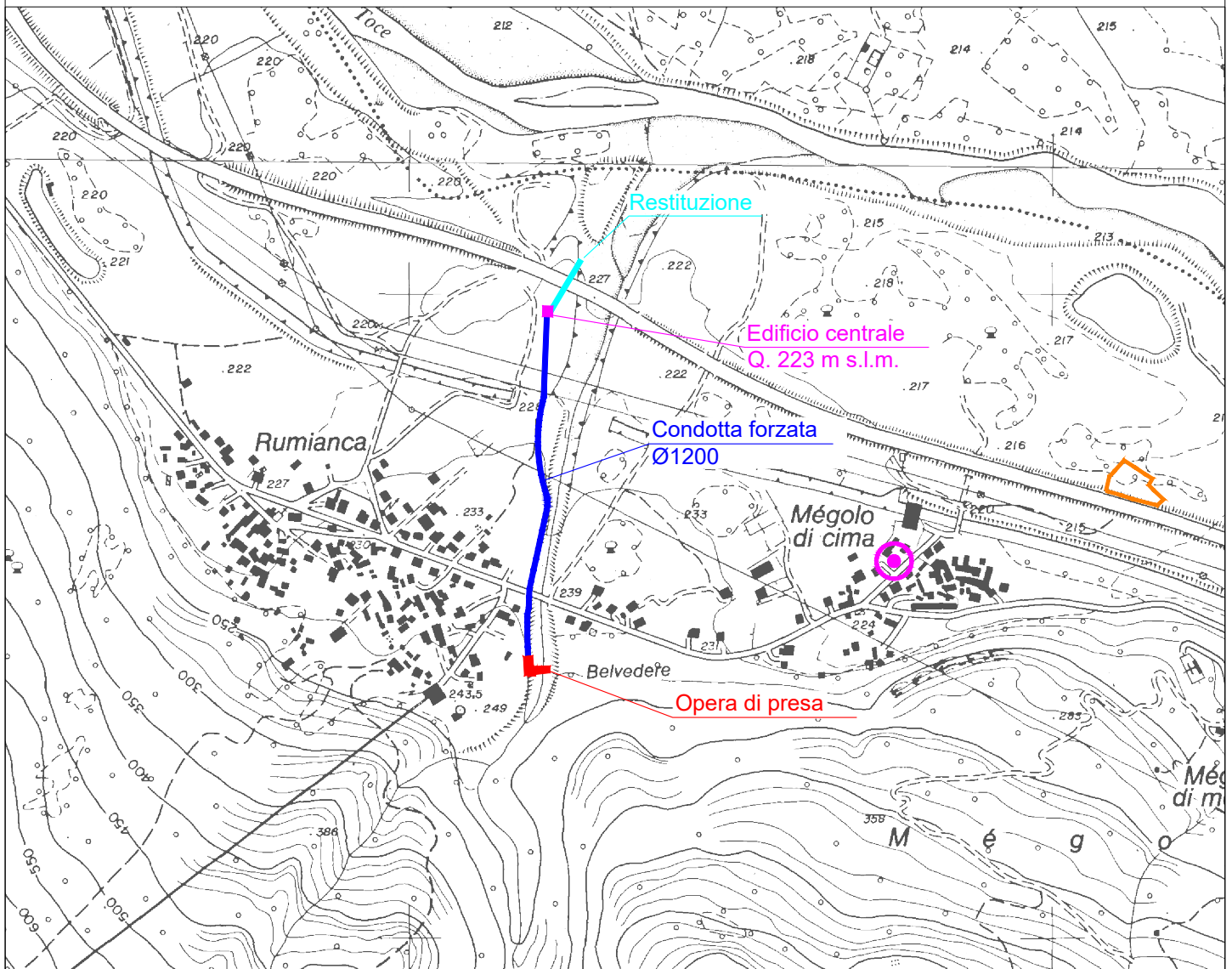
Pur partendo dal presupposto che la validità dell'ipotesi progettuale dovrà essere comunque controllata, secondo la normativa vigente, durante la realizzazione delle opere considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure e osservazioni nel corso dei lavori e adattando eventualmente l'opera alle diverse situazioni riscontrate, vengono di seguito riportate alcune indicazioni geologico-tecniche riferite agli interventi previsti:

- tutte le operazioni di scavo andranno effettuate con la creazione di pendenze di scavo adeguate e per brevi periodi di tempo, limitando i movimenti del terreno allo stretto necessario, adottando gli accorgimenti tecnici provvisori più indicati per evitare il verificarsi di smottamenti, scoscendimenti, dilavamenti e/o rotolamenti di materiali a valle,
- il piano di posa delle opere di sostegno dovrà essere impostato su roccia oppure su terreni grossolani, una volta asportata la porzione superficiale di alterazione, e preparato mediante adeguata compattazione del fondo;
- i muri di sostegno dovranno essere adeguatamente drenati in modo da evitare l'instaurarsi di sovrappressioni che possano instabilizzare le opere;
- nel caso di rinvenimento di acque sorgive andranno effettuate idonee canalizzazioni per evitare la perdita e l'innescò di fenomeni erosivi sulla pista stessa;
- sia le scarpate di monte, in scavo, che quelle di valle, in riporto, dovranno essere oggetto di recupero ambientale come indicato nella relazione agronomica per evitare l'innescò di processi erosivi.

