

**COMUNE DI CIVO**  
**Provincia di Sondrio**

**STRADE SICURE - REALIZZAZIONE DI PERCORSI  
CICLO-PEDONALI CON ILLUMINAZIONE A GARANZIA  
DELLA SICUREZZA E INCOLUMITA' PUBBLICA**

**PROGETTO ESECUTIVO**

<p>TAVOLA</p> <p><b>1C</b></p>	<p>RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 E IDRAULICA</p>	<p>PROGETTAZIONE</p>  <p><b>Studio Tecnico</b> geometra Daniele Tarca</p>   <p>via Vanoni n.59/a 23017 Morbegno (So) tel. 0342.612371 mail: studiotarca@gmail.com legalmail: danielle.tarca@geopec.it c.f. TRCDNL79A25F712K P.IVA 00792990145</p>
<p>scala:</p>	<p>rev.00 ottobre 2020</p>	



## INDICE

<b>1. PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
1.1. METODOLOGIA.....	3
1.2. FINALITA` .....	4
1.3. OPERE IN PROGETTO.....	4
<b>2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO .....</b>	<b>6</b>
2.1. CENNI DI GEOLOGIA GENERALE .....	6
2.2. SUBSTRATO ROCCIOSO.....	9
2.3. COPERTURA SUPERFICIALE .....	9
<b>3. CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE .....</b>	<b>9</b>
<b>4. INQUADRAMENTO SISMICO .....</b>	<b>10</b>
<b>5. PARAMETRI GEOTECNICI .....</b>	<b>14</b>
<b>6. ANALISI IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA .....</b>	<b>15</b>
6.1. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO .....	15
6.2. VALUTAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DI PIENA .....	16
6.3. VERIFICA IDRAULICA DELLA SEZIONE IN PROGETTO .....	21
<b>7. ANNOTAZIONI CONCLUSIVE.....</b>	<b>24</b>

ALLEGATI AL TESTO :

- CARTA GEOLOGICA



## 1. PREMESSA

Per conto e su incarico del **COMUNE DI CIVO**, con riferimento al progetto dello **Studio Tecnico Geom. TARCA DANIELE**, è stato eseguito il presente studio geologica ed idraulico a supporto del **PROGETTO DENOMINATO “STRADE SICURE – REALIZZAZIONE DI PERCORSI CICLO-PEDONALI CON ILLUMINAZIONE A GARANZIA DELLA INCOLUMITÀ PUBBLICA”** in Comune di Civo (So).

L'area oggetto di studio è posta alla quota media di circa **710,00 m s.l.m.** in località Vallate in Comune di Civo (So) in fregio alla SP n° 10 dei Cech Orientale. Per l'ubicazione geografica si rimanda alla corografia a seguire.

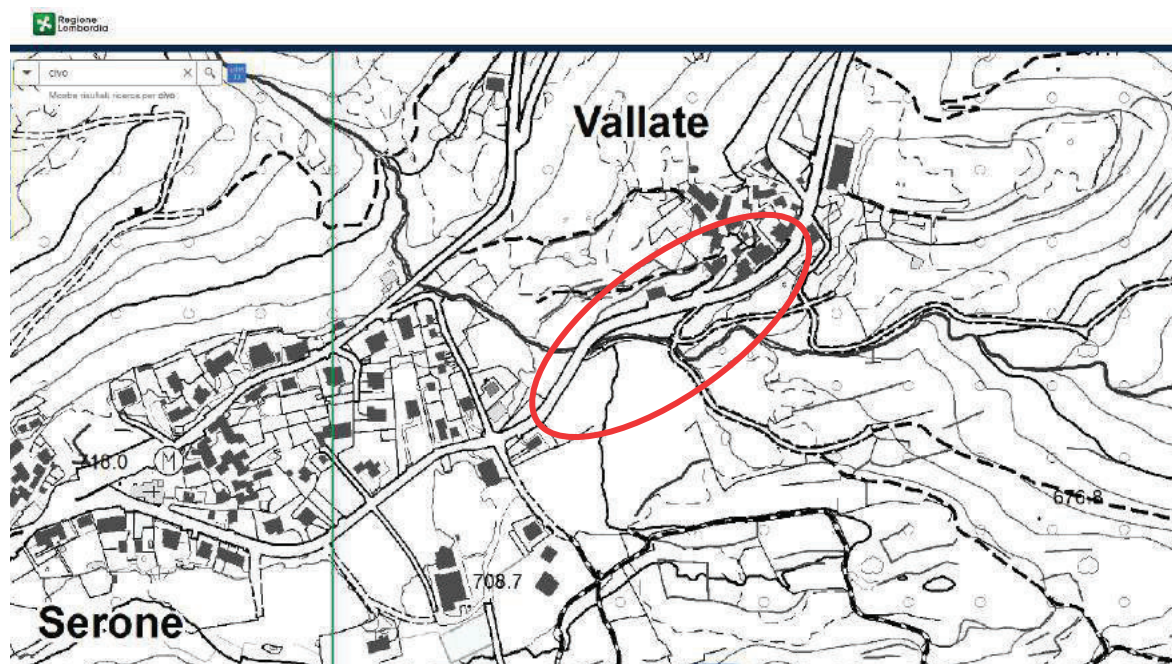


Fig. 1 – Corografia con ubicazione area oggetto di intervento (C.T.R. Sez. C3a2)

In riferimento all'azzoneamento della Carta di Fattibilità Geologica del Piano di Governo del Territorio - *Definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica L.R. 12 / 2005 e successive delibere attuative*, l'area in oggetto di studio ricade prevalentemente in **Classe di fattibilità 2A (fattibilità con modeste limitazioni) – Classe di fattibilità 3 A (fattibilità con consistenti limitazioni)**. Rientra inoltre in **Classe di fattibilità 4 C (fattibilità con gravi limitazioni)** per quanto riguarda il settore di attraversamento del torrente Rigorsa.

### RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA

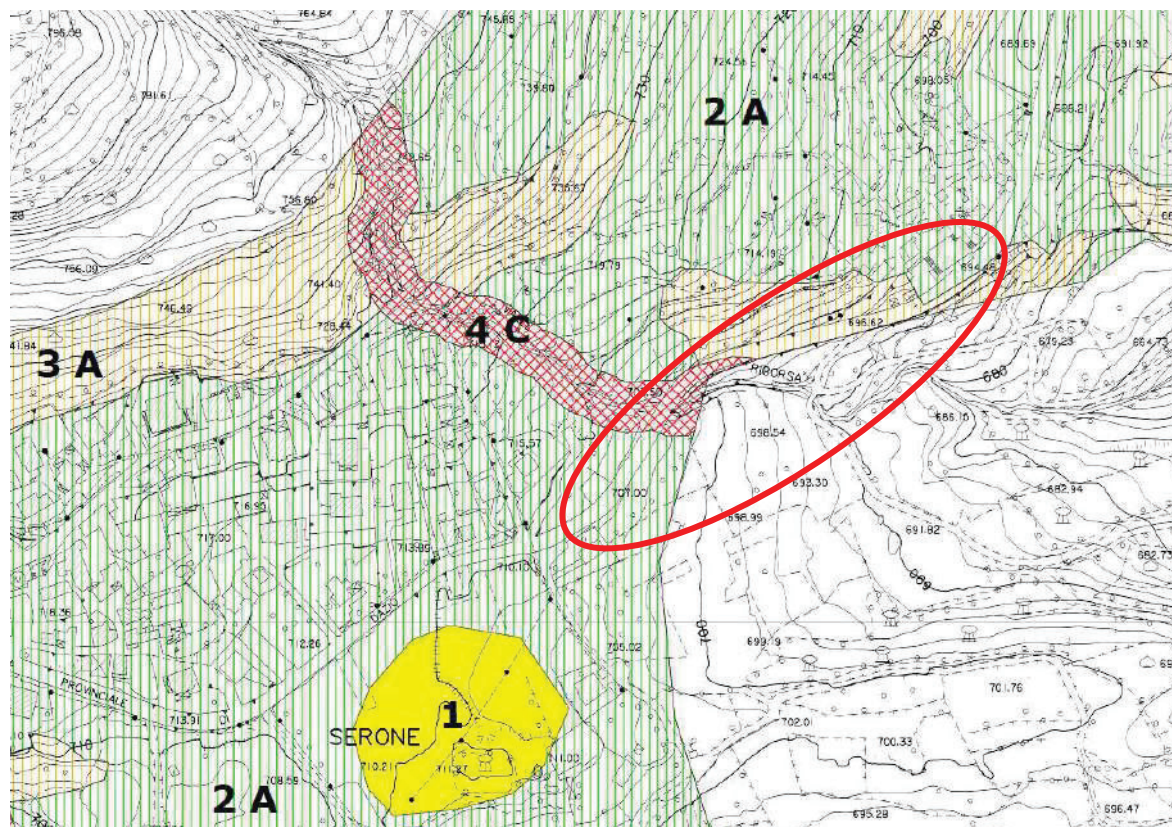


Fig. 2 – Estratto della carta di fattibilità geologica comunale e legenda relativa

In riferimento alle Norme Tecniche di Fattibilità Geologica del P.G.T. per le aree inserite in classe di fattibilità 2 e 3 non si rilevano particolari limitazioni d'uso mentre per le aree inserite in classe di fattibilità 4 (fasce di rispetto idraulico del torrente Rigorsa) si evidenzia che le opere in progetto sono di carattere e fruizione pubblica e non sono altrimenti localizzabili.

Nel presente documento viene redatta anche la verifica idraulica delle nuove sezioni di deflusso idraulico in progetto (realizzazione nuovo argine in sponda sinistra idrografica). Infatti il progetto in esame prevede anche la realizzazione di interventi di regimazione nel settore del torrente Rigorsa in esame con evidente miglioramento del regime di deflusso idraulico e delle condizioni di sicurezza idrogeologica.

### 1.1. METODOLOGIA

Al fine di meglio caratterizzare le condizioni idrauliche ed idrogeologiche dell'area in oggetto, lo studio si è articolato nelle seguenti fasi:

#### RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



- ~ verifica, esame ed analisi degli elaborati e delle opere / interventi proposti in progetto (**“STRADE SICURE – REALIZZAZIONE DI PERCORSI CICLO-PEDONALI CON ILLUMINAZIONE A GARANZIA DELLA INCOLUMITÀ PUBBLICA”**);
- ~ ricerca, raccolta ed analisi critica dei dati tecnici e geologici esistenti in bibliografia;
- ~ analisi dei lavori e delle indagini redatti dallo scrivente in aree limitrofe;
- ~ sopralluogo e rilievo geologico – geomorfologico – idrogeologico dell'area di intervento e circostanti (**aprile 2019 – giugno 2020**);
- ~ verifica di fattibilità di quanto in progetto relativamente alla normativa vigente (P.A.I.), al Piano di Governo del Territorio e agli altri strumenti di pianificazione comunale;
- ~ interpretazione dei dati raccolti, elaborazione e restituzione (**relazione geologica R1 R3 ed idraulica**).

## 1.2. FINALITÀ

La presente analisi si prefigge i seguenti obiettivi:

- ~ valutare la situazione geologica ed idrogeologica locale per verificare la fattibilità di quanto in progetto in riferimento anche al quadro vincolistico, all'assetto geologico e geomorfologico locale ;
- ~ definire la portata di massima piena prevedibile per un **tempo di ritorno Tr di 100 anni** in corrispondenza del torrente Rigorsa al fine di procedere con la verifica idraulica della nuova sezione di deflusso anche in corrispondenza del settore dove sono previsti gli interventi di regimazione idraulica ;
- ~ evidenziare eventuali problematiche / prescrizioni alla fattibilità di quanto in progetto e possibili soluzioni .

Per quanto riguarda le tematiche di carattere geotecnico e relative al recente R.R. sull'invarianza idraulica sono stati predisposti i relativi documenti (Relazione geologica – R2 e Dichiarazione in riferimento al R.R. sull'invarianza idraulica) allegati al progetto.

## 1.3. OPERE IN PROGETTO

Il progetto in esame prevede la realizzazione di un percorso ciclo pedonale in località Vallate in fregio alla SP 10 in continuità con il percorso già esistente (Serone).

---

### RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



Tale intervento consentirà il completamento in sicurezza del percorso esistente sino all'estremo orientale del nucleo abitato.

E' prevista la realizzazione di tale percorso anche in corrispondenza dell'attraversamento del torrente Rigorsa. Non verranno modificate le sezioni di deflusso esistenti in corrispondenza dell'attraversamento della sede della SP 10 mentre a valle della stessa, dove è prevista la realizzazione del percorso ciclo pedonale, verranno realizzati anche degli interventi di regimazione idraulica.



Fig. 3 - Tratto a monte dell'attraversamento del t. Rigorsa / Fig. 4 – Tratto a valle

La nuova sezione di deflusso è stata oggetto di verifica idraulica al deflusso della piena con Tr 100 anni.



Fig. 5 – Foto aerea delle aree oggetto di intervento

Per maggiori approfondimenti si rimanda alle tavole e relazioni di progetto.

## **2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO - GEOMORFOLOGICO**

### 2.1. CENNI DI GEOLOGIA GENERALE

Dal punto di vista geologico generale, l'area viene a trovarsi nell'ampia fascia corrispondente alle Alpi Centrali, caratterizzata da una struttura molto complessa, le cui falde appartengono a due domini strutturali: l'Elvetico, il Pennidico e l'Austroalpino a nord mentre a sud troviamo il Sudalpino (o Alpi Meridionali).

Elemento fondamentale della tettonica della Valtellina è la presenza di una grandiosa faglia, nota in letteratura geologica con la denominazione di "linea del Tonale" o "linea Insubrica"<sup>1</sup>, che

---

<sup>1</sup> da: "La geologia del territorio della Provincia di Sondrio" – Bonsignore, Bravi, Nangeroni, Ragni.



rappresenta la superficie di sovrascorrimento delle unità elvetiche, pennidiche e austroalpine sul dominio sudalpino, movimento che ha provocato il sollevamento della porzione “alpina” di circa 15 km rispetto al Sudalpino (l'area oggetto di studio si trova a nord rispetto a tale lineamento).

Tale linea tettonica rappresenta in realtà solo una porzione della linea Periadriatica, che taglia longitudinalmente l'intero arco alpino e che, appunto, localmente prende denominazioni differenti; decorrendo da ovest verso est troviamo nel Canavese passando per Bellinzona e per il Passo di S. Jorio la “linea del Canavese”, lungo il solco valtellinese, nel quale si mantiene in destra orografica, la “linea Insubrica”, passando sotto l'Aprica fino al Passo del Tonale la “linea delle Giudicarie” e in Val Pusteria e Val di Drava la “linea della Pusteria”.

Le falde pennidiche, che formano la parte più profonda della catena alpina, risultano formate da grosse scaglie di crosta continentale prealpina e da una serie di sequenze metasedimentarie permo - mesozoiche e terziarie accatastate assieme a lembi di ofioliti testimoni dell'Oceano Ligure - Piemontese. I complessi ofiolitici e plutonici marcano il passaggio dal dominio pennidico all'austroalpino, il quale comprende i sovrascorrimenti più estesi e le unità strutturali più elevate del sistema alpino, costituiti da falde accatastate in modo irregolare sia di crosta continentale prealpina (basamento prepermiano già metamorfosato prima dell'orogenesi alpina, verosimilmente nella precedente orogenesi ercinica) sia di sedimenti (coperture) permo - mesozoici.



