

REGIONE PIEMONTE



PROVINCIA DEL VERBANO CUSIO OSSOLA



COMUNE DI DRUOGNO

IMPIANTO IDROELETTRICO CON DERIVAZIONE DAL RIO RAGNO

D.Lgs. n° 387 del 29/12/2003 e s.m.i.

L.R. n° 40 del 14 dicembre 1998 s.m.i. - art. 12 - Fase di V.I.A.

RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA

Committente:

Sig.
Caretto Adamo

Data:

Luglio 2016



STUDIO GEOLOGICO MARANGON

Via Bonomelli N°16
28845 Domodossola (VB)
tel. +39 0324 249100 fax. +39 0324 249100
e-mail: marageo@libero.it

Il tecnico
Dott. Geol. Paolo Marangon

INDICE

INDICE	1
1. PREMESSA.....	2
1.1 Vincoli e rapporti rispetto al quadro programmatico di settore	2
2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO.....	2
3. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO.....	3
3.1 Movimentazione di materiale.....	3
4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO	3
4.1 Inquadramento geologico locale	4
5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI	4
4.2 Inquadramento geomorfologico locale	6
6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA.....	6
6.1 Individuazione della pericolosità del sito	6
6.2 Scelta della strategia di progettazione	7
6.3 Determinazione dell'azione di progetto	8
6.3.1 Categoria di sottosuolo	9
6.3.2 Amplificazione stratigrafica.....	9
6.3.3 Amplificazione topografica.....	10
6.4 Accelerazione massima di progetto.....	10
7. IDROLOGIA.....	10
7.1 Idrologia superficiale.....	10
7.2 Idrologia sotterranea.....	11
8. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEI TERRENI.....	12
9. CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO.....	12
10. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE.....	13
11. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO.....	14
12. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LE CAPTAZIONI AD USO POTABILE	16
13. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LA DINAMICA DEL CORSO D'ACQUA	17
14. STABILITA' DELLE AREE ATTRAVERSATE	17
15. PREVISIONI SUL TERRENO D'IMPOSTA.....	17
16. CALCOLO DEL CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE	17
17. CRITERI TECNICO-ESECUTIVI.....	19
18. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE	21

1. PREMESSA

La presente indagine è stata redatta in ottemperanza al DM 14/01/2008 ed alla L.R. 45/89 s.m.i. a supporto del progetto di un impianto idroelettrico con derivazione d'acqua dal rio Ragno, nel territorio del Comune di Druogno (VB), proposto dal Sig. Caretti Adamo e sottoposto al procedimento unico ex. D.Lgs. 387/2003 contestualmente alla Fase di Valutazione di Impatto Ambientale (L.R. 40/98 s.m.i.).

L'indagine effettuata si è posta l'obiettivo di evidenziare le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area lungo la quale è prevista la realizzazione dell'opera, nonché stabilire i parametri geotecnici, nonché valutare le condizioni di equilibrio dei terreni di imposta.

A tale scopo ci si è procurati una serie di dati bibliografici e la cartografia della zona e, dopo averne preso visione, è stata eseguita una dettagliata analisi, la quale ha permesso di evincere i caratteri geologici generali.

A questa fase ha fatto seguito una fase di rilievo, al fine di osservare le caratteristiche geomorfologiche dello stesso, nonché ricavare i dati tecnici essenziali per stabilire la fattibilità dell'opera.

I risultati ottenuti hanno permesso di valutare la compatibilità dell'opera con l'assetto geologico, geomorfologico ed idrogeologico del territorio interessato secondo quanto previsto dalla legislazione vigente, ponendo particolare attenzione alla stabilità del terreno di imposta e valutando, inoltre, l'incidenza della scelta progettuale nei confronti di un ottimale inserimento nel contesto ambientale ed idrogeologico.

1.1 Vincoli e rapporti rispetto al quadro programmatico di settore

L'analisi del Progetto IFFI (inventario fenomeni franosi) ha consentito di rilevare come lo sviluppo della soluzione progettuale non interferisce con fenomeni di dissesto censiti.

Dalla consultazione della cartografia tematica del Piano di Assetto Idrogeologico si rileva che lo sviluppo dell'impianto proposto interferisce (con l'opera di presa e i due attraversamenti previsti) con il dissesto torrentizio a pericolosità molto elevata (Ee) che si delinea lungo l'asta del rio Ragno.

Il Comune di Druogno è regolamentato dal P.R.G.C. redatto ai sensi della L.R. n° 56/77 e s.m.i. e della Circolare P.R.G. n.7/LAP del 8 Maggio 1996.

La consultazione dell'elaborato tematico "*Carta di sintesi della pericolosità geologica e dell'idoneità all'utilizzazione urbanistica*" ha consentito di rilevare come lo sviluppo dell'impianto proposto interessi aree in Classe IIIa3 (parte alta impianto), in Classe IIc (parte media impianto) e in Classe IIIa1 e IIIb2 (parte media e bassa impianto).

2. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Topograficamente l'intervento è localizzato sulla tavoletta I.G.M. in scala 1:25.000 "Santa Maria Maggiore" III N.O. del foglio 16 della Carta d'Italia, nonché sulla Carta Tecnica Regionale CTR in scala 1:10.000, sezione n° 052060 "Santa Maria Maggiore".

L'area in oggetto è ubicata nella Valle Vigizzo, nella porzione di territorio individuabile a Sud dell'abitato di Druogno, nonché a monte della località Colonia Alpina.

Precisamente la zona di intervento è raggiungibile percorrendo la Strada Statale n° 337 che risale la valle, ed una volta giunti in corrispondenza dell'abitato di Druogno,

punto più elevato topograficamente della valle, si procede svoltando verso sud e percorrendo un breve tratto di viabile secondaria in direzione della Colonia Alpina.

Successivamente è possibile procedere su viabilità sterrata e sentieristica per il percorrimto dello sviluppo del tracciato in progetto.

L'impianto proposto si sviluppa tra la quota di circa 905 metri slm (opera di presa) e la quota di 814,6 metri slm (asse turbina - edificio centrale).

3. CARATTERISTICHE DEL PROGETTO

Le opere che costituiscono l'impianto idroelettrico in progetto sono ubicate nel settore di versante a Sud dell'abitato di Druogno, indicativamente a Sud e Sud-Ovest della località Colonia Alpina sul versante meridionale del tratto vallivo.

L'impianto prevede la derivazione dal rio Ragno, alla quota di circa 905 metri s.l.m., per poi impostarsi in sponda idrografica destra sino all'altezza circa dell'Alpe Rassia (inizio tratto d'alveo canalizzato artificialmente), procedere in sponda idrografica sinistra, riattraversare l'alveo per proseguire in sponda destra lungo l'esistente viabilità, sottopassare la linea ferroviaria Locarno-Domodossola e raggiungere il sito dell'edificio centrale a quota 817 metri s.l.m. (p.c.).

Le caratteristiche peculiari di progetto sono state dettagliatamente descritte nella relazione tecnica e negli elaborati cartografici, redatti dallo Studio Tecnico Ingeoart S.r.l. con sede in Villadossola (VB).

3.1 *Movimentazione di materiale*

Dal computo di progetto si evince come il volume relativo ai lavori di *sbancamento* complessivi necessari alla realizzazione delle opere in progetto, risulti essere approssimativamente pari a 1386,88 m³.

Il volume di scavo sarà integralmente reimpiegato in cantiere per rinterri/rinfianchi/rimodellamenti.

Il materiale riutilizzato a riporto è stato quantificato in 251,88 m³ (captazione, vasca di carico e centrale).

Il volume di scavo definito dalla L.R. 45/89 s.m.i. è pertanto determinato dalla somma del volume degli scavi e dei riporti, per totali 1638,76 m³.

La superficie modificata o trasformata dall'intervento risulta approssimativamente essere pari a 2492,23 m².

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

Ai fini di tale inquadramento è stata assunta, quale riferimento la carta geolitologica delle Valli Vigezzo, Feneccchio e basso Isorno in scala 1:25.000, elaborata dalla Regione Piemonte a seguito dell'evento alluvionale del 7 agosto 1978 nelle Valli dell'Ossola.

L'intera Valle Vigezzo, e quindi l'area indagata, risulta essere modellata entro le formazioni metamorfiche delle Pennidi, le quali costituiscono un complesso di terreni molto antichi e tormentati, piegati durante l'orogenesi Alpina (terziario) e localizzati alla base dell'intero sistema a falde che caratterizza l'area Alpina. Il territorio indagato risulta far parte della "Zona delle Radici" la quale è costituita da:

- Serie Orselina-Isorno
- Monte Rosa
- Ofioliti Mesozoiche
- Zona Sesia Lanzo

L'area in oggetto rientra in parte (settore indicativamente a valle rispetto all'apice

di conoide del rio Ragno) nella Serie Orselina-Isorno ed il substrato roccioso presente al di sotto della coltre di copertura detritica (conoide torrentizia) è costituito dalla seguente successione che da nord verso sud presenta:

- *gneiss granitoidi muscovitico-biotitici a grana media, marcatamente scistosi.*
- *paragneiss biotitico muscovitici con tessitura scistosa;*
- *anfiboliti a grana medio minuta;*

Il settore di monte, invece, è rappresentato dalle formazioni rocciose della Falda del Monte Rosa, del Pennidico Superiore.

Tali rocce appartengono all'originario basamento metamorfico ercinico e da subordinati corpi intrusivi, e conferiscono alla falda una natura composita.

La Falda del Monte Rosa corrisponde a quello che costituiva il fondo delle pareti centrali dell'originario bacino oceanico; in parte comprendono litosfera oceanica (Pennidi Superiori), in parte crosta continentale per lo più assottigliata e la sua copertura sedimentaria che bordava la litosfera oceanica.

Tali unità sono composte da ortogneiss granitici a tessitura occhiadina, spesso lineati e con grana media e grossa.

Il più importante lineamento tettonico presente nell'area vasta in esame è rappresentato dalla Linea delle Centovalli. La presenza di questa faglia fu notata per la prima volta da Amstutz, che considerò la "Linea Aza-Cisore" il limite della subduzione della Falda M. Leone sotto il S. Bernardo.

Si tratta di una faglia a movimento normale-trascorrente, a inclinazione variabile, che separa la Falda M. Leone (a muro) dalle sovrastanti unità pennidiche (Verosso, Moncucco, Antrona).

In particolare, la Linea delle Centovalli presenta andamento generale Est-Ovest ed è definibile come dislocazione tettonica (Faglia) sub-verticale. Questa prende origine dalla Linea Insubrica nei pressi di Locarno, sviluppandosi lungo le Centovalli e la Valle Vigizzo, per continuare nel fondovalle nei pressi di Domodossola, e risalire verso Ovest attraversando la Valle Bognanco.