In conclusione si può quindi affermare che le opere e le sistemazioni morfologiche previste in progetto, se realizzate secondo gli accorgimenti tecnici descritti, non influiranno in maniera significativa sugli equilibri idrogeologici locali.

Corografia e ubicazione
Scala 1:10.000

CTR 072040 - Rumianca



-  Pozzo Tessenderlo
-  Area oggetto di indagine sismica per la determinazione della Vs30

2. Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici - Delimitazione delle aree in dissesto

Foglio 072 sez. I - Forno

Scala 1:25.000

FRANE



Area di frana attiva (Fa)



Area di frana quiescente (Fq)



Area di frana stabilizzata (Fs)



Area di frana attiva non
perimetrata (Fa)



Area di frana quiescente non
perimetrata (Fq)



Area di frana stabilizzata non
perimetrata (Fs)

ESONDAZIONI E DISSESTI MORFOLOGICI DI CARATTERE TORRENTIZIO



Area a pericolosità molto elevata (Ee)



Area a pericolosità elevata (Eb)



Area a pericolosità media o moderata (Em)



Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)



Area a pericolosità elevata non perimetrata (Eb)



Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em)

TRASPORTO DI MASSA SUI CONOIDI



Area di conoide attivo non protetta (Ca)



Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)



Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cn)

VALANGHE



Area a pericolosità molto elevata o elevata (Va)



Area a pericolosità media o elevata (Vm)



Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)



Area a pericolosità media o elevata (Vm)

AREE A RISCHIO IDROGEOLOGICO MOLTO ELEVATO (RME)



ZONA 1 area instabile o che presenta elevata probabilità di coinvolgimento in fenomeni di dissesto



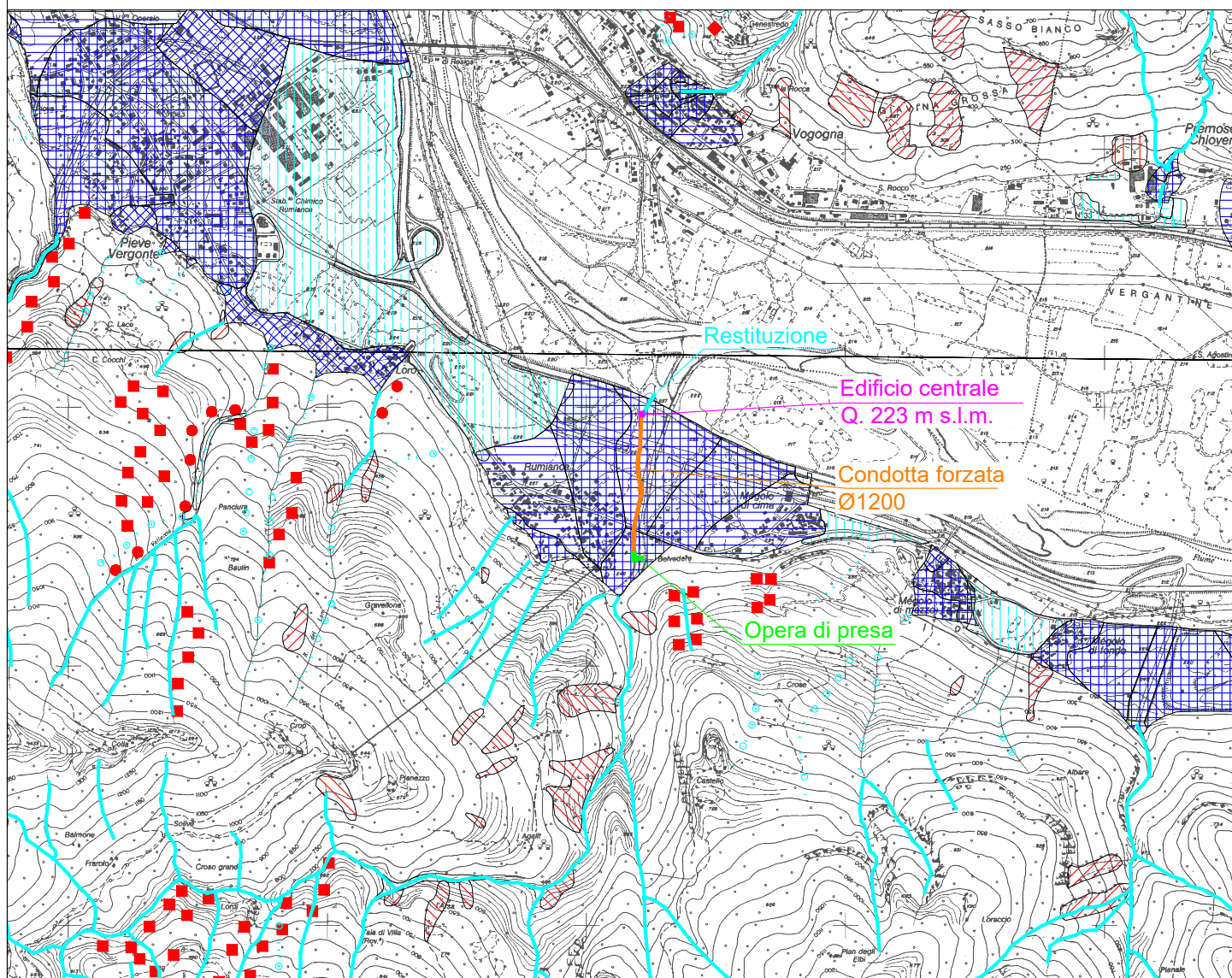
ZONA 2 area potenzialmente instabile o in cui l'intensità dei fenomeni di dissesto è ritenuta media