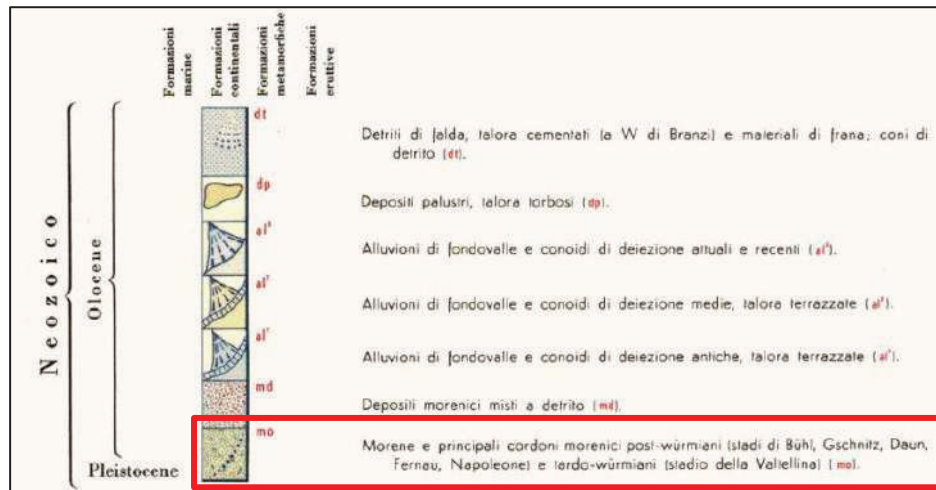


Fig. 6 - Carta geologica d'Italia foglio Pizzo Bernina - Sondrio e legenda relativa al Neozoico

Nelle falde australpine affiorano la finestra dell'Engadina e dei Tauri nelle quali si possono osservare le falde pennidiche sottostanti. A sud della "linea Insubrica" si estende il complesso sudalpino (Alpi Meridionali); esso comprende il basamento cristallino (Cristallino Sudalpino), metamorfosato in ambiente duttile durante l'orogenesi ercinica, e la copertura carbonifera -

### RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA

**"STRADE SICURE – Realizzazione di percorsi ciclo-pedonali con illuminazione a garanzia della incolumità pubblica"**



mesozoica (Sedimentario Sudalpino), che non ha subito metamorfismo alpino ma è stata deformata in prossimità della superficie insieme ad alcune scaglie del basamento.

## 2.2. SUBSTRATO ROCCIOSO

In fase di sopralluogo non è stato rilevato l'affiorare – sub affiorare del **substrato roccioso** in corrispondenza dell'area oggetto di intervento e limitrofe. Detto ciò si tende ad escludere la presenza del *bedrock* alla quota di imposta delle fondazioni. Tale condizione dovrà essere verificata in fase esecutiva di realizzazione degli scavi.

In ogni caso il litotipo locale è riconducibile alla formazione degli *Gneiss* del Monte Tonale (appartenenti all'Unità Austoalpina) che si trovano arealmente localizzati nella parte inferiore del territorio comunale a contatto tettonico con la Formazione della Punta di Pietra Rossa. Il litotipo dominante è costituito da *gneiss* e micascisti a due miche.

## 2.3. COPERTURA SUPERFICIALE

L'area oggetto di studio presenta una copertura superficiale caratterizzata da **depositi morenici quaternari**. Si tratta infatti dei depositi trasportati dai ghiacciai quaternari e lasciati a varie quote sui versanti nel momento del loro ritiro.

Litologicamente sono accumuli di materiali eterogenei; infatti si hanno trovanti, massi e ciottoli immersi in matrice limoso sabbiosa talvolta argillosa. La matrice, nonostante abbia subito nel corso del tempo un intenso dilavamento da parte delle acque meteoriche, può essere abbondante.

In allegato a fine testo la carta geo litologica estratta dalle cartografie geoambientali – Regione Lombardia a scala 1 : 10.000.

## **3. CARATTERI IDROGEOLOGICI E IDROGRAFIA SUPERFICIALE**

Relativamente all'assetto idrografico dall'analisi dei piani di settore comunali si evidenzia che **parte delle opere in progetto (opere autorizzabili secondo le Norme di Polizia Idraulica dello studio**



del Reticolo Idrico) saranno realizzate in corrispondenza dell'attraversamento del Torrente Rigorsa.

Ne deriva che le aree oggetto di intervento siano poste all'interno della fascia di rispetto del sopracitato corso d'acqua (**fascia di rispetto idraulico con ampiezza pari a di 10 m**) appartenente all'elenco dei corsi d'acqua del reticolo idrico principale.

Dal punto di vista idrogeologico si esclude la presenza di falde acquifere estese nei terreni in oggetto di studio e la loro eventuale interferenza con le opere in progetto.

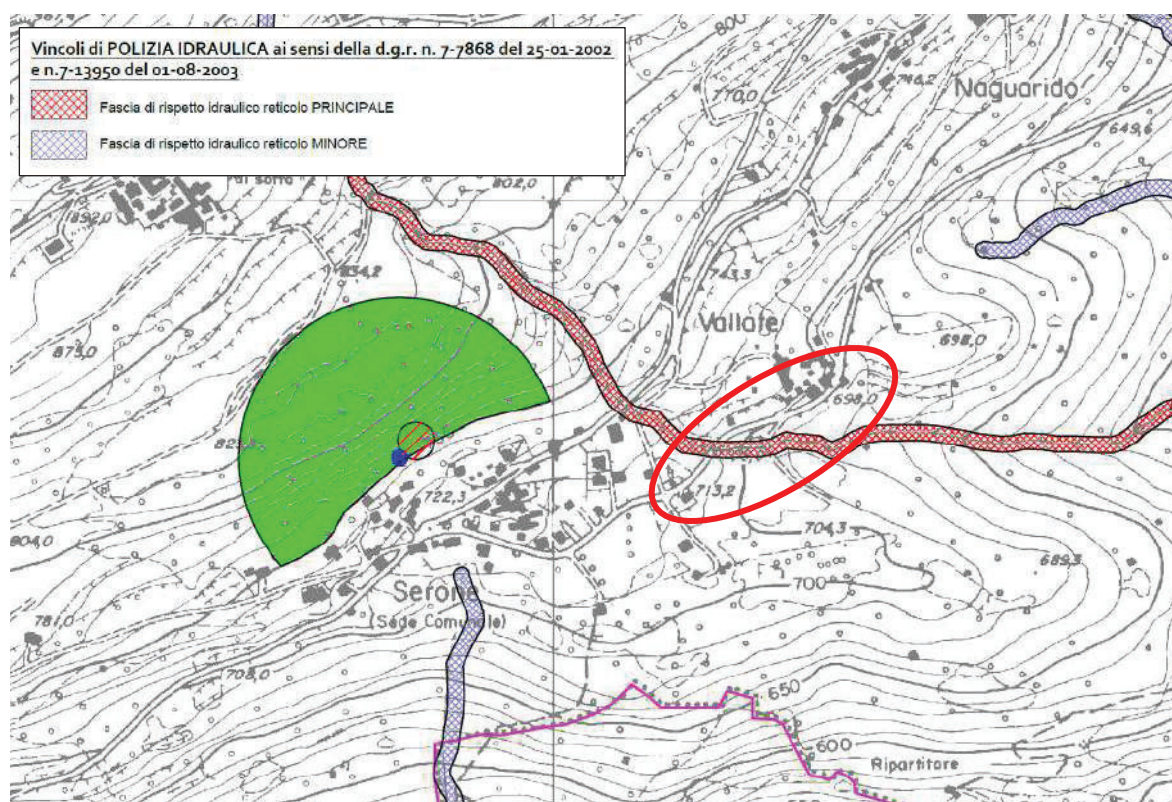


Fig. 7 – Stralcio carta dei vincoli del Comune di Civo

#### 4. INQUADRAMENTO SISMICO

Ai fini dell'applicazione della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20 Marzo 2003, Delibera della Giunta Regionale n° 14964 del 7 novembre 2003) l'intero territorio nazionale viene suddiviso in zone



sismiche, con grado di pericolosità crescente da 4 a 1 (rif. allegato A della D.G.R. n° 14964/2003: classificazione sismica dei comuni della Regione Lombardia).