4.1 Inquadramento geologico locale

L'area di indagine si sviluppa in buona parte sulla conoide alluvionale del rio Ragno, edificata nel corso del tempo a seguito dei processi di trasporto torrentizio secondo una disposizione a "raggi di ventaglio".

I depositi di copertura interessati sono quindi prevalentemente composti da detrito alluvionale costituito da ghiaie e ciottoli eterometrici in matrice sabbiosa.

Nel settore medio-alto dell'impianto, lungo i versanti marginali all'alveo del rio Ragno, i depositi di copertura sono costituiti da detrito eluvio-colluviale e/o di versante con spessori mediamente di ordine moderato. Il substrato roccioso affiora nella zona alta, laddove si prevede l'imposta dell'opera di presa e della vasca di carico.

In tale area il substrato affiorante è composto da ortogneiss granitici a tessitura occhiadina, spesso lineati e con grana media e grossa, appartenenti alla Falda del Monte Rosa.

5. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

La Valle Vigizzo costituisce un corridoio naturale di collegamento tra l'Ossola e il Verbano, rappresentando dunque, una facile e diretta via di comunicazione tra le due valli. Da un punto di vista morfologico è una valle di tipo conseguente rispetto al tracciato della Valle Ossola e sospesa rispetto ad essa, denunciando la sua chiara

origine glaciale.

Caratteristica è infatti la soglia di Masera, alla confluenza tra il T. Melezze Occidentale con il F. Toce, solo minimamente mascherata dagli ampi conoidi di deiezione del Melezze stesso e del T. Isorno.

Il tracciato vallivo è impostato lungo il lineamento tettonico regionale Centovalli-Sempione che con direzione W-E, disseca la valle sino all'altezza di Santa Maria Maggiore, insinuandosi quindi lungo il corso del T. Isornino in Comune di Craveggia.

Le valli secondarie sono anch'esse di tipo conseguente, con prevalente andamento ortogonale rispetto all'asse vallivo principale: fa eccezione il tracciato dell'Isornino controllato tettonicamente.

La morfologia della valle è tipicamente glaciale, con "spalle" ben visibili lungo i versanti ed un profilo concavo, in parte regolarizzato al fondovalle dall'accumulo dei sedimenti di facies fluvioglaciale e di conoide.

La confluenza tra i numerosi corsi d'acqua del reticolo idrografico e l'asse vallivo è caratterizzata infatti, da numerosi e ampi conoidi di deiezione, sovente reincisi, coalescenti e terrazzati dai corsi d'acqua principali. Morfologie di origine glaciale si riscontrano inoltre alla testata dei principali corsi d'acqua, che reincidono gli antichi circhi glaciali: ben evidenti sono quelli del T. Melezze Orientale e del Rio Vasca sul versante settentrionale.

Altra caratteristica della Valle Vigeezo è data dalla presenza di due sbarramenti di ablazione glaciale in corrispondenza degli abitati di Re e di Gagnone che hanno dato luogo alla sedimentazione di depositi fini, con abbondanti resti vegetali, attribuiti a facies lacustri interglaciali.

Infine, a livello morfologico generale, si evidenzia come la forma valliva sia influenzata nettamente dalla presenza di un displuvio di fondovalle, posto al confine tra gli abitati di Santa Maria Maggiore e Druogno, dando origine ai due corsi d'acqua principali, con opposta direzione di scorrimento, costituiti dal Melezze Occidentale ed Orientale.

Il reticolato idrografico minore è caratterizzato in genere da pattern subdendritici o subparalleli, per quanto riguarda i corsi d'acqua che scorrono lungo il versante meridionale (esposto dunque a Nord) mentre appare più ramificato per i corsi d'acqua del versante opposto, vergente a Sud. Entrambi i reticoli possiedono in ogni caso aste principali prevalentemente rettilinee, chiaramente influenzate dai lineamenti tettonici locali.

I processi morfogenetici tuttora attivi sono da riferire principalmente alla forte energia di rilievo che caratterizza la valle, con corsi d'acqua che non hanno ancora raggiunto il profilo di equilibrio, elevata acclività dei versanti con coperture o colluvi a matrice fine, intensa fratturazione del substrato roccioso.

Tali fattori sono predisponenti di violente attività torrentizie, con elevato trasporto solido dovuto sia ad erosione diretta che a frane per scalzamento e per degradazione, e di dissesti coinvolgenti prevalentemente la coltre superficiale, pur non mancando crolli variamente diffusi.

Con l'evoluzione del territorio, e quindi con l'apporto solido esercitato da tali corsi d'acqua, il lago in oggetto è stato completamente occluso, con la successiva formazione di un'ampia piana alluvionale di fondovalle; la continua evoluzione dei versanti ha dato origine alla formazione di conoidi torrentizie in corrispondenza degli sbocchi a valle degli alvei.

L'azione glaciale nei confronti della Valle, è deducibile anche dalle forme piramidali assunte dalle principali vette, erose e modellate dai ghiacci di circo, inoltre le

testate delle vallate minori presentano forme di incisione ad anfiteatro, con preti molto ripide, limitate da soglie poste a quote decisamente inferiori.

Al termine dell'era glaciale, il clima tipicamente alpino ha instaurato processi di rimodellamento soprattutto di natura fluviale e torrentizia, generando approfondimenti ed incisioni e conferendo la tipica forma a V delle valli, caratteristica di uno stadio evolutivo giovanile; il protrarsi dello sviluppo idrografico superficiale ha conferito al reticolato una gerarchizzazione piuttosto omogenea.

Lo sviluppo della rete idrografica, e la conseguente attività erosiva nei confronti dei depositi di copertura, ha contribuito alla formazione dei materiali alluvionali che ricoprono il fondovalle; tali depositi, nel corso del tempo incisi e terrazzati, manifestano una tendenza evolutiva di ringiovanimento.

4.2 Inquadramento geomorfologico locale

L'area in oggetto, con esclusione del tratto di monte dell'impianto in progetto, risulta individuabile sulla conoide alluvionale generata dalla dinamica evolutiva del rio Ragno, nel corso del tempo, al limite meridionale dell'abitato di Druogno, ed il territorio specifico di indagine si presenta da debolmente inclinato verso N.W. a subpianeggiante.

In corrispondenza del territorio vallivo analizzato è possibile individuare lo spartiacque naturale tra i due distinti, ma adiacenti, bacini imbriferi dei principali collettori di deflusso dell'intera Valle Vigizzo, il Torrente Melezza Occidentale (ad ovest) ed il Torrente Melezza Orientale (ad est); l'area di Druogno, infatti, rappresenta il punto più elevato di quota del fondovalle vigezzino (840 metri s.l.m. circa).

Dall'analisi dell'area appare evidente come non siano presenti segni di riattivazione recenti della suddetta conoide, tuttavia osservando la porzione sommitale della stessa, ovvero a valle della località Rassia (in sponda destra), possono riscontrarsi una serie di barre trasversali e modeste plaeo-vallecole a testimonianza delle passate attività di trasporto di materiale.

La porzione d'asta torrentizia del rio Ragno, a partire dall'apice di conoide, risulta interessata da una serie di opere di regimazione radenti e trasversali atte a consolidare il fondo del corso d'acqua e limitare l'azione erosiva dello stesso nella zona di conoide.

6. CARATTERIZZAZIONE SISMICA DELL'AREA

La definizione degli spettri di risposta relativi ad uno Stato Limite è articolata in 3 distinte fasi, ciascuna delle quali prevede la scelta dei valori di alcuni parametri da parte del progettista; le tre fasi vengono di seguito esplicitate.

6.1 Individuazione della pericolosità del sito

La pericolosità sismica di base del sito di intervento è definita in termini sia di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria di sottosuolo A con superficie topografica orizzontale, sia in termini di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} nella vita di riferimento dell'opera V_R .

In particolare, le forme spettrali sono definite per ciascuna delle probabilità di superamento P_{VR} nel periodo di riferimento V_R , a partire dai valori di alcuni parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

- a_g accelerazione massima sul sito;

- F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Tali parametri sono forniti per i 10751 nodi del reticolo di riferimento in cui è suddiviso il territorio italiano e per 9 valori del periodo di ritorno T_R . Per i punti non ricadenti in corrispondenza dei nodi del reticolo, il valore dei parametri sopra indicati viene ricavato per interpolazione, utilizzando il valore ottenuto dalla media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia del reticolo di riferimento contenente il punto in esame.

Il primo passo dell'analisi è stato quindi quello di calcolare le coordinate geografiche del sito di intervento in modo da acquisire successivamente le azioni sismiche locali (proprie del sito specifico) sulla base di un reticolo di riferimento.

I parametri sismici del sito sono stati ricavati dalla media ponderata dei valori noti nei 4 punti di riferimento all'intorno del sito stesso. L'analisi viene svolta con l'utilizzo del software "Spettri NTC", messo a disposizione dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, che fornisce gli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticale) delle azioni sismiche di progetto per il generico sito del territorio nazionale. Ad ogni stato limite considerato corrispondono valori differenti di tali parametri.

Per gli stati limite di tipo geotecnico (GEO) sotto l'effetto di azioni sismiche, le verifiche di sicurezza da affrontare per le costruzioni con classe d'uso IV come quella in esame sono:

- stato limite ultimo SLV con verifica della resistenza del sistema fondazione-terreno, della stabilità dei rilevati, dei muri di sostegno e dei fronti di scavo.
- stati limite di esercizio SLD con verifica del contenimento delle deformazioni del sistema fondazione-terreno (cedimenti);

Le elaborazioni effettuate con apposito software in riferimento alle coordinate del sito di intervento, per lo stato limite ultimo SLV forniscono i seguenti dati:

edificio centrale	
a_g	0,079
F_0	2,605
T_c^*	0,301
T_R	949

Coordinate ED50 (gradi decimali): 46,132947 - 8,429676

6.2 Scelta della strategia di progettazione

In questa fase vengono definiti i parametri fondamentali di seguito indicati, sulla scorta dei coefficienti che definiscono la tipologia e la classe d'uso dell'opera in progetto.

☛ Vita nominale della costruzione

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale l'opera, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella seguente tabella:

IMPIANTO IDROELETTRICO CON DERIVAZIONE DAL RIO RAGNO
- RELAZIONE GEOLOGICO-GEOTECNICA -

Tipi di costruzione		Vita Nominale V_N (in anni)
1	Opere provvisorie - Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	≤ 10
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	≥ 50
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	≥ 100

☛ **Coefficiente d'uso della costruzione**

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

<i>Classe I:</i>	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.
<i>Classe II:</i>	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in <i>Classe d'uso III</i> o in <i>Classe d'uso IV</i> , reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
<i>Classe III:</i>	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in <i>Classe d'uso IV</i> . Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
<i>Classe IV:</i>	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

☛ **Periodo di riferimento per la costruzione**

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U

$$V_R = V_N * C_U$$

Il valore del coefficiente d'uso C_U è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato nella seguente tabella:

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C_U	0,7	1	1,5	2

Se $V_R \leq 35$ anni si pone comunque $V_R = 35$ anni.