ZONA B-PR area di progetto potenzialmente interessata da inondazioni con $Tr \leq 50$ anni



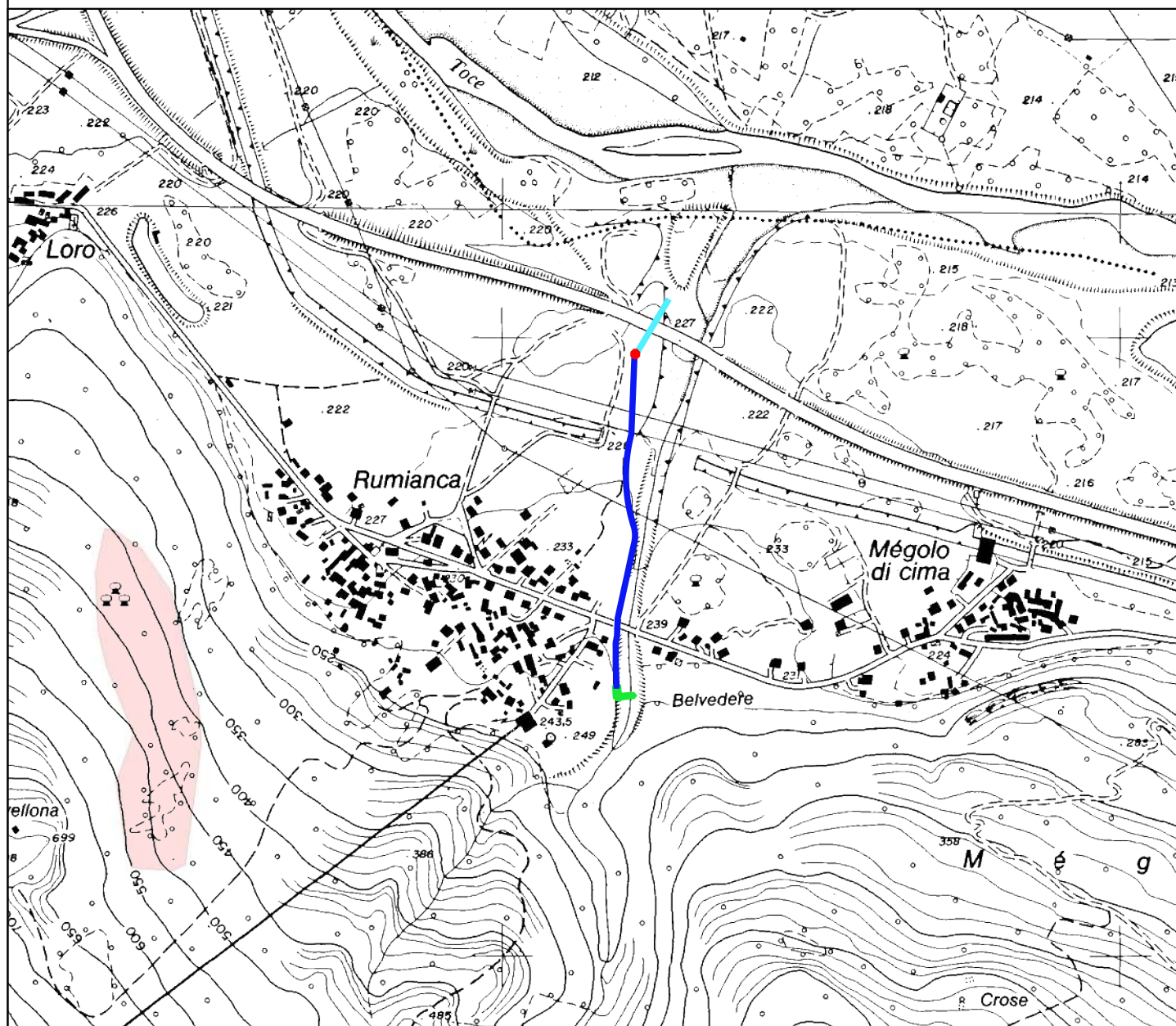
ZONA I area potenzialmente interessata da inondazioni con $Tr \leq 50$ anni