Il territorio del Comune di Civo era stato inserito nella zona 4 (livello di pericolosità sismica molto basso); nelle normative precedenti non era stato classificato.

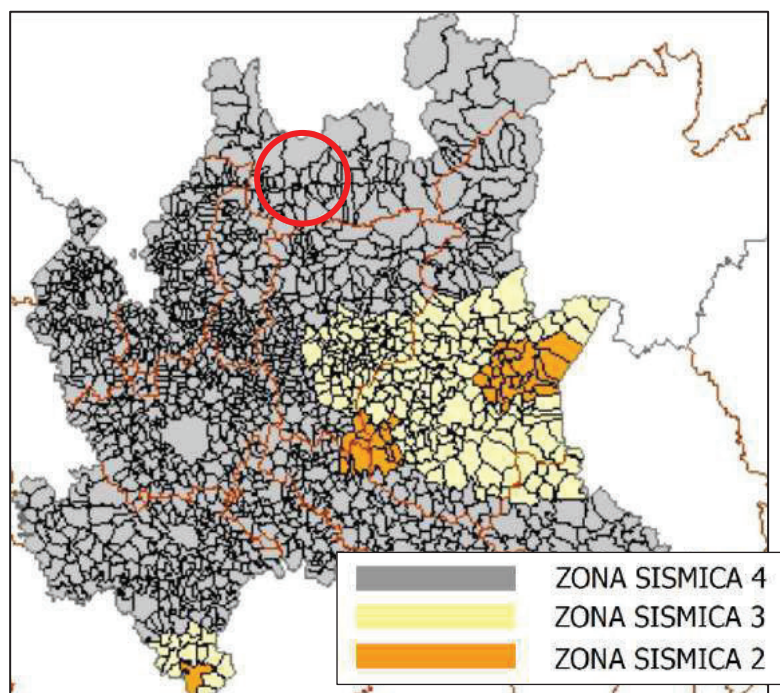


Fig. 8 – Classificazione sismica secondo la D.G.R. N° 14964/2003

Ciascuna zona è classificata in base ai valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo  $a_g/g$  con probabilità di superamento del 10% in 50 anni secondo lo schema seguente:

Zona	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento del 10% in 50 anni	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme tecniche)
1	$> 0,25 a_g/g$	$0,35 a_g/g$
2	$0,15 - 0,25 a_g/g$	$0,25 a_g/g$
3	$0,05 - 0,15 a_g/g$	$0,15 a_g/g$
4	$< 0,05 a_g/g$	$0,05 a_g/g$



Nel 2014 è stata approvata la D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129 che prevede l'aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r. 1/2000, art.3, c. 108, lett. d). Tale provvedimento è entrato in vigore il 10 aprile 2016 e ha comportato una riclassificazione sismica dei vari comuni lombardi; in particolare il Comune di Civo è passato da zona sismica 4 a **zona sismica 3 (livello di pericolosità sismica basso)**.

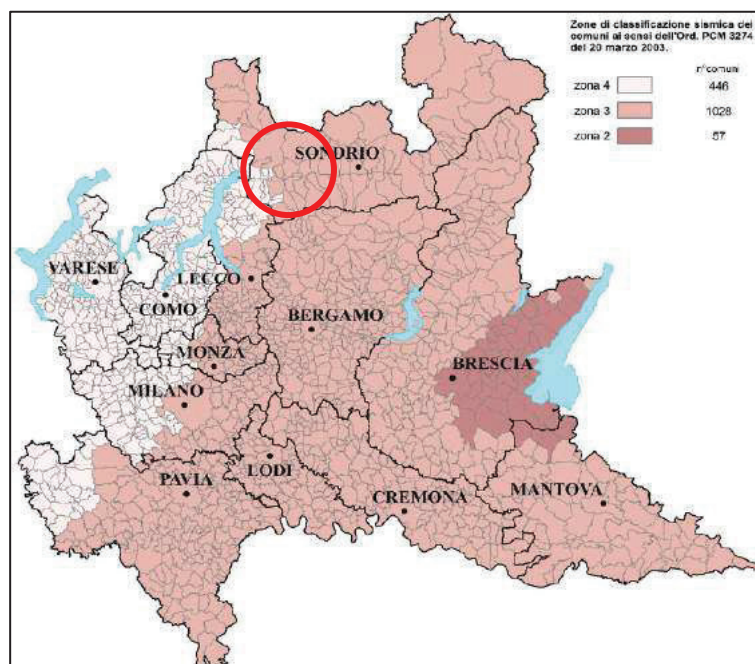


Fig. 9 – Classificazione sismica secondo la nuova normativa

La normativa vigente (rif. allegato 2 dell'Ordinanza del P.C.M. n° 3274/2003: norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici) definisce inoltre le categorie di profilo stratigrafico del suolo di fondazione (le indicazioni si riferiscono ai terreni presunti alla profondità del piano di posa delle fondazioni). La categoria del sottosuolo è stata ricavata sulla base della interpretazione delle indagini svolte in data 21 settembre 2017 a supporto della relazione geologica e geotecnica per il progetto di "Realizzazione autorimessa interrata in località Roncaglia" (prova di sismica passiva con strumentazione TROMINO®).

L'indagine di sismica passiva ha evidenziato una  $V_{s30}$  pari a 657 m/s e una profondità del substrato roccioso di -13,10 m rispetto al piano campagna attuale.

## RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



Considerata la quota di imposta delle fondazioni e i risultati dell'indagine sismica HVSR si ipotizza che i terreni al piano di imposta delle nuove fondazioni dei setti di sostegno appartengano alla categoria di sottosuolo B.

Tab. 3.2.II – *Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	<del>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.</del>
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

In riferimento alle condizioni topografiche la morfologia dei luoghi può essere ricondotta alla categoria topografica T2.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

Si aggiunge che l'area oggetto di studio posta in **zona sismica 3** ha una  **$A_{g_{max}}$  pari a 0,056749  $m/s^2$**  secondo la nuova D.g.r. 11 luglio 2014 – n. X/2129 che prevede l'aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia (l.r.1/2000, art.3, c. 108, lett. d).

Secondo lo studio geologico – idrogeologico e sismico del P.G.T. l'area in esame è inserita in zona **Z4b** e **Z4c** della carta di classificazione della pericolosità sismica locale.