In riferimento alla costruzione in progetto, si sono attribuiti i seguenti parametri:

V_N	Vita nominale	≥ 50 anni
C_U	Classe d'uso	IV
P_{VR}	Coefficiente d'uso	2,0
P_{VR}	63% per SLD	
P_{VR}	10% per SLV	

6.3 Determinazione dell'azione di progetto

In questa fase di analisi viene definito il valore di progetto dell'azione sismica massima orizzontale preventivabile sul sito in esame con prefissati T_R e P_{VR} .

L'azione sismica è caratterizzata da 3 componenti traslazionali, due orizzontali contrassegnate da X e Y e da una verticale Z, da considerare tra loro indipendenti.

Generalmente, come nel caso in esame, per le opere ed i sistemi geotecnici la componente verticale risulta trascurabile. Le componenti possono essere descritte mediante una delle seguenti rappresentazioni:

- accelerazione massima attesa in superficie;
- accelerazione massima e relativo spettro di risposta attesi in superficie;
- accelerogramma.

Le due componenti orizzontali, ortogonali tra loro, sono caratterizzate dal medesimo spettro di risposta.

Tale spettro in accelerazione è utilizzato per strutture con periodo fondamentale $\leq 4,0$ s ed è espresso da una forma spettrale (spettro normalizzato) moltiplicata per il valore della accelerazione massima orizzontale a_g , ottenuto in precedenza su sito di riferimento rigido orizzontale: sia la forma spettrale che il valore di a_g si differenziano al variare della probabilità di superamento (PVR) nel periodo di riferimento T_R .

☞ Risposta sismica locale

La risposta sismica in ambito strettamente locale viene valutata sulla base dei seguenti parametri:

- ◆ categoria di sottosuolo (A, B, C, D, E, S1, S2);
- ◆ amplificazione stratigrafica S_s ;
- ◆ amplificazione topografica S_T .

6.3.1 Categoria di sottosuolo

Con la Deliberazione della Giunta Regionale n°4-3084 del 12 dicembre 2011 è stato approvato l'aggiornamento e l'adeguamento delle procedure di controllo e gestione delle attività urbanistico - edilizie finalizzate alla prevenzione del rischio sismico ed è stata recepita la classificazione sismica di cui alla DGR n. 11-13058 del 19 gennaio 2010.

In riferimento a tale D.G.R. il territorio del Comune di Druogno (VB) risulta ascritto alla Zona 3.

Pertanto secondo i criteri elencati al punto 3.1 dell'Allegato 2 dell'O.P.C.M. n° 3519 del 28 aprile 2006 e nel D.M. 14/01/2008, si ritiene idoneo identificare i terreni di fondazione della centrale in una categoria di suolo assoggettabile suolo di fondazione tipo "B", ossia "Depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di V_{s30} compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$, nei terreni a grana grossa e $C_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fine)".

In riferimento invece all'imposta dell'opera di presa/vasca di carico, data la presenza diffusa di substrato roccioso affiorante sulle sponde e localmente sul fondo, si ritiene idoneo identificare i terreni interessati in una categoria di suolo assoggettabile suolo di fondazione tipo "A", ossia "*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m".

6.3.2 Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti SS e CC valgono 1.

Categoria sottosuolo	SS	CC
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Per le categorie di sottosuolo B, C, D ed E i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di a_g , F_0 e T_C^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni tabulate sotto e nelle quali "g" rappresenta l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

6.3.3 Amplificazione topografica

Per superfici topografiche semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria topografica	Caratteristiche della superficie topografica	Ubicazione dell'opera	S_t
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$.	-	1,00
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$.	Sommità del pendio	1,20
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,20
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$.	Cresta del rilievo	1,40

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o rilievo, dalla sommità fino alla base dove S_T assume valore pari a 1.

6.4 Accelerazione massima di progetto

Avendo acquisito i parametri essenziali all'analisi della risposta sismica locale, è ora possibile definire l'accelerazione massima di progetto attesa al suolo A_{max} , mediante la seguente relazione:

Edificio centrale - $A_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_T = [0,079 \text{ g} \cdot 1,2 \cdot 1,0] = \mathbf{0,095 \text{ g}}$

Opera di presa - $A_{max} = a_g \cdot S_s \cdot S_T = [0,075 \text{ g} \cdot 1,0 \cdot 1,0] = \mathbf{0,075 \text{ g}}$

7. IDROLOGIA

7.1 Idrologia superficiale

Il collettore di drenaggio principale del settore vallivo è costituito dal Torrente Melezzo Occidentale che scorre in direzione ovest, alla distanza minima di 300 metri circa dall'edificio centrale in progetto (verso N.W.), nonché dal Melezzo Orientale la cui asta torrentizia è individuabile ad Est e N.E. alla distanza minima di circa 1 Km dall'impianto previsto.

Il torrente Melezze Occidentale, che prende origine ai piedi dello spartiacque orientato circa E-W collegando Cima dei Casaletti (2415 metri s.l.m.) e Pizzo Ruggia (2239 metri s.l.m.), prende tale denominazione nei pressi della Località Gagnone, dalla confluenza di rii minori che scorrono lungo i versanti situati a Nord ed a Sud dell'abitato di Druogno, ed in particolare il rio Sasseglio ed il rio Ragno.

Il rio Sasseglio scorre sul versante settentrionale, mentre il Rio Ragno, oggetto della derivazione in progetto, nasce e si sviluppa lungo il versante meridionale.

Infine si segnala la presenza dell'asta canalizzata del rio Sasso che trae origine dal versante settentrionale della Valle Vigezzo, dalle quote topografiche di circa 1500 metri s.l.m. e presenta un bacino imbrifero di forma piuttosto stretta ed allungata; tale impluvio, tributario di destra del rio Ragno, riceverà la restituzione delle acque turbinate.

L'idrografia di superficie si completa con i fenomeni di ruscellamento diffuso, nonché concentrazioni locali e deflussi di acque incanalate in corrispondenza di alcuni modesti canali e/o solchi naturali presenti lungo i versanti a monte dell'area in oggetto.

7.2 Idrologia sotterranea

In funzione delle caratteristiche geolitologiche della coltre di copertura, nonché geomorfologiche del territorio, possono farsi alcune considerazioni in merito alla circolazione idrica sotterranea, partendo dal presupposto che la stessa è fortemente condizionata dal detrito di copertura che ricopre il substrato roccioso, dove quest'ultimo risulta praticamente impermeabile.

Nell'ambito del bilancio idrologico le perdite d'acqua per infiltrazione sono limitate alle condizioni di permeabilità secondaria del basamento roccioso (permeabilità dovuta a fratturazione) ed alla permeabilità primaria per porosità delle coperture detritiche.

Da un'analisi in sito è emerso come il deposito superficiale caratterizzante le aree del settore alto e mediano di intervento, assume sempre spessori da esigui a medio-moderati ed è composto da depositi eluvio-colluviali o misti a glaciali a permeabilità discreta/scarsa.

Le acque meteoriche, pertanto, tendono in parte a ruscellare in superficie ed in parte ad infiltrarsi nel terreno; la conformazione morfologica globale del versante e l'acclività che localmente lo contraddistingue inibiscono un significativo accumulo di acqua nel sottosuolo e quindi non si prefigurano gli elementi essenziali per la formazione di una falda vera e propria.

In funzione di quanto sopra esposto, la circolazione idrica sotterranea risulta pertanto significativa solo a seguito di eventi meteorici di una certa intensità e per lo più lungo la superficie di contatto roccia-detrito, mentre l'esaurimento della stessa avviene in periodi immediatamente successivi al termine delle precipitazioni.

Ovviamente non è da escludere una circolazione profonda delle acque, che può avvenire per porosità secondaria, ovvero lungo fratturazioni e/o fessure della roccia; tale fenomeno è strettamente legato alle caratteristiche della roccia stessa quali scistosità, grado di fratturazione, etc.

Nel settore di valle dell'impianto, la presenza dell'apparato di conoide del rio Ragno a bassa pendenza e buona permeabilità consente una certa infiltrazione delle acque meteoriche e di quelle di ruscellamento superficiale.

L'alimentazione della falda sotterranea, per lo più identificabile in una circolazione di subalveo, è agevolata dalla tipologia dei depositi di copertura che caratterizzano un intorno dell'area in esame; pertanto le acque di infiltrazione permeano nei depositi di copertura andando ad alimentare la falda di fondovalle.

8. CARATTERISTICHE LITOLOGICHE DEI TERRENI

I terreni di imposta su cui verranno realizzate le opere in progetto, sono caratterizzati dalle seguenti tipologie litologiche:

Substrato roccioso: l'area in oggetto rientra in parte (settore indicativamente a valle rispetto all'apice di conoide del rio Ragno) nella Serie Orselina-Isorno costituita prevalentemente da gneiss granitoidi muscovitico-biotitici a grana media, marcatamente scistosi ed in subordine da paragneiss biotitico muscovitici con tessitura scistosa. Il settore di monte dell'impianto, invece, dove il substrato verrà interessato, è rappresentato dalle formazioni rocciose della Falda del Monte Rosa, del Pennidico Superiore, composte da ortogneiss granitici a tessitura occhiadina, spesso lineati e con grana media e grossa.

Depositi eluvio-colluviali o di versante: tale copertura viene interessata nel settore alto dell'impianto in progetto, a monte dell'apice di conoide, nei settori basali dei versanti marginali all'alveo rio Ragno. La coltre detritica è caratterizzata da materiale litoide a pezzatura da medio-minuta, con dimensione prevalente dei singoli elementi variabile da decimetrica a pluri-decimetrica, inglobati in matrice fine terroso-sabbiosa. In alcuni settori si possono rilevare blocchi anche di grosse dimensioni sparsi e scarsamente inglobati nella matrice di intasamento.

Depositi alluvionali di conoide: tali depositi caratterizzano la parte medio-bassa dell'impianto, e la loro genesi deriva dalla passata attività dinamico-torrentizia del rio Ragno. Essi sono composti da ghiaie eterometriche generalmente grossolane e ciottoli da cm a pluri-dm, in abbondante matrice sabbiosa.

9. CLASSIFICAZIONE DEL TERRENO

In relazione all'osservazione diretta dei terreni detritici in analisi su cui andranno ad impostarsi le opere in progetto, e sulla scorta di analisi correlative svolte in merito, il terreno può essere classificato secondo lo United Soil Classification System, comunemente adottato dal Corps of Engineers e dal Bureau of Reclamation System; si attribuisce quindi alla copertura alluvionale di conoide il gruppo **GP**, definito come ghiaie poco graduate o miscela di sabbia-ghiaia a grana piccola o grossa con poco o nessun fino.