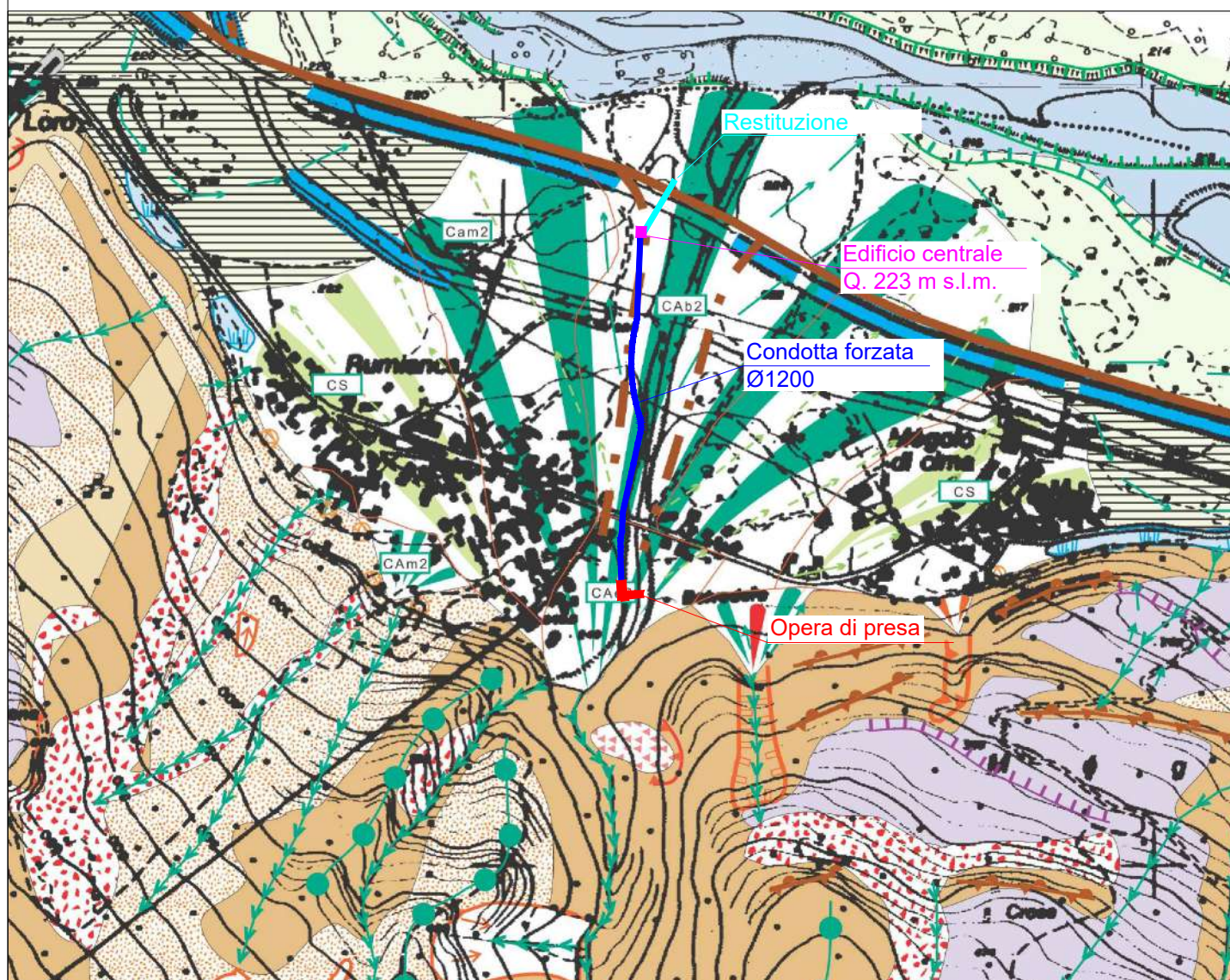


- Condotta forzata
- Edificio centrale
- Opera di presa
- Restituzione

Frane areali

- Aree soggette a crolli/ribaltamenti diffusi





LEGENDA

FORME ED ELEMENTI DELL'IDROGRAFIA



Zone a drenaggio difficoltoso

FORME DI VERSANTE DOVUTE ALLA GRAVITA'