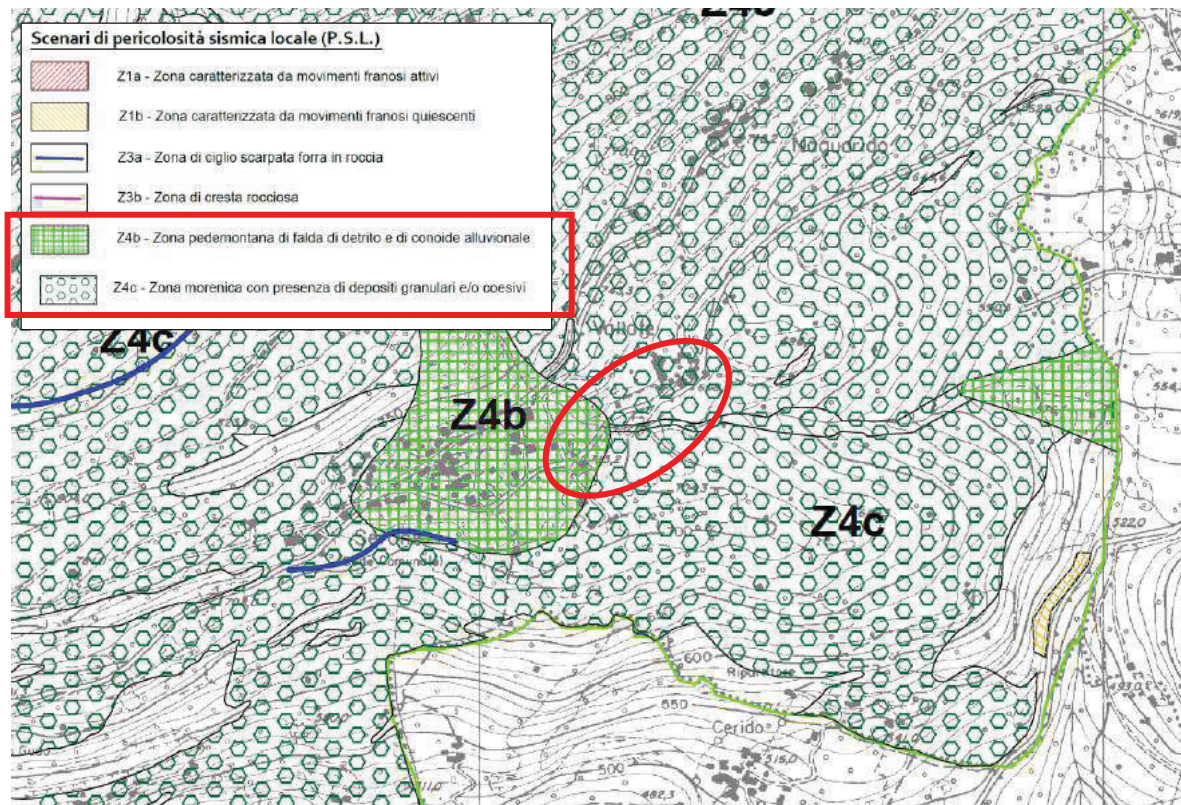


Fig. 11 - Stralcio carta di pericolosità sismica locale del Comune di Civo e relativa legenda

## 5. PARAMETRI GEOTECNICI

Al fine del dimensionamento delle opere in progetto si stimano i seguenti parametri geotecnici caratteristici.

Depositi morenici quaternari e materiali di riporto grossolani aridi

- ✓ PESO NATURALE TERRENO ( $\gamma t$ ) 1,80 – 1,90 ( $t/m^3$ ) ;
- ✓ PESO NATURALE TERRENO IMMERSO ( $\gamma t$ ) 0,90 – 1,00 ( $t/m^3$ ) ;
- ✓ ANGOLO DI ATTRITO ( $\varphi$ )  $32^\circ \pm 1$  ;
- ✓ COESIONE ( $C_u$ ) 0,00 – 0,10 ( $kg/cm^2$ ) ;
- ✓ MODULO ELASTICO (E) 125 - 175 ( $kg/cm^2$ ) ;
- ✓ COEFF. DI REAZIONI [per fondazione larga 0,3 m] ( $K_w$ ) 5 – 7 ( $kg/cm^3$ ) .

SUBSTRATO ROCCIOSO (porzione non alterata):

- ✓ PESO DI VOLUME ROCCIA ( $\gamma t$ ) min. 2,20 ( $t/m^3$ ) ;

## RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



---

✓ ANGOLO DI ATTRITO ( $\varphi$ )	min. 35° ;
✓ COESIONE	30 - 35 ( $t/m^2$ ) ;
✓ COSTANTE DI SOTTOFONDO (coeff. di Winkler $K_w$ )	40 ( $kg/cm^3$ ) .
✓ RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE MONOASSIALE	70 - 80 ( $Mpa$ ) .

## 6. ANALISI IDROGEOLOGICA ED IDRAULICA

### 6.1. CARATTERISTICHE MORFOMETRICHE DEL BACINO

Vengono a seguire riportate i dati morfometrici ricavati dallo scrivente relativi al bacino in esame.

Si sottolinea che è stata considerata come sezione di chiusura il ponte di attraversamento della strada comunale posto alla quota di 875,00 m s.l.m. in frazione Roncaglia.

Si ritiene che a valle della stessa il contributo determinato dalle acque raccolte dal versante sia trascurabile in quanto la sede viaria comunale sopracitata costituisce uno sbarramento trasversale

SUPERFICIE BACINO :	0,76 km <sup>2</sup>
LUNGHEZZA ASTA PRINCIPALE :	1,10 km
ALTEZZA MEDIA DEL BACINO :	1.250,00 m s.l.m. (dato stimato)
QUOTA DELLA SEZIONE DI CHIUSURA :	875,00 m s.l.m.
COEFFICIENTE DI DEFLUSSO :	0,30 (dato stimato)