Tale classificazione permette entrare nella tabella che definisce i "Valori orientativi dei parametri che caratterizzano la curva sforzi-deformazioni di forma iperbolica - Primo Carico", in particolare si ricava il valore dell'angolo di attrito interno del materiale in oggetto, il quale nel caso specifico è compreso tra 34 e 49 gradi. In funzione della classificazione ottenuta, si possono inoltre definire le seguenti caratteristiche:

- possibile azione del gelo:	da nessuna a molto lieve
- compressibilità e rigonfiamento:	quasi nessuna
- permeabilità:	10^{-2} cm/sec
- densità secca AASHO:	1.85 - 2.00 T/m ³
- caratteristiche di compattazione:	buone con ruspe, rulli a ruote gommate e lisci
- valori tipici di progetto:	
C.B.R.	30 - 60
moduli di sottofondo	5.5- 8.3 kg/cm ²

10. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Per la trattazione statistica dei parametri geotecnici dei depositi sciolti, non avendo in tale fase di progetto effettuato prove di laboratorio e/o dirette sui terreni di indagine, si propone di valutare l'angolo d'attrito caratteristico attraverso l'elaborazione statistica di alcuni valori tipici acquisiti da bibliografia, nonché da rilievi diretti condotti su materiali analoghi, per la tipologia di terreno direttamente interessata dagli interventi.

In particolare, sulla scorta di dati pregressi acquisiti su terreni analoghi, si è attribuita alla litologia considerata la classificazione del suolo secondo la U.S.C.S. (Unified Soil Classification System).

L'Eurocodice 7 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 o di SLE.

Se si utilizzano metodi statistici (peraltro non obbligatori), la derivazione del valore caratteristico deve essere tale che la probabilità calcolata di un valore peggiore (più sfavorevole) che governa l'insorgere dello stato limite in considerazione non sia maggiore del 5%.

In geotecnica è circostanza decisamente non infrequente il dovere eseguire delle verifiche in presenza di scarsità di dati.

Il trattamento statistico dei dati può essere eseguito anche con pochi dati a disposizione, utilizzando la discriminazione e il giudizio tecnico e la conoscenza regionale e locale.

Quando ci si trova, infatti, 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. L'equazione assume pertanto la seguente forma:

$$x_k = \bar{x} \pm z_{0.05} \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right) \approx \bar{x} \pm 1.645 \cdot \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

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

Il valore di σ nell'equazione precedente andrebbe determinato con l'ausilio di database locali specifici; quando questi mancano, si possono utilizzare i valori reperibili in letteratura. A tale proposito è utile esprimere la variabilità in termini di coefficiente di variazione COV espressa anche in termini percentuali:

$$COV = \frac{\sigma}{\mu}$$

dove:

- σ = deviazione standard della popolazione
- μ = media della popolazione

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI CARATTERISTICI E DI PROGETTO (5° PERCENTILE DISTRIBUZIONE DELLA MEDIA)

• Detrito alluvionale

Per tale tipologia di detrito si propone una classificazione U.S.C.S tipo GP con variabilità dell'angolo d'attrito di picco compresa tra 34° e 49°. Dalla trattazione statistica si ottiene:

dati	media dati	Xk	
34	41,50	34,3	Valore caratteristico
49	COV Φ %	Xd	
	15	28,6	Valore di progetto
	n° dati		
	2		

$$X_k = \bar{X} - 1.645 \left(\frac{\sigma}{\sqrt{n}} \right)$$

$$Z_{0.05} = -1,6449$$

- coesione (c): 0,0 T/m²
- angolo di attrito (φ_k): 34°
- peso di volume (γ_k): 1,80 T/m³
- permeabilità (k): media/buona

I parametri geotecnici sopra indicati, con specifico riferimento all'angolo d'attrito ed al peso di volume del terreno in esame, sono stati assunti in termini di valori caratteristici, ove con il termine caratteristico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro che influenza l'insorgere dello stato limite considerato.

11. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA E GEOMECCANICA DELL'AMMASSO ROCCIOSO

La caratterizzazione geomeccanica dell'ammasso roccioso è stata eseguita in riferimento alle analisi effettuate presso le porzioni rocciose affioranti presso il settore alto dell'impianto, laddove affiora il substrato lungo le porzioni spondali del rio Ragno.

A tal fine è stato adottato l'ormai diffuso metodo di Z.T. Bieniawski, il quale assegnando dei Rating a delle classi di grandezze, permette di suddividere l'ammasso roccioso secondo cinque classi per ognuno delle quali viene dettata una tipologia di comportamento.

1) Resistenza del materiale intatto: la determinazione dei parametri di resistenza alla compressione uniassiale è avvenuta mediante l'utilizzo di sclerometro (o Martello di Schmidt) opportunamente tarato. Lo strumento misura la resistenza alla compressione della porzione più superficiale della roccia, ovvero la resistenza alla compressione apparente. Lo strumento fornisce un valore locale della resistenza e consiste nel misurare il rimbalzo di un pistone metallico che percuote violentemente la roccia mediante una spinta conferitagli da una molla. La campagna di rilevamento si è svolta prendendo come riferimento una stazione di misura ed effettuando alcuni gruppi di misura per ciascun set di discontinuità, secondo le modalità descritte di seguito.

Le prove sono state eseguite in numero di 10 in corrispondenza di ogni superficie di discontinuità rilevata, scartando i 5 valori più bassi di ogni misura e calcolando il valore di rimbalzo significativo come media aritmetica degli otto valori

maggiori. I risultati così ottenuti sono stati nuovamente mediati al fine di ottenere un unico valore rappresentativo per l'ammasso roccioso. Nella sottostante tabella sono sintetizzati i dati di campagna ottenuti dalle prove con sclerometro.

RIMBALZO										
K_s	48	52	36	45	44	50	38	42	48	50
K₁	50	46	54	52	45	50	42	45	52	48
K₂	46	54	52	48	50	54	50	46	52	45

	Valore medio	Co' [MPa]
K_s	49,6 ↗	108
K₁	51,6 →	135
K₂	52,4 →	142

Ammasso sano

RIMBALZO									
55	52	48	56	50	50	48	50	54	50

Valore medio	Co [MPa]
53,4 →	150

Tale valore è stato successivamente riportato su un diagramma che mette in relazione il rimbalzo con la resistenza alla compressione semplice, espressa in MPa, tenendo conto sia dell'inclinazione del martello rispetto all'orizzontale che della densità della roccia testata. In tal modo si è giunti alla determinazione della resistenza alla compressione monoassiale (MPa) che, nel caso specifico, è appunto stimabile in circa 150 MPa, ovvero 1530 Kg/cm² circa.

RATING: 12

2) RQD (recupero percentuale modificato): non avendo a disposizione carotaggi per la valutazione della percentuale di recupero modificato, si è optato per una stima del parametro RQD, espresso in percentuale, mediante l'ausilio di un grafico che pone in correlazione la spaziatura delle discontinuità dell'area omogenea presa in esame con l'indice RQD. Avendo rilevato un valore medio di spaziatura pari a circa 250 mm, si ricava un valore di RQD del 85%.

RATING = 17

3) Spaziatura delle discontinuità: si intende la distanza fra due discontinuità adiacenti, misurata lungo una linea retta di orientamento prefissato.

Il valore relativo viene espresso come spaziatura media di un sistema di giunti; come specificato sopra, la spaziatura media rappresentativa dei sistemi di discontinuità risulta pari a circa:

250 mm.

RATING = 10

4) Condizioni delle discontinuità: tale parametro è stato stimato in seguito a prove di campagna con utilizzo del "pettine di Barton" sulle diverse superfici di discontinuità rilevate. Il confronto dei profili rilevati con i profili standard (typical roughness profiles for JRC range) ha consentito di individuare i seguenti dati:

JRC (Ks) = 8; JRC (K1) = 6; JRC (K2) = 7

Le discontinuità risultano prevalentemente con apertura submillimetrica, localmente aperture da 1 a 5 mm ed alterazione delle superfici da poco marcata a mediamente marcata. RATING = 10

5) Acqua: si intende la presenza o meno di acqua nelle discontinuità, intesa anche come umidità.

Dalle indagini eseguite in superficie non sono state rilevate venute d'acqua, solo puntualmente locali condizioni di umidità.

RATING = 10

RMR base = 59

Classe III – Qualità Discreta

- coesione 200-300 KPa
- angolo di attrito 25°-35°

I parametri geomeccanici possono essere correlati direttamente al BRMR attraverso le seguenti relazioni:

$$\varphi(^{\circ}) = 5 + \frac{BRMR}{2}$$
$$c(MPa) = 0,005 * BRMR$$
$$E(GPa) = 10^{\frac{BRMR-10}{40}}$$

dove:

$\varphi(^{\circ})$ = angolo d'attrito dell'ammasso roccioso

$c(MPa)$ = coesione dell'ammasso roccioso

$E(GPa)$ = modulo elastico dell'ammasso roccioso

In base al parametro BRMR ricavato dalla classificazione geomeccanica, si ottengono i seguenti valori:

$$\varphi = 34,5^{\circ}$$

$$c = 0,295 \text{ MPa}$$

$$E = 16,79 \text{ GPa}$$

12. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LE CAPTAZIONI AD USO POTABILE

Nella zona ampia circostante le opere di progetto, sono individuabili n° 3 sorgenti censite come ad uso idropotabile dagli strumenti urbanistici vigenti di Druogno e Santa Maria Maggiore.

Le sorgenti sono, come riportato negli elaborati di P.R.G.C., così individuabili:

- 1) loc. rio Valanga – quota 920 m slm – ad Ovest, 500 mt circa, da opera di presa
- 2) loc. a monte Stalle di Pranero – 880 m slm – ad Est, 1,1 Km da opera di presa
- 3) loc. a valle Alpe Cima – quota 1200 m slm – ad Est, 1,4 Km da opera di presa

Inoltre risulta censito un pozzo in località Colonia Alpina, a quota di circa 818 m slm a NNE e NE dell'impianto proposto.

In funzione del presunto circuito di alimentazione delle sorgenti esistenti, riconducibile al settore di versante a monte delle stesse, delle distanze e differenza in

quota esistenti tra le sorgenti ed il tratto derivato proposto, non si ritengono prevedibili interferenze tra la derivazione in progetto ed il regime o circuito di ricarica delle captazioni considerate.

13. ANALISI DELLE POSSIBILI INTERFERENZE TRA LE OPERE IN PROGETTO E LA DINAMICA DEL CORSO D'ACQUA

In riferimento alla possibile interazione tra le opere in progetto e la dinamica del rio Ragno interessato dalla derivazione e dalla realizzazione delle opere connesse all'impianto nei settori marginali all'alveo, occorre valutare il regime di portata liquida, incrementato dalla stima di quella solida, del collettore di deflusso in relazione alle opere previste da progetto.