Forme attive

Forme quiescenti



Forme di denudazione



FA1 Frana di crollo

FQ1



FA9 Soil slip

FQ9



FA10 Movimenti gravitativi composti

FQ10



Forme di accumulo



Coni detritici



FA1 Accumulo di frana di crollo

FQ1



Depositi detritici ed eluvio-colluviali



Massi isolati



FORME FLUVIALI, FLUVIOGLACIALI E DI VERSANTE



Forme attive o riattivabili

Forme non attive



Forme di erosione



Cascata



Vallecola a V - a) intensità molto elevata E_e ,
b) intensità media E_m



Vallecola concava



Solco da ruscellamento concentrato



Orlo di terrazzo o scarpata



Superficie con forme di dilavamento
prevalentemente diffuso



Traccia di corso d'acqua estinto, a livello della pianura o
leggermente incassato - canale in conoide

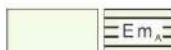


Cresta - a) affilata
b) arrotondata

Forme di accumulo



Alveo attivo e barre fluviali



Piana esondabile



CAe
CAb
CAM

Conoide alluvionale (per la delimitazione delle aree a
differente pericolosità si confrontino gli elaborati relativi allo
studio dei conoidi; per gli interventi di sistemazione si veda la
"Tavola delle opere idrauliche e degli effetti alluvionali")

CS



FORME GLACIALI

Forme di erosione



Orlo di scarpata o terrazzo

Forme di accumulo



Till di ablazione e di alloggiamento

FORME STRUTTURALI



Orlo di scarpata influenzata dalla struttura

SUBSTRATO ROCCIOSO INDIFFERENZIATO



Substrato roccioso prevalentemente scistoso



Substrato roccioso prevalentemente massivo

FORME ANTROPICHE

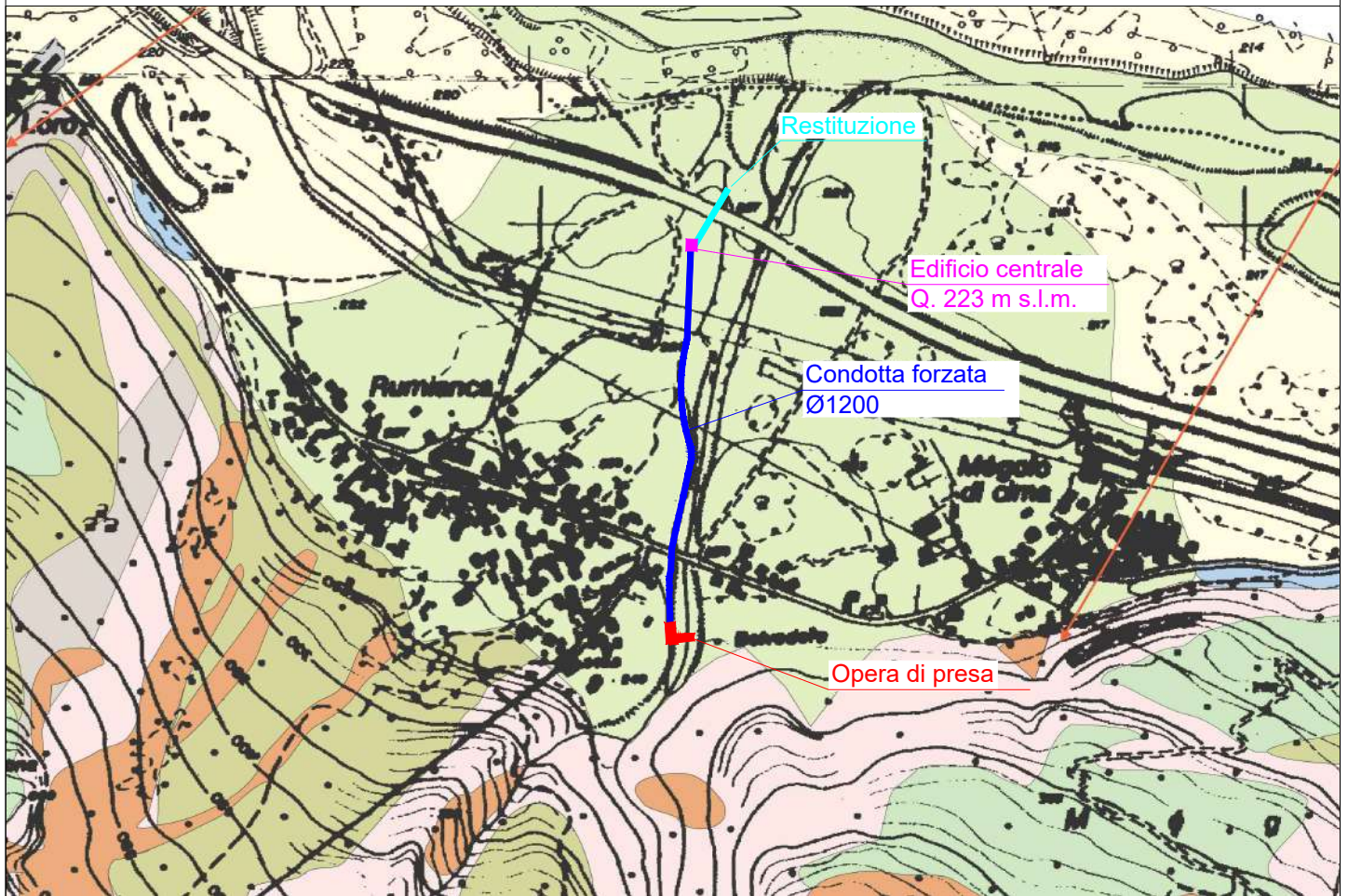


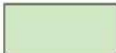
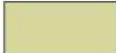
Riempimenti antropici