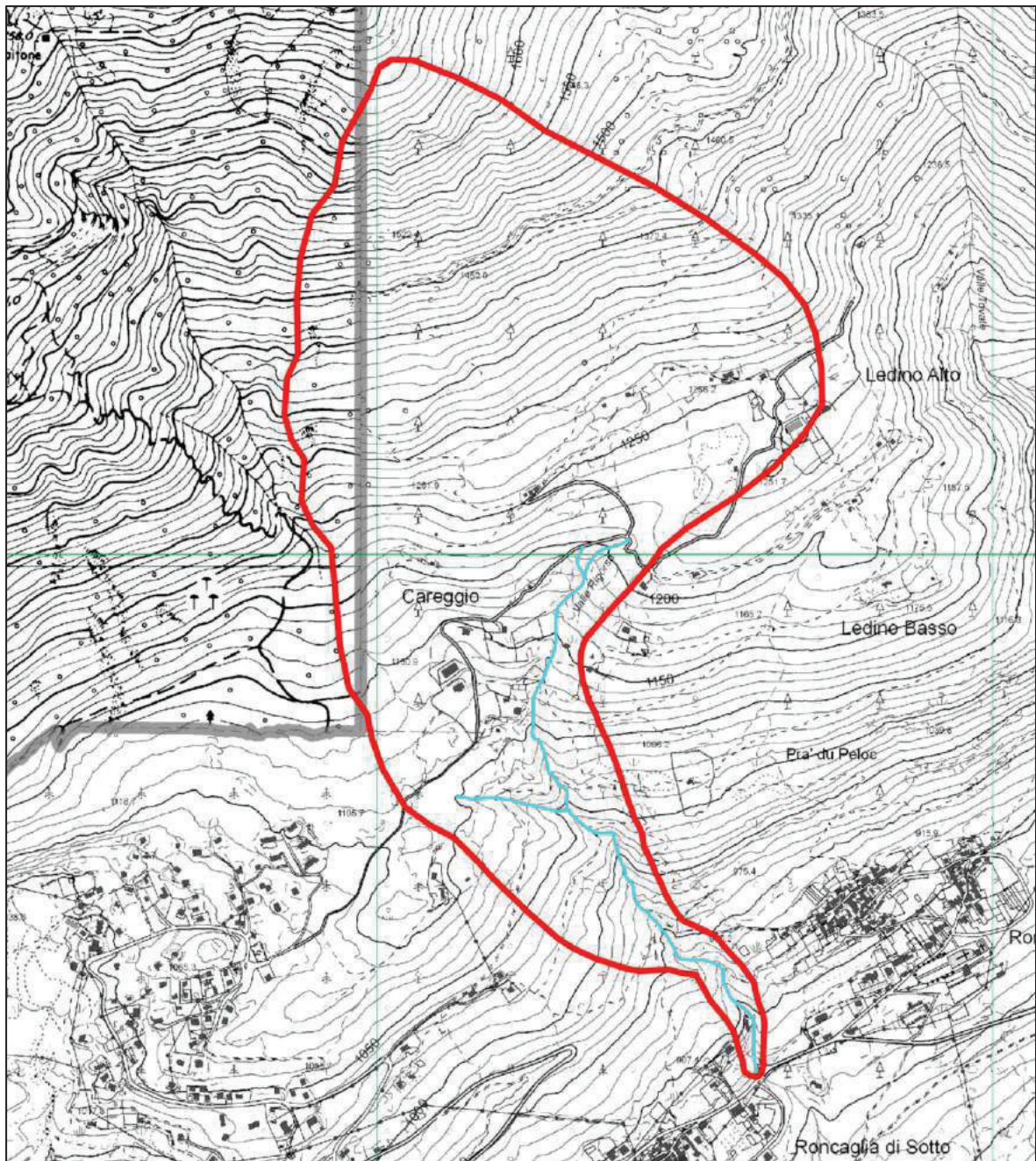


Fig. 12 – Bacino idrografico Torrente Rigorsa

## 6.2. VALUTAZIONE DELLA PORTATA MASSIMA DI PIENA

Per definire la portata massima di piena con un tempo di ritorno di 100 anni, in mancanza di misure dirette dei valori di portata, si è utilizzato il metodo razionale.

### RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



$$Q = 0,28 \times c \times i \times A$$

dove:

c = coefficiente di afflusso caratteristico del bacino idrografico;

i = intensità della pioggia corrispondente alla durata critica (mm/hr);

A = superficie del bacino (km<sup>2</sup>).

Il metodo considera il bacino idrografico come una singola unità e stima il valore al colmo della portata con le seguenti assunzioni:

- la precipitazione è uniformemente distribuita sul bacino;
- la portata stimata ha lo stesso tempo di ritorno T di quello dell'intensità della pioggia;
- il tempo di formazione del colmo di piena è pari a quello della fase di riduzione;
- l'intensità della pioggia ha una durata pari a quella del tempo di corrivazione T<sub>c</sub>.

Per quello che concerne il tempo di corrivazione è stato espresso in ore dalla formula di Giandotti:

$$T_c = [(4 \times (A)^{1/2}) + (1,5 \times L)] / [0,8 \times (H)^{1/2}]$$

dove:

A = superficie bacino in km<sup>2</sup>;

L = sviluppo dell'asta fluviale in km;

H = altezza media del bacino rispetto alla sezione di chiusura in m;

Inserendo i parametri del bacino di riferimento si ottiene un tempo di corrivazione pari a **0,33 ore**.

Per definire l'intensità della pioggia è necessario valutare la curva di possibilità climatica, che rappresenta il legame tra l'altezza di pioggia che può cadere in un assegnato tempo di ritorno T e per un'assegnata durata d e la durata d medesima ed è risolta dall'equazione:

$$h(d,T) = a \times d^n$$

assumendo che la durata sia quella che comporta il massimo valore della portata al colmo (durata critica).



Il valore dei parametri  $a$  e  $n$  è stato desunto direttamente dai valori stimati dall'Autorità di Bacino; in dettaglio dalla “Direttiva sulla piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica – Allegato 3 Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense”.

All'interno della cartografia di riferimento sono state individuate le celle corrispondenti al bacino oggetto di studio e i relativi parametri  $a$  e  $n$ .

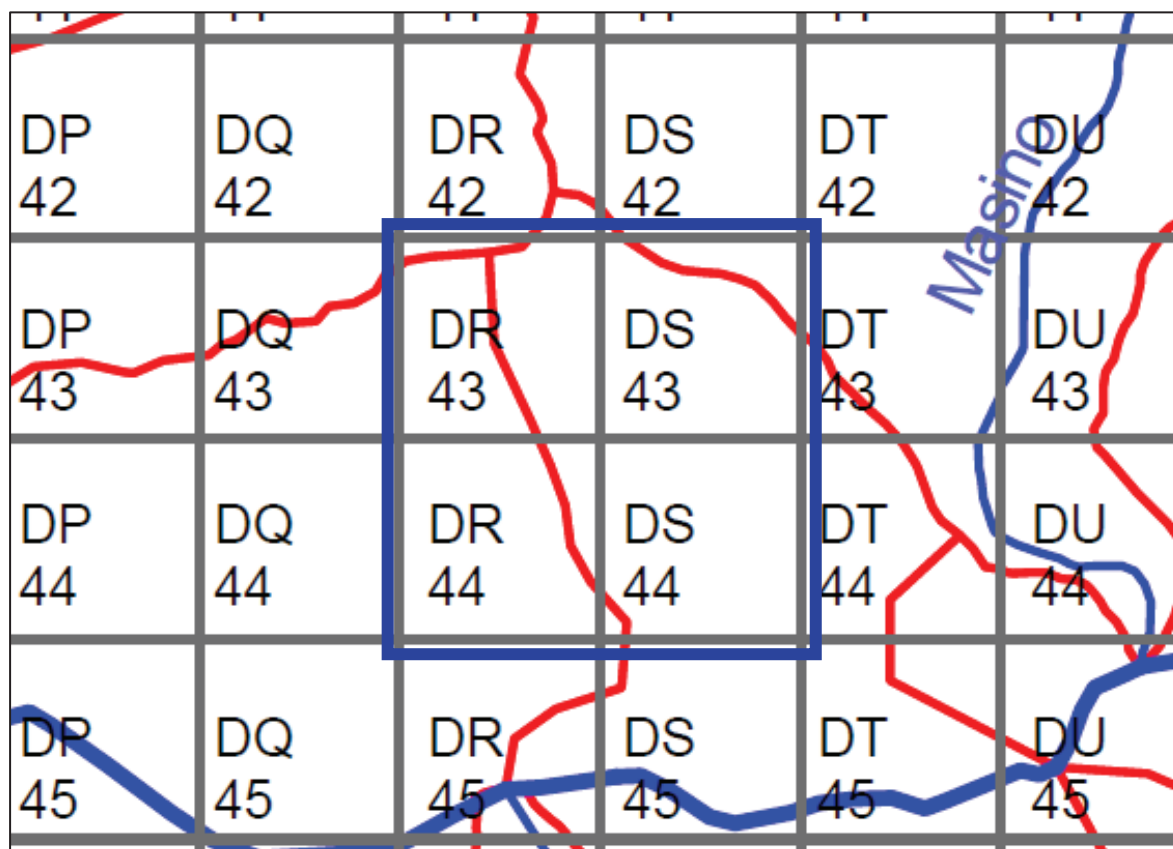


Fig. 13 – Stralcio cartografia celle del reticolo chilometrico di riferimento in corrispondenza del bacino idrografico

I valori dei parametri  $a$  e  $n$  della curva di possibilità pluviometrica sono stati ottenuti mediando i valori riportati nella tabella seguente.