Per le sopracitate analisi idrauliche, si faccia espressamente riferimento alle verifiche riportate nell'apposita Relazione redatta dal tecnico progettista incaricato.

14. STABILITA' DELLE AREE ATTRAVERSALE

In riferimento alle operazioni di scavo necessarie alla creazione del setto in detrito entro cui verrà alloggiata la condotta, si fa osservare come l'incidenza degli stessi sul terreno risulta talmente modesta da non interferire con l'assetto geostatico delle coltri di copertura superficiali.

Essendo, quindi, la quantità di materiale in eccedenza per metro lineare piuttosto limitata, questo verrà disposto sul territorio secondo la morfologia del terreno, modellando e livellando le asperità presenti in sito. In particolare le condizioni di equilibrio dei terreni di imposta, potranno essere mantenute tali adottando gli opportuni accorgimenti tecnici e rispettando le modalità esecutive descritte successivamente.

Per quanto riguarda la parte alta dell'impianto, con riferimento all'imposta della presa, dissabbiatore e vasca di carico, saranno previste modeste incisioni nel substrato roccioso per il parziale incasso della struttura lungo la sponda destra.

15. PREVISIONI SUL TERRENO D'IMPOSTA

Una lettura immediata delle previsioni sul terreno d'imposta, è ottenibile dall'analisi dei litotipi e dei depositi caratterizzanti i terreni interessati, e soprattutto dalla valutazione tecnica ragionata del binomio "opere previste-problematiche presenti".

La realizzazione dell'opera in progetto dovrà tenere in considerazione le condizioni di stabilità delle litologie sopra descritte, valutando l'incidenza dei lavori di scavo, nonché le modalità di posa dei manufatti.

A livello progettuale, possono quindi farsi delle previsioni di massima, dettate dalle condizioni geostatiche del territorio, nonché dalle caratteristiche del terreno d'imposta, in modo da fornire un'ottima base sulla quale impostare il lavoro, la quale potrà poi essere confermata o modificata in funzione dai dati che emergeranno durante l'esecuzione dei lavori.

16. CALCOLO DEL CARICO LIMITE DELLA FONDAZIONE

Il presente calcolo permette la valutazione della capacità portante dei terreni detritici su cui verrà impostato il fabbricato di produzione, secondo il predimensionamento indicato da progetto.

Nei calcoli di progetto deve tenersi conto anche della profondità della falda, questa verrà cautelativamente considerata al livello del piano campagna naturale.

Nel calcolo sono stati contemplati gli effetti inerziali dovuti ad un sisma con accelerazione massima al suolo (A_{max} di progetto) pari a 0,095 g preventivabile per un tempo di ritorno T_R pari a 949 anni e determinato in relazione ai parametri V_R e P_{VR} , dove V_R rappresenta la vita di riferimento della costruzione in progetto (100 anni) e P_{VR} la probabilità di superamento nel periodo di riferimento V_R precedentemente indicato, introducendo dei fattori correttivi Z (Paolucci & Pecker, Shikhiev & Jakovlev) nell'equazione seguente.

Formula di Brich Hansen (1970):

$$Q_{lim} = (c * N_c * s_c * d_c * i_c * b_c * g_c * z_c) + (s_q * \gamma * D * N_q * d_q * i_q * b_q * g_q * z_q) + (0.5 * \gamma * B * N_\gamma * s_\gamma * d_\gamma * i_\gamma * b_\gamma * g_\gamma * z_\gamma) \quad (\text{per } \Phi > 0)$$

dove:

c = coesione del terreno

γ = peso di volume del terreno

B = larghezza fondazione (dimensione lato corto)

D = profondità di posa delle fondazioni

N_c, N_q, N_γ = fattori adimensionali di portanza

s_c, s_q, s_γ = fattori di forma della fondazione

i_c, i_q, i_γ = fattori correttivi per carichi inclinati

d_c, d_q, d_γ = fattori correttivi per l'approfondimento

b_c, b_q, b_γ = fattori correttivi per l'inclinazione della base della fondazione

g_c, g_q, g_γ = fattori correttivi per fondazioni su pendio

z_c, z_q, z_γ = fattori correttivi in condizioni sismiche

L'attuazione delle verifiche di sicurezza di tipo geotecnico agli stati limite ultimi SLU, ed in particolare allo SLV, richieste per opere di fondazioni superficiali, si è ritenuto adeguato l'utilizzo dell'Approccio 2 (A1+M1+R3) che prevede un'unica combinazione di gruppi di coefficienti.

Il valore del carico limite emerso dall'applicazione della sopra indicata formula di calcolo dovrà essere "corretto" applicando un coefficiente di riduzione parziale γ_R , che per la capacità portante è pari a 2,3 (R3).

In riferimento, invece, ai coefficienti di riduzione dei parametri del terreno, l'Approccio 2 considera i coefficienti della colonna M1, quindi pari ad 1; in sostanza i parametri caratteristici considerati nel modello geotecnico rimangono tali con l'Approccio 2 e possono essere quindi utilizzati come valori di progetto.

$$Q_{SLV} = 2,96 \text{ kg/cmq (condizioni sismiche)}$$

Pertanto per ogni stato limite ultimo deve essere rispettata la condizione:

$$E_d \leq R_d$$

E_d è il valore di progetto dell'azione o dell'effetto dell'azione

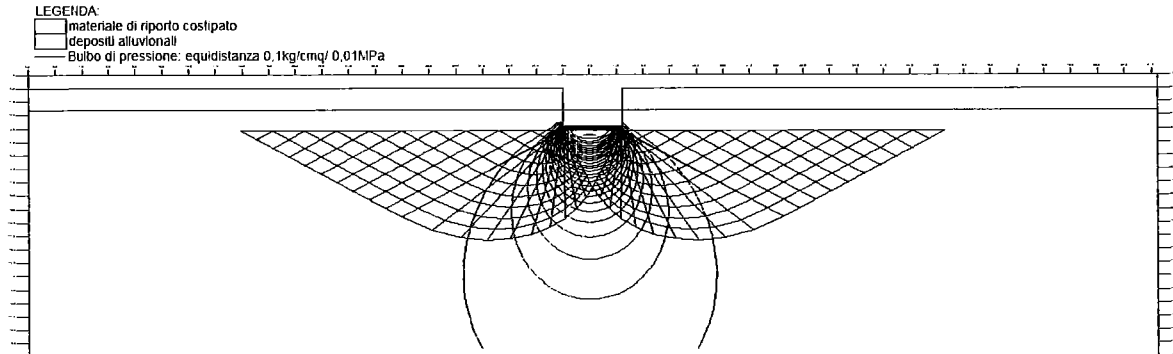
R_d è il valore di progetto della resistenza del sistema geotecnico

Il valore della capacità portante sopra indicato deriva dall'applicazione della correzione di Terzaghi, che tiene conto della non linearità della relazione sforzi - resistenza al taglio per valori di calcolo della portanza limite superiori ai 4.5 kg/cmq.

Il tecnico progettista/strutturista, una volta determinati i valori delle azioni di progetto (azione STR e azione GEO) dovrà verificare la disuguaglianza sopra citata.

Il valore ottenuto deve essere tale che i cedimenti assoluti non superino i limiti accettabili per la funzionalità della struttura in esame, ovvero sia verificato agli stati limite d'esercizio SLE.

Gli elaborati di calcolo permettono di verificare anche i cedimenti dei livelli di terreno interessati dalle opere di fondazione.



La verifica è stata effettuata utilizzando il metodo basato sulla Teoria dell'elasticità; ipotizzando in via cautelativa, un carico applicato dell'ordine dei 2,96 Kg/cm² (pari alla resistenza del terreno allo SLU), emerge un valore di cedimento massimo di 25,2 mm.

E' inoltre possibile stimare in prima approssimazione il coefficiente di sottofondazione secondo il metodo proposto da Bowles, il cui valore è pari a 3,51 Kg/cm³. Per ulteriori dettagli geometrici e dimensionali delle opere di fondazione verificate, si faccia riferimento agli elaborati di calcolo in allegato.

17. CRITERI TECNICO-ESECUTIVI

Nel presente capitolo verranno trattati i criteri tecnici e le modalità esecutive per eseguire i lavori necessari alla realizzazione dell'opera compatibilmente con l'equilibrio idrogeologico del territorio e con l'inserimento dal punto di vista ambientale.

- ◆ Nelle aree interessate dalla movimentazione di materiale, e quindi lungo le scarpate di neoformazione, dovrà prevedersi l'immediato recupero del terreno smosso, al fine di evitare possibili dilavamenti o inneschi di processi evolutivi. Modeste opere trasversali predisposte nei tratti a maggiore acclività, consentiranno di trattenere il materiale rimaneggiato per il tempo necessario alla crescita del nuovo substrato vegetale.
- ◆ In corrispondenza dei settori in cui si prevedono profondità di scavo in detrito di rilevanza (zona edificio centrale con profondità di scavo di progetto spinti sino a circa -4,30 metri da p.c.), si dovrà procedere all'abbassamento progressivo dal piano campagna, mettendo in atto adeguati interventi di stabilizzazione/armatura provvisoria dei fronti di scavo e/o operando con profili di scavo inclinati e gradonati.
- ◆ I setti di scavo detritici non armati, anche se provvisori, dovranno essere immediatamente coperti con teloni impermeabili in occasione di eventi meteorici, al fine di inibire eventuale evoluzione delle pareti.
- ◆ Nelle porzioni di territorio in cui il terreno risulta coperto da cotico vegetale, la preparazione del sito verrà eseguita previa l'asportazione di tale coltre superficiale e la sua momentanea messa in disparte. Lo stesso verrà successivamente sfruttato per completare il ritombamento del setto, al fine di recuperare dal punto di vista ambientale l'area di scavo. La continuità e la

corretta crescita di quest'ultimo, in associazione all'attenta e corretta costipazione della copertura costituente il ritombamento del setto, sono essenziali per evitare l'infiltrazione delle acque di precipitazione e di dilavamento, e quindi inibire possibili inneschi di fenomeni erosivi e di fluidificazione.