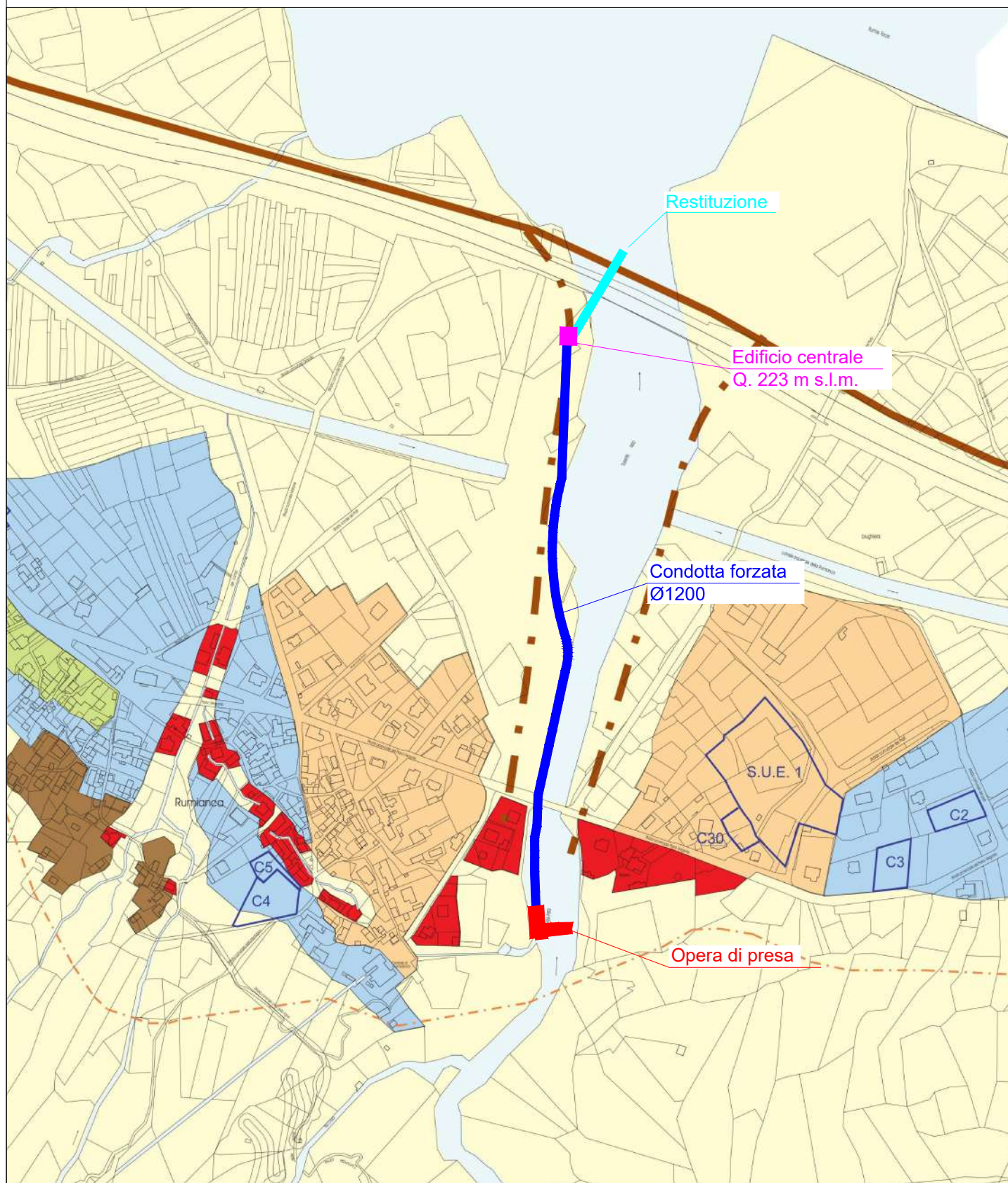
Cava dismessa

N.B. Le sigle poste a fianco della simbologia si riferiscono ai codici della *Legenda Regionale* - Edizione 25/07/02