Cella	Tr = 20 anni		Tr = 100 anni		Tr = 200 anni		Tr = 500 anni	
	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>	<i>a</i>	<i>n</i>
<b>DR43</b>	34,63	0,357	44,03	0,347	48,04	0,345	53,33	0,341
<b>DR44</b>	35,50	0,355	45,21	0,345	49,36	0,342	54,83	0,338
<b>DS43</b>	32,85	0,362	41,87	0,350	45,72	0,348	50,81	0,343
<b>DS44</b>	33,69	0,360	43,00	0,348	46,98	0,345	52,23	0,341

I valori che verranno utilizzati nelle elaborazioni successive sono riportati nella tabella riportata sotto:

Tempo di ritorno	<i>a</i>	<i>n</i>
20 anni	34,17	0,358
100 anni	43,53	0,348
200 anni	47,52	0,345
500 anni	52,80	0,341

Ricavati i valori dei parametri *a* e *n* si possono ottenere i valori di intensità delle precipitazioni relative a diverse durate secondo la seguente relazione:

$$i(d,T) = a \times d^{n-1}$$

La durata dell'evento da considerare è quella cosiddetta critica, cioè quella che è causa di una portata pari a quella del colmo di piena e poiché il tempo di corrivazione del bacino  $T_c$ , oltre che il tempo che impiega la precipitazione dalla parte più distante del bacino a raggiungere la sua sezione di chiusura, rappresenta il tempo dall'inizio della precipitazione oltre il quale tutta la precipitazione caduta sul bacino contribuisce alla formazione del deflusso, la formazione del deflusso dipende dal tempo di corrivazione di ciascun bacino. Di conseguenza la durata critica dell'evento meteorico è assunta pari al tempo di corrivazione  $T_c$  del bacino.

#### RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



Come già riportato, per quello che riguarda il coefficiente di deflusso è stato stimato un valore corrispondente a 0,30.

Definiti tutti i parametri, le portate di piena stimate per i diversi tempi di ritorno risulta essere:

**STIMA DELLE PORTATE DI MASSIMA PIENA**  
Direttiva n. 2 Autorità di Bacino del Fiume PO - P.A.I. "Piena di progetto da assumere per le progettazioni e le verifiche di compatibilità idraulica"

**Descrizione : SOTTOBACINO VALLE RIGORSA**

**Punto di sezione : A MONTE RISPETTO ALL'ATTRAVERSAMENTO DELLA STRADA**

<b>TEMPO DI CORRIVAZIONE (Giandotti)</b>	
DATI MORFOMETRICI BACINO IDROGRAFICO	DATI RISULTANTI
<b>S</b> ⇒ <b>0,76</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino	Tempo di Corrivazione $Tc = \frac{4\sqrt{S} + 1,5L}{0,8\sqrt{(Hm - Ho)}} \Rightarrow 0,33$ [ore]
<b>L</b> ⇒ <b>1,1</b> [Km] Lunghezza asta principale	
<b>Hm</b> ⇒ <b>1250</b> [m] Altezza media del Bacino s.l.m.m.	
<b>Ho</b> ⇒ <b>875</b> [m] Quota della sez. di chiusura s.l.m.m.	

<b>PREVISIONE QUANTITATIVA DELLE PIOGGE INTENSE</b>								
FORMULA	$h_{(t)} = at^n$		h <sub>(t)</sub> = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione a = fattore della curva relativo ad un determinato Tr n = esponente della curva relativo ad un determinato Tr Tr = tempo di ritorno (20-100-200 anni)					
DATI CELLA DELLA GRIGLIA DI DISCRETIZZAZIONE DELLE PIOGGE INTENSE (Cfr. Allegato n.3 della Direttiva n.2 PAI dell'Autorità di Bacino del Fiume PO)								
Cella	Coord. Est UTM	Coord. Nord UTM	a Tr 20	n Tr 20	a Tr 100	n Tr 100	a Tr 200	n Tr 200
			<b>34,17</b>	<b>0,358</b>	<b>43,53</b>	<b>0,348</b>	<b>47,52</b>	<b>0,345</b>
<b>MASSIMA PRECIPITAZIONE PROBABILE</b>								
<b>Tr</b>	<b>h(t)</b>	h <sub>(t)</sub> = massima precipitazione in mm al tempo t t = tempo di progetto (ore) = tempo di corrivazione [ore]						<b>0,33</b>
20	<b>23,02</b>							
100	<b>29,65</b>							
200	<b>32,47</b>							

**RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA**



<b>PORTATE DI MASSIMA PIENA</b>		
FORMULA del METODO RAZIONALE		
$Q_c = 0.278 \frac{c h_{(t)} S}{T_c}$	dove	$Q_c$ portata al colmo $c$ $\Rightarrow$ <b>0,3</b> coefficiente di deflusso $h_{(t)}$ massima precipitazione in mm al tempo t (vedi punto prec.) $S$ $\Rightarrow$ <b>0,76</b> [Km <sup>2</sup> ] Superficie Bacino $T_c$ $\Rightarrow$ <b>0,33</b> [ore] Tempo di corrivazione
RISULTATI		
Tr	$\Rightarrow$	$Q_c$ [mc/sec]
20	$\Rightarrow$	<b>4,399</b>
100	$\Rightarrow$	<b>5,667</b>
200	$\Rightarrow$	<b>6,207</b>

Tr = tempo di ritorno [anni]

### 6.3. VERIFICA IDRAULICA DELLA SEZIONE IN PROGETTO

In corrispondenza della sezione di riferimento è stata eseguita la verifica idraulica per valutare la capacità di smaltimento dell'opera in progetto relativamente al solo deflusso idraulico.

Per il calcolo si è fatto riferimento alla portata di colmo con tempo di ritorno di 100 anni ( $Q_{100}$ ) pari a **5,667 m<sup>3</sup>/s**.

Nota: al fine della verifica idraulica, si ritiene che l'incremento di portata derivante dallo scarico delle acque del tratto del nuovo percorso ciclopedonale a monte dell'intersezione con il torrente Rigorsa non sia significativo.

La verifica è stata condotta in collaborazione con l'Ing. Alex Pellegatta ed il valore della portata smaltibile con franco idraulico di almeno 1m risulta superiore alla portata di colmo con tempo di ritorno  $Tr$  di 100 anni ( $Q_{100}$ ); ne consegue che **la sezione in progetto è VERIFICATA.**

Si allega a seguire la sezione di deflusso oggetto di verifica e l'elaborato di calcolo in regime di moto uniforme con sezione a geometria trapezia.



**CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**

**PROGETTO STRADE SICURE - REALIZZAZIONE CICLOPEDONALE LOC. VALLATE**

Punto di sezione: **NUOVA SEZIONE n° S7 sul TORRENTE RIGORSA**

**CARATTERISTICHE SEZIONE**

DATI NOTI (da inserire)	
H ⇒ <b>1,90</b>	ALTEZZA [m]
a ⇒ <b>2,65</b>	[m]
b ⇒ <b>3,35</b>	[m]
h ⇒ <b>0,90</b>	[m]
p ⇒ <b>5%</b>	Pendenza
m ⇒ <b>1,75</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

DATI RISULTANTI	
Inclinazione scarpate	$\alpha$ ⇒ <b>79,6</b>
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$ ⇒ <b>4,480 [m]</b>
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha)]$ ⇒ <b>2,5342 [m²]</b>
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$ ⇒ <b>0,566 [m]</b>

**CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0,90 m**

FORMULE (moto uniforme)		
Portata	$Q = AV$	dove A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c\sqrt{Ri \cdot p}$	dove c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100\sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI	
c ⇒	<b>30,06</b>
V ⇒	<b>5,05 [m/sec]</b>
Q ⇒	<b>12,810 [m³/sec]</b>

**RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA**



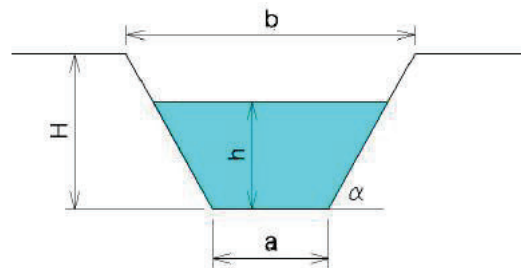
**CAPACITA' DI SMALIMENTO  
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE**