- ♦ La condotta dovrà essere interrata ad una sufficiente profondità rispetto al piano campagna originario, in modo da non risentire delle condizioni esterne e consentire la ricostituzione del soprassuolo in tempi relativamente brevi, laddove presente.
- ♦ I lavori di scavo e riporto necessari per l'esecuzione delle opere sopra descritte, verranno eseguiti tramite mezzi meccanici dotati di benna rovescia per la rimozione e la movimentazione dei materiali sciolti, mentre qualora risulti necessaria la rimozione di grossi blocchi di materiale litoide e/o l'incisione della roccia in posto, verrà fatto uso di martellone o di apposita attrezzatura.
- ♦ Il materiale di risulta dagli scavi potrà essere riutilizzato per eseguire i riempimenti/reinterri ed i riporti dove previsti, previa selezione e compattazione del materiale stesso al fine di conseguire le caratteristiche geotecniche adeguate, nonché per il rimodellamento dell'area modificata; da progetto non sono previsti esuberi di materiale, tuttavia l'eventuale cubatura non riutilizzata in cantiere dovrà essere allontanata e gestita ai sensi della normativa vigente.
- ♦ Le pressioni/azioni massime di progetto trasmesse al suolo dalla struttura principale (centrale) dovranno essere compatibili con il valore della resistenza di progetto del terreno di fondazione come emerso dai calcoli effettuati in base alla geometria di fondazione (predimensionamento). Tali dati dovranno essere confermati in fase esecutiva, mediante l'osservazione diretta del suolo. Qualora non venissero confermate le condizioni stratigrafiche ipotizzate, si dovrà provvedere ad una indagine integrativa specifica, adeguatamente riveduta e corretta.
- ♦ La realizzazione di un vespaio in ciottoli da fiume opportunamente costipati posto al di sotto della soletta/platea e nelle aree perimetrali a diretto contatto con il terreno, consentirà sia un adeguato drenaggio alle acque di infiltrazione, che un piano di appoggio omogeneo alla struttura.
- ♦ A contatto con la soletta/platea di fondo, nonché a contatto con le mura perimetrali a diretto contatto con il terreno, dovrà essere posizionata una doppia guaina impermeabilizzante o, in alternativa, materiali cementizi impermeabilizzanti a base di resine viniliche opportunamente trattate (tipo cemento flessibile elastico), atti a resistere alle sollecitazioni indotte dalle contropinte idrauliche esercitate dalle acque, in modo da preservare la struttura dai fenomeni di capillarità e dalla formazione di zone umide.
- ♦ Laddove la condotta attraverserà l'alveo del rio Ragno, sarà indispensabile interrare la tubazione ad una sufficiente profondità rispetto alla quota di fondo alveo, adottando adeguati accorgimenti protettivi della condotta stessa al fine di prevenire potenziali fenomeni di scalzamento/danneggiamento dell'opera per azione delle acque di deflusso (calottatura). In ogni caso non dovrà essere compromessa la sezione di deflusso.
- ♦ I manufatti in progetto, laddove possibile, dovranno essere ancorati direttamente al substrato roccioso, previa asportazione della porzione superficiale alterata e livellamento del piano d'appoggio, e resi solidali alla roccia mediante infissione

di barre in acciaio ad aderenza migliorata sigillate in foro con malte cementizie antiritiro.

- ♦ Nei settori di monte in cui la tubazione verrà ancorata in esterno alla roccia affiorante, la condotta dovrà essere resa stabile e solidale con il substrato roccioso vincolando la stessa alla roccia mediante cavallotti in acciaio fissati alla roccia tramite barre in acciaio ad aderenza migliorata e sigillate in foro con malte cementizie antiritiro.
- ♦ L'attraversamento della linea ferroviaria dovrà avvenire in condizioni di sicurezza adottando tecnologie adeguate a garantire la continuità del servizio ed inibire fenomeni di cedimento del rilevato ferroviario.
- ♦ Sarà necessario procedere ad un'immediata operazione di ripristino del setto di scavo, da eseguirsi mediante il riporto dello strato terroso-vegetale di copertura sul materiale detritico privato dello stesso laddove preesistente. La tempestività dell'intervento si rende necessaria in quanto il detrito smosso potrebbe interagire facilmente con le acque superficiali, sia meteoriche che di ruscellamento, pertanto l'azione delle stesse su scavi di fresca realizzazione determinerebbe l'innescò di momenti evolutivi locali, od ancor peggio favorirebbe la fluidificazione del terreno più superficiale.
- ♦ In caso di accidentali sversamenti di sostanze inquinanti nel corso dei lavori, sarà indispensabile procedere immediatamente al risanamento delle porzioni contaminate, al fine di inibire processi di contaminazione del suolo e del sottosuolo.

18. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Il rilievo di dettaglio ha permesso di evincere le condizioni geologiche, geomorfologiche ed idrogeologiche dei terreni attraversati e di un intorno significativo degli stessi.

Dopo aver eseguito un'analisi geologico-geomorfologica dell'area in oggetto, nonché aver ispezionato i terreni interessati dai manufatti e dalla condotta in progetto, si ritiene che le opere previste non modificano l'assetto geologico, idrogeologico e geostatico del territorio.

Dall'analisi delle risultanze ottenute, pertanto, è emerso che la realizzazione dell'impianto idroelettrico previsto, e gli interventi di finitura dello stesso, se eseguita secondo quanto dettato nella presente relazione, non interferisce con la stabilità delle aree attraversate né con l'equilibrio idrogeologico del territorio, e sia pertanto fattibile dal punto di vista geologico-tecnico.

Domodossola, luglio 2016

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

Località: Druogno

Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Parametri geotecnici del terreno di fondazione

Strato n.

1

Descrizione litologica:

materiale di riporto costipato

Angolo di attrito (°):	33
Densità relativa (%):	50
Coesione(kg/cmq):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1800
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2000
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cmq):	350
Coefficiente di Poisson:	0,35
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cmq/s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cmq):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza Nq:	0
Fattore di portanza Nc:	0
Fattore di portanza Ny:	0
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Strato n.

2

Descrizione litologica:

depositi alluvionali	
Angolo di attrito (°):	34
Densità relativa (%):	60
Coesione(kg/cm ^q):	0
Peso di volume sopra falda(kg/mc):	1800
Peso di volume sotto falda(kg/mc):	2000
Modulo di Young o edometrico (terreni coesivi) (kg/cm ^q):	400
Coefficiente di Poisson:	0,35
O.C.R.:	1
Indice di compressione:	
Indice di compressione secondaria:	
Indice di ricomprensione:	
Indice dei vuoti iniziale:	
Coefficiente di consolidazione verticale (cm ^q /s):	
Numero di colpi Spt medio:	
Resistenza alla punta media (C.P.T.)(kg/cm ^q):	0
R.Q.D. (%)	
Limite di liquidità (%):	
Contenuto naturale d'acqua (%):	
Fattore di portanza N _q :	9,82
Fattore di portanza N _c :	19,61
Fattore di portanza N _y :	5,95
Comportamento meccanico:	Livello incoerente
Caratteristiche idrogeologiche:	Livello permeabile

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

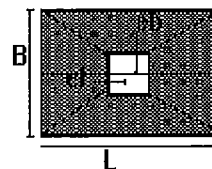
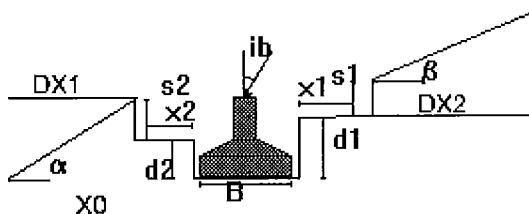
Località: Druogno

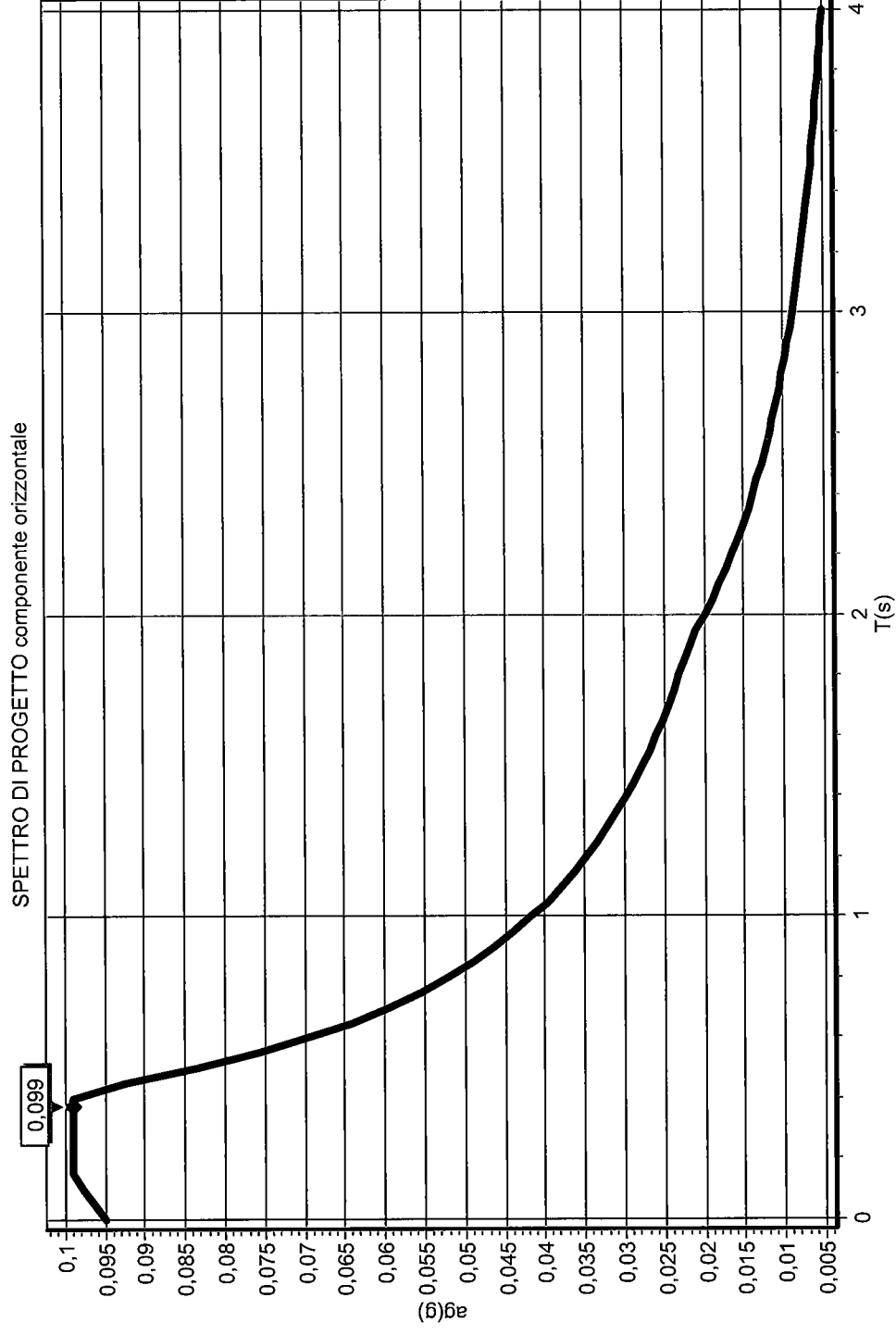
Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Geometria della fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza o diametro base B (m):	4,45
Lunghezza della base L (m):	4,6
Profondità di posa lato destro d1(m):	3,2
Profondità di posa lato sinistro d2(m):	3,2
Profondità scavo destro s1(m):	0
Profondità scavo sinistro s2(m):	0
Inclinazione pendio a valle $\alpha(^{\circ})$:	0
Inclinazione pendio a monte $\beta(^{\circ})$:	0
Distanza bordo scavo destro x1(m):	0
Distanza bordo scavo sinistro x2(m):	0
Inclinazione base lato B($^{\circ}$):	0
Inclinazione base lato L($^{\circ}$):	0
Inclinazione carico lato B da sisma $i_b(^{\circ})$:	5,6
Inclinazione carico lato L da sisma ($^{\circ}$):	5,6
Eccentricità carico su B in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni statiche(m):	0
Eccentricità carico su B in condizioni sismiche(m):	0
Eccentricità carico su L in condizioni sismiche(m):	0
Peso di volume del cls (kg/mc):	2500
Peso di volume terrapieno (kg/mc):	1800
Altezza del terrapieno Ht (m):	0
Larghezza sommità terrapieno Ls(m):	0
Tipologia fondazionale:	Platea