	Substrato prevalentemente massivo $\phi=35^{\circ}\div40^{\circ}$ $c=5\text{ t/m}^2$ $\gamma=2,5\text{ t/m}^3$
	Substrato prevalentemente scistoso $\phi=30^{\circ}\div35^{\circ}$ $c=4\div5\text{ t/m}^2$ $\gamma=2,4\text{ t/m}^3$
	Depositi detritici a pezzatura grossolana ed accumuli di frana di crollo $\phi=30^{\circ}\div38^{\circ}$ $c=0\text{ t/m}^2$ $\gamma=1,9\text{ t/m}^3$
	Depositi glaciali con matrice fine $\phi=24^{\circ}\div32^{\circ}$ $c=0\text{ t/m}^2$ $\gamma=1,8\text{ t/m}^3$
	Depositi eluvio-colluviali e detritici stabilizzati $\phi=26^{\circ}\div35^{\circ}$ $c=0\text{ t/m}^2$ $\gamma=1,7\text{ t/m}^3$
	Depositi alluvionali e di conoide di deiezione, a tessitura prevalentemente ghiaioso-sabbiosa $\phi=30^{\circ}\div35^{\circ}$ $c=0\text{ t/m}^2$ $\gamma=1,9\text{ t/m}^3$
	Depositi alluvionali a tessitura prevalentemente sabbiosa-limosa $\phi=25^{\circ}\div30^{\circ}$ $c=0\text{ t/m}^2$ $\gamma=1,7\text{ t/m}^3$
	Zone soggette a ristagno delle acque superficiali
	Depositi di riporto

Estratto della "Carta della pericolosità geomorfologica e della idoneità all'utilizzazione urbanistica"
Tav.n°12 della Variante Generale al P.R.G.C.
Scala 1:5.000