Accel.sismica max terreno(g):0,095 Coef.sismico orizzontale struttura (khi)(g):0,099 Incclinazione del carico dovuta al sisma(^):5,652
Categoria sottosuolo:B Categoria topografica:T1Fattore di amplificazione spettrale F0:2,61 Periodo inizio velocità costante tc*(s):0,301

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

Località: Druogno

Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Riassunto del calcolo della portanza delle fondazioni

Secondo il D.M. 14.01.2008 App.II Combinazione delle azioni: sismica

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	4,45
Lunghezza della fondazione (m):	4,6
Profondità di posa lato destro (m):	3,2
Profondità di posa lato sinistro (m):	3,2

Metodo di calcolo:	Brinch Hansen stato limite ultimo
--------------------	-----------------------------------

Fattori di forma

Sc:	1,48	Sq:	1,51	Sy:	0,73
-----	------	-----	------	-----	------

Fattori di profondità

Dc:	1,29	Dq:	1,19	Dy:	1
-----	------	-----	------	-----	---

Fattori inclinazione carico da sisma

Ic:	0,75	Iq:	0,78	Iy:	0,7
-----	------	-----	------	-----	-----

Fattori inclinazione pendio

Gc:	1	Gq:	1	Gy:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori inclinazione base

Bc:	1	Bq:	1	By:	1
-----	---	-----	---	-----	---

Fattori correttivi per gli effetti cinematici del sisma

Zc:	1	Zq:	1	Zy:	0,99
-----	---	-----	---	-----	------

RISULTATO

Coefficiente di sicurezza parziale per l'angolo di attrito:	1
Coefficiente di sicurezza parziale per la coesione:	1
Coefficiente di sicurezza globale:.....	2,3
Correzione di Terzaghi:	applicata
Capacità portante S.L.U. (kg/cmq):	2,96
Profondità del cuneo efficace (m):	4,18
Accelerazione sismica orizzontale (g):	0,095

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

Località: Druogno

Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Calcolo della pressione efficace e totale del terreno

<i>Quota dal p.c. (m)</i>	<i>Pressione efficace(kg/cmq)</i>	<i>Pressione totale(kg/cmq)</i>
-3,7	0,05	0,1
-4,2	0,1	0,2
-4,7	0,15	0,3
-5,2	0,2	0,4
-5,7	0,25	0,5
-6,2	0,3	0,6
-6,7	0,35	0,7
-7,2	0,4	0,8
-7,7	0,45	0,9
-8,2	0,5	1
-8,7	0,55	1,1
-9,2	0,6	1,2
-9,7	0,65	1,3
-10,2	0,7	1,4
-10,7	0,75	1,5
-11,2	0,8	1,6
-11,7	0,85	1,7
-12,2	0,9	1,8
-12,7	0,95	1,9
-13,2	1	2
-13,7	1,05	2,1
-14,2	1,1	2,2
-14,7	1,15	2,3
-15,2	1,2	2,4
-15,7	1,25	2,5
-16,2	1,3	2,6
-16,7	1,35	2,7
-17,2	1,4	2,8
-17,7	1,45	2,9
-18,2	1,5	3
-18,7	1,55	3,1
-19,2	1,6	3,2
-19,7	1,65	3,3

Profondità di calcolo dal p.c.(m): 20

Coordinata X di calcolo (m): 42,22

Passo di calcolo (m): 0,5

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

Località: Druogno

Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Andamento dell'incremento di pressione indotto nel terreno

Quota dal p.c. (m)	Sollecitazioni indotte(kg/cm ²)
-3,7	2,80521
-4,2	2,79553
-4,7	2,53801
-5,2	2,21943
-5,7	1,89933
-6,2	1,61015
-6,7	1,36283
-7,2	1,15695
-7,7	0,98753
-8,2	0,84851
-8,7	0,7342
-9,2	0,63978
-9,7	0,5613
-10,2	0,49563
-10,7	0,44029
-11,2	0,39335
-11,7	0,35325
-12,2	0,31879
-12,7	0,28898
-13,2	0,26306
-13,7	0,24039
-14,2	0,22046
-14,7	0,20286
-15,2	0,18725
-15,7	0,17334
-16,2	0,1609
-16,7	0,14974
-17,2	0,13968
-17,7	0,13059
-18,2	0,12234
-18,7	0,11485
-19,2	0,10801
-19,7	0,10177

Profondità di calcolo dal p.c.(m): 20 Coordinata X di calcolo (m): 42,22

Passo di calcolo (m): 0,5 Metodo di calcolo: Boussinesq

Sezione di calcolo: Sezione centrale Coordinata Y di calcolo (m): 2,3

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

Località: Druogno

Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Riassunto del calcolo dei cedimenti

Fondazione n. 1

Verifica allo Stato Limite d'Esercizio

Larghezza della fondazione (m):	4,45
Lunghezza della fondazione (m):	4,6
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ²):	2,96

Livelli incoerenti

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli incoerenti:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo dei cedimenti secondari (anni):	30
Carico statico o pulsante (Burland e Burbridge):	n.c.
Nspt crescente o decrescente (Burland e Burbridge):	n.c.

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento immediato (mm):	0	25,2	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. incoerenti (mm):	0	25,2	0

Livelli coesivi

Metodo di calcolo dei cedimenti nei livelli coesivi:	Teoria dell'elasticità
Tempo di calcolo cedimenti di consolidazione(anni):	20

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Ced.di consolidazione (mm):	0	0	0
Cedimento secondario (mm):	0	0	0
Somma ced. coesivi (mm):	0	0	0

Cedimenti complessivi (incoerenti+coesivi)

	Vertice sinistro	Punto centrale	Vertice destro
Cedimento complessivo (mm):	0	25,2	0
Max cedim. differenziale(mm):	0		
Massima distorsione (%):	0		

Fondazione rigida o flessibile: Fondazione rigida

Verifica allo Stato Limite di Danno

Cedimento indotto dal sisma (mm):	0
-----------------------------------	---

Studio geologico Marangon

Via Bonomelli, 16-28845 Domodossola (VB)-0324 249100

Committente: Caretti Adamo

Località: Druogno

Data: luglio 2016

Riferimenti: edificio centrale - platea locale macchine

Modulo di reazione del terreno di fondazione

Fondazione n.	1
Larghezza della fondazione (m):	4,45
Lunghezza della fondazione (m):	4,6

Metodo di Vesic completo

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm ²):	402,7
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm ²):	0,35
Modulo elastico della fondazione(kg/cm ²):	0
Momento d'inerzia della fondazione (cm ⁴):	0

Metodo di Vesic semplificato

Modulo elastico medio del terreno (kg/cm ²):	402,7
Coef. di Poisson medio del terreno (kg/cm ²):	0,35

Metodo di Terzaghi (da SPT)

Nspt medio nel terreno di fondazione :	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Terzaghi (da piastra)

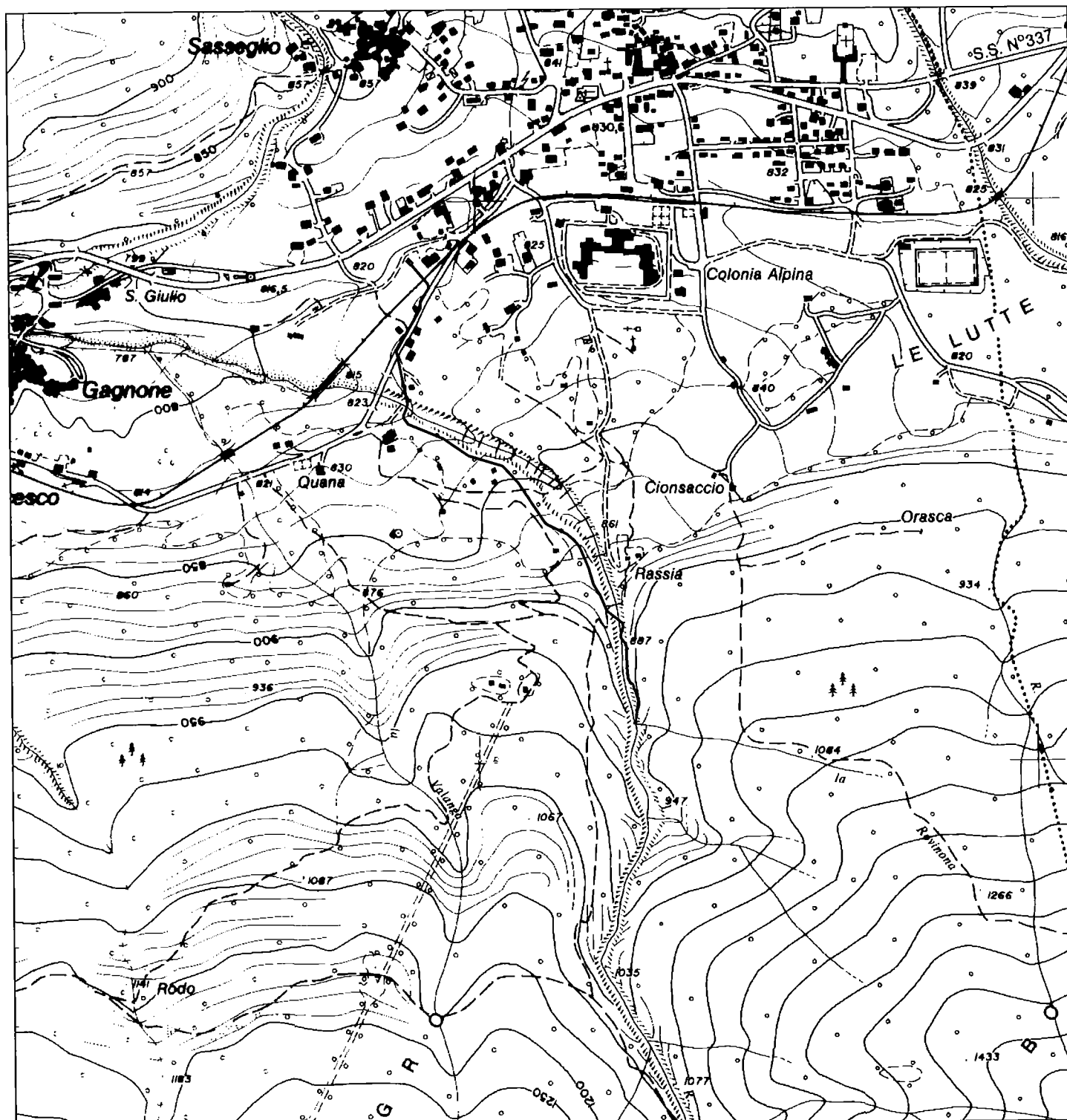
k misurato nella prova di carico (kg/cm ²):	0
Lato o diametro della piastra di prova (cm):	0

Metodo di Bowles

Cedimento del terreno di fondazione (cm):	2,52
Carico applicato sulla fondazione (kg/cm ²):	2,96

RISULTATI

Metodo di calcolo utilizzato:	Metodo di Bowles
Modulo di reazione (kg/cm ²):	3,51

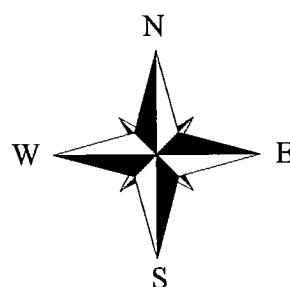


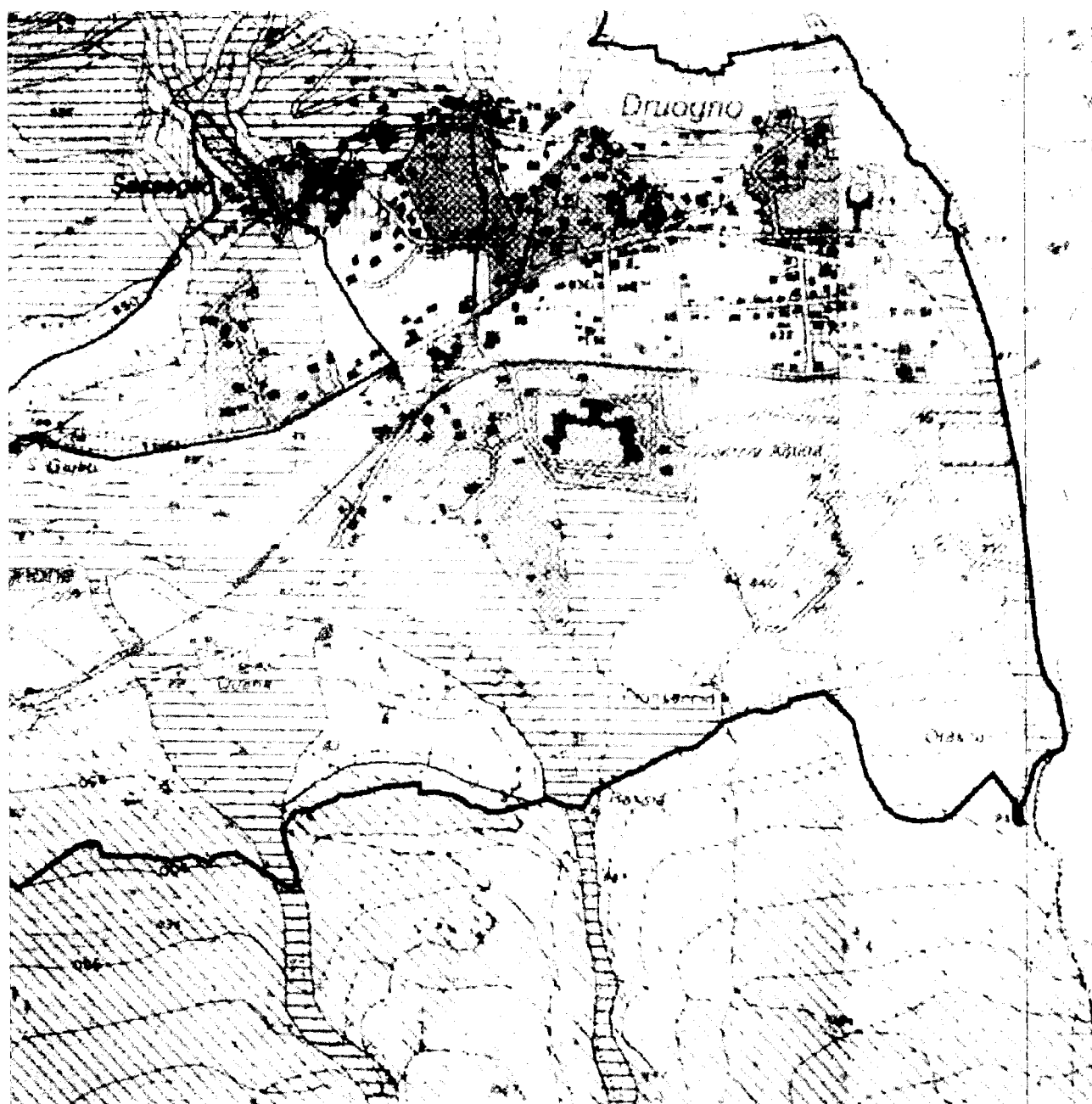
COROGRAFIA

SCALA 1:10.000

Estratto da C.T.R. sezione n° 052060 "Santa Maria Maggiore"

Impianto in progetto





Estratto Carta di Sintesi di P.R.G.C.

classi di idoneità all'utilizzazione urbanistica

grado di pericolosità
geomorfologica

elementi di pericolosità
geomorfologica

interventi consentiti e
misure eventuali

CLASSE I

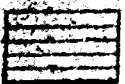


limitato o nullo

assenti

Interventi consentiti nel rispetto del D.M. 11/03/88

CLASSE II a



moderato

attività da bassa a medio-alta, in presenza di rocce affioranti o subaffioranti, terreni di origine glaciale, alluvionale o eluvio-colluviale

Interventi consentiti previa realizzazione di un'indagine geologica, verifica delle condizioni di stabilità del versante-opere e individuazione delle misure volte alla minimizzazione della pericolosità geomorfologica, nel rispetto del D.M. 11/03/88 così come indicato nella relazione tecnica

CLASSE II b



moderato

terreni di natura variabile e tendenzialmente scadenti, eventuale presenza di acque a livelli superficiali, ridotta capacità di drenaggio

Interventi consentiti previa realizzazione di un'indagine geologica, verifica delle condizioni di stabilità del versante-opere e individuazione delle misure volte alla minimizzazione della pericolosità geomorfologica, nel rispetto del D.M. 11/03/88 così come indicato nella relazione tecnica

CLASSE II c

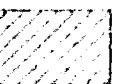


moderato

porzioni di territorio situate in conoidi alluvionale che per caratteristiche morfologiche del terreno e dell'asta torrentizia presentano un grado di pericolosità geomorfologica moderato

Interventi consentiti previa realizzazione di un'indagine geologica, verifica delle condizioni di stabilità del versante-opere e individuazione delle misure volte alla minimizzazione della pericolosità geomorfologica, nel rispetto del D.M. 11/03/88 così come indicato nella relazione tecnica

CLASSE III a1



elevato

porzioni di territorio inedificate nelle quali l'agente di pericolosità è rappresentato direttamente o indirettamente dalla dinamica torrentizia (alvei attivi, fasce spondali, e settori di conoidi potenzialmente riattivabili) in assenza di opere di difesa idraulica o in presenza di opere che non consentono l'eliminazione della pericolosità geomorfologica

sono consentiti, previo studio di fattibilità a carattere geologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, interventi di regimazione e manutenzione delle opere idrauliche, regimazione e consolidamento di sponde e versanti, opere pubbliche non altrimenti localizzabili, manutenzione e ristrutturazione di manufatti esistenti escludendone il cambio di destinazione d'uso, così come indicato nella relazione tecnica

CLASSE III a2

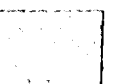


elevato

porzioni di territorio inedificate nelle quali l'agente di pericolosità è rappresentato da dissesti gravitativi e valanghe

sono consentiti, previo studio di fattibilità a carattere geologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, interventi di regimazione e manutenzione delle opere idrauliche, regimazione e consolidamento di sponde e versanti, opere pubbliche non altrimenti localizzabili.

CLASSE III a3

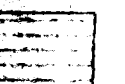


elevato

porzioni di territorio inedificate, ritenute inadatte all'utilizzo urbanistico, a causa della conformazione morfologica e della presenza di copertura arborea ad alto fusto con funzione di protezione del suolo

sono consentiti, previo studio di fattibilità a carattere geologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, interventi di regimazione e manutenzione delle opere idrauliche, regimazione e consolidamento di sponde e versanti, opere pubbliche non altrimenti localizzabili, manutenzione e ristrutturazione di manufatti esistenti così come indicato nella relazione tecnica

CLASSE III b1



elevato

porzioni di territorio edificate nelle quali l'agente di pericolosità è rappresentato direttamente o indirettamente dalla dinamica torrentizia (alvei attivi, fasce spondali, e settori di conoidi potenzialmente riattivabili) in assenza di opere di difesa idraulica o dove le condizioni generali del bacino e del tratto in conoidi, sono tali per cui permane elevato il grado di pericolosità geomorfologica

sono consentiti, previo studio di fattibilità a carattere geologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, interventi di regimazione e manutenzione delle opere idrauliche, regimazione e consolidamento di sponde e versanti, opere pubbliche non altrimenti localizzabili, manutenzione e ristrutturazione di manufatti esistenti escludendo aumenti del carico antropico, così come indicato nella relazione tecnica

CLASSE III b2



elevato

porzioni di territorio edificate nelle quali l'agente di pericolosità è rappresentato direttamente o indirettamente dalla dinamica torrentizia (alvei attivi, fasce spondali, o settori di conoidi potenzialmente riattivabili) ma le condizioni generali del bacino e del tratto in conoidi sono tali per cui si ritiene ammissibile il completamento di aree già parzialmente edificate

sono consentiti, previo studio di fattibilità a carattere geologico, geotecnico, idrogeologico ed idraulico, interventi di regimazione e manutenzione delle opere idrauliche, regimazione e consolidamento di sponde e versanti, opere pubbliche non altrimenti localizzabili, manutenzione, ristrutturazione di manufatti esistenti eventuali completamenti, così come indicato nella relazione tecnica