----- Vincolo idrogeologico (R.D. 3267/23 e L.R. 45/89)
----- Idrografia

CLASSE	PERICOLOSITA' GEOMORFOLOGICA		VULNERABILITA' E VALORE ESPOSTO	RISCHIO TOTALE	INTERVENTI RICHIESTI PER LA RIDUZIONE O MINIMIZZAZIONE DEL RISCHIO				IDONEITA' URBANISTICA	
	Agente morfogenetico prevalente	Grado di pericolosità			Interventi di riassetto generali	Interventi di riassetto locali	Controllo e manutenzione opere esistenti	Rispetto norme tecniche		
I	Porzioni di territorio dove le condizioni di pericolosità geomorfologica sono tali da non porre limitazioni allo sviluppo urbanistico.	Non sono evidenziati particolari processi morfogenetici e condizioni geotecniche potenzianti	Irilevante	Arete inedificate e edificate con vulnerabilità nulla	Irilevante	Non necessari	Non necessari	Non necessari	D.M. 11.03.88	Nessuna condizione salvo il rispetto del D.M. 11.03.88.
II	Porzioni di territorio nelle quali le condizioni di moderata pericolosità geomorfologica possono essere agevolmente superate attraverso l'adozione ed il rispetto di modelli e accorgimenti tecnici realizzabili a livello di progetto esecutivo, esclusivamente nell'ambito del singolo lotto edificato o dell'intero agglomerato circostante. Tali interventi non dovranno in alcun modo incidere negativamente sulle aree limitate, né condizionare la possibilità di edificabilità.	Terreni caratterizzati da moderata attività; presenza di terreni con moderate caratteristiche geotecniche; aree con condizioni di scarico drenaggio; versanti ad attività medio-elevata con substrato roccioso affiorante o subaffiorante stabile in massa con locali disarticolazioni superficiali; aree soggette a modesti allagamenti (centimetrici) a bassa energia. Possono essere presenti anche più agenti contemporaneamente	Moderata	Arete inedificate e edificate soggette a processi morfogenetici modesti, a bassa vulnerabilità	Moderato	Non necessari	Necessari in alcuni casi a livello di singolo lotto edificato o dell'intero agglomerato	Non necessari	Necessarie nel caso di nuove edificazioni. D.M. 11.03.88	Condizionata a: - eventuale esecuzione di interventi locali di riassetto; - rispetto di norme tecniche illustrate nelle N.T.A., con riferimento a indagini geologiche, geomorfologiche e geoidrologiche di dettaglio
IIIA	Porzioni di territorio inedificate che presentano caratteri geomorfologici o idrogeologici che le rendono inadatte a nuovi insediamenti.	Alvei attivi, fasce spondali e piane di esondazione di corsi d'acqua; versanti attivi con substrato roccioso disarticolato; aree soggette a processi gravitativi o di trasporto in massa (conoidi).	Da moderata a elevata	Arete inedificate soggette a processi morfogenetici intensi, ad elevata vulnerabilità	Nullo, in quanto aree inedificate	Non necessari	Non necessari	Non necessari	D.M. 11.03.88	Arete inedificabili ai sensi art. 30 L.R. 56/77; le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili possono essere realizzate ai sensi dell'art. 31 L.R.56/77. Eventuali edifici isolati e/o non categorizzati, devono essere oggetto di analisi di dettaglio per definire le condizioni locali di pericolosità e di rischio (secondo quanto previsto al punto 6.2 dello N.T.E. Cir. 71/AP). La realizzazione di opere infrastrutturali e di impianti può essere consentita solo a seguito di specifiche analisi di dettaglio.
IIIB	PRESCRIZIONI GENERALI DELLA CLASSE IIIB Porzioni di territorio edificate nelle quali gli elementi di pericolosità geologica e di rischio sono tali da imporre in ogni caso interventi di riassetto territoriale di carattere pubblico, a tutela del patrimonio urbanistico esistente. In assenza di tali interventi di riassetto saranno consentite solo trasformazioni che non aumentino il carico antropico. Per le opere di interesse pubblico non altrimenti localizzabili vale quanto indicato dall'art. 31 della L.R. 56/77.				LE AREE INSERITE IN CLASSE IIIB DOVRANNO FARE PARTE DI UN CRONOPROGRAMMA DELLE OPERE DI DIFFESA, NELL'AMBITO DEL QUALE SI ESPRIMA LA DESTINAZIONE AI FINI URBANISTICI DELLE OPERE SUDDETTE E SIANO INDIVIDUATE, PER OGNI OPERA, LE PORZIONI DI TERRITORIO CHE RISULTANO DA ESSA PROTETTE E/O A PERICOLOSITA' E RISCHIO MINIMIZZATO.					
IIIB1	Arete in cui l'attuazione delle previsioni urbanistiche è sospesa sino alla verifica della validità delle opere esistenti, con successiva prevista trasformazione in una delle classi IIB seguenti o nella classe IIA.	Fasce spondali di corsi d'acqua e conoidi; aree soggette a processi gravitativi.	Da moderata ad elevata	Arete parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di intensità variabile e difese da opere di riassetto; vulnerabilità correlata al grado di manutenzione delle opere.	Da moderata ad elevato	Necessari	Necessari	Necessari	Necessario per nuove edificazioni e ristrutturazioni. D.M. 11.03.88	Edificabilità condizionata a: - verifica della validità delle opere di riassetto presenti; - eventuale realizzazione e collaudo di ulteriori completamenti delle opere di difesa ritenuti necessari; - presenza di un programma di controllo e manutenzione; - rispetto delle norme tecniche; - asfollazione di destinazione finale.
IIIB2	A seguito della realizzazione delle opere sarà possibile la realizzazione di nuove edificazioni, ampliamenti o completamenti.	Fasce spondali di corsi d'acqua e conoidi in zona mediana soggette a processi alluvionali di medio-alta energia; aree soggette a processi gravitativi di modesta entità.	Da moderata a media	Arete parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di medio-alta intensità e non difese o parzialmente difese da opere di riassetto; vulnerabilità medio-elevata	Moderata, localmente media	Necessari	Necessari	Necessari	Necessario per nuove edificazioni e ristrutturazioni. D.M. 11.03.88	Nessun aumento del carico antropico allo stato attuale. In seguito alla realizzazione delle opere di riassetto, edificabilità condizionata a: - collaudo delle opere; - presenza di un programma di controllo e manutenzione; - rispetto delle norme tecniche della N.T.A.
IIIB3	A seguito della realizzazione delle opere di riassetto, sarà possibile solo un modesto incremento del carico antropico. Da escludersi nuove unità abitative e completamenti.	Fasce spondali di corsi d'acqua e conoidi in zona medio-apicale soggette a processi alluvionali di alta energia; aree soggette a processi gravitativi in massa.	Medio-elevata	Arete parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di elevata intensità, anche se difese da opere di riassetto; vulnerabilità elevata	Elevata	Necessari	Necessari	Necessari per la tutela degli edifici esistenti	Necessario per ristrutturazioni. D.M. 11.03.88	Edificabilità nulla per nuove unità abitative. Opere sugli edifici esistenti che comportino un modesto aumento del carico antropico potranno essere eseguite solo a seguito della completa realizzazione degli interventi di riassetto, ove previsti, che dovranno essere assoggettati a programmi di controllo e manutenzione, per la tutela dell'edificato e l'incolumità delle persone.
IIIB4	Anche a seguito della realizzazione delle opere di riassetto, indispensabili per la difesa dell'esistente non sarà possibile alcun incremento del carico antropico.	Fasce spondali di corsi d'acqua e conoidi in zona apicale soggette a processi alluvionali di alta energia; aree soggette a processi gravitativi in massa.	Elevata	Arete parzialmente o totalmente edificate, soggette a processi morfogenetici di elevata intensità, anche se difese da opere di riassetto; vulnerabilità elevata	Elevata	Necessari	Necessari	Necessari per la tutela degli edifici esistenti	Necessario per ristrutturazioni. D.M. 11.03.88	Edificabilità nulla per nuove unità abitative. Opere sugli edifici esistenti che tuttavia non comportino un aumento del carico antropico potranno essere eseguite solo a seguito della completa realizzazione degli interventi di riassetto, ove previsti, che dovranno essere assoggettati a programmi di controllo e manutenzione, per la tutela dell'edificato e l'incolumità delle persone.

Stratigrafia pozzo Tessenderlo
Scala 1:10.000