CARATTERISTICHE SEZIONE

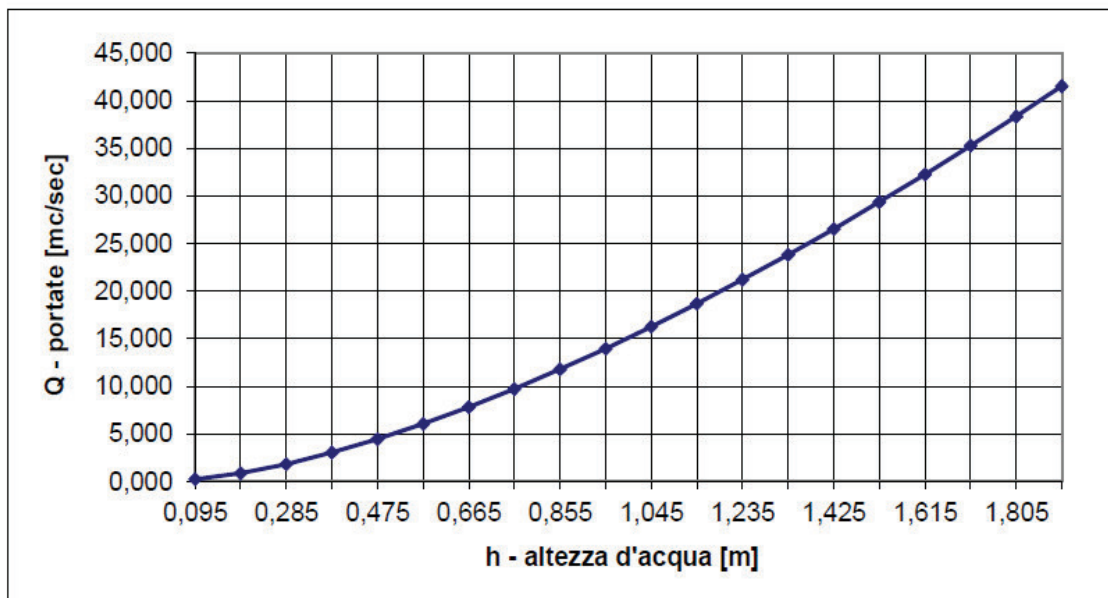
<b>H</b>	<b>1,90</b>	ALTEZZA [m]
<b>a</b>	<b>2,65</b>	[m]
<b>b</b>	<b>3,35</b>	[m]

<b>p</b>	<b>5%</b>	Pendenza
<b>m</b>	<b>1,75</b>	Coeff. di scabrosità di Kutter

h [m]	Q[m <sup>3</sup> /sec]
0,10	0,247
0,19	0,887
0,29	1,835
0,38	3,035
0,48	4,450
0,57	6,052
0,67	7,819
0,76	9,737
0,86	11,792
0,95	13,974
1,05	16,275
1,14	18,688
1,24	21,208
1,33	23,829
1,43	26,549
1,52	29,365
1,62	32,273
1,71	35,271
1,81	38,358
1,90	41,531



h = altezza d'acqua  
Q = portata all'altezza d'acqua corrispondente



RELAZIONE GEOLOGICA R1 R3 ED IDRAULICA



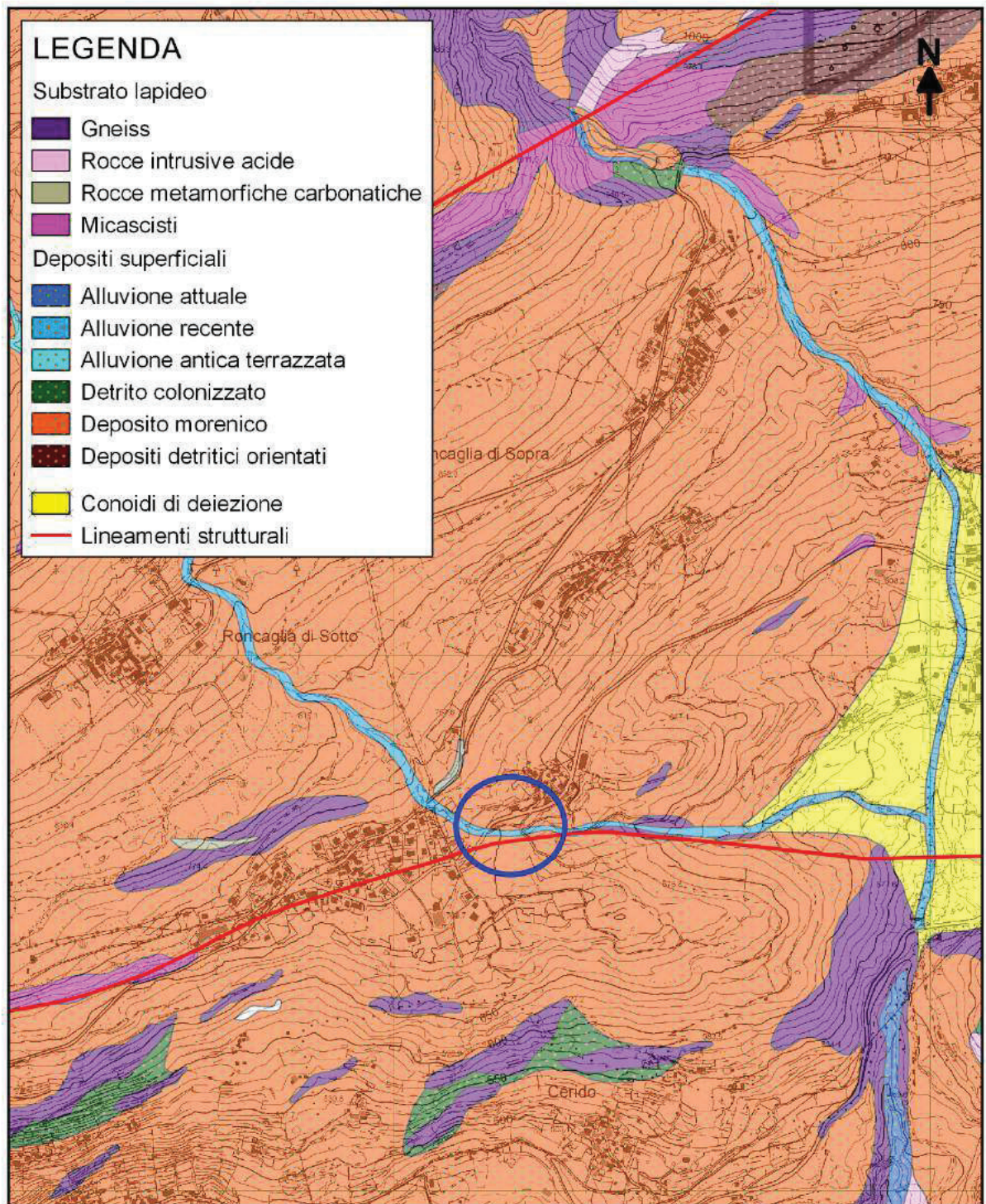


Fig. 13 – Tombotto di attraversamento della SP10 - t. Rigorsa

## 7. ANNOTAZIONI CONCLUSIVE

È stata redatta la presente relazione geologica R1 R3 ed idraulica al fine di verificare la fattibilità di quanto in progetto (**PROGETTO DENOMINATO “STRADE SICURE – REALIZZAZIONE DI PERCORSI CICLO-PEDONALI CON ILLUMINAZIONE A GARANZIA DELLA INCOLUMITÀ PUBBLICA” IN LOCALITÀ VALLATE IN COMUNE DI CIVO (SO)**) dal punto di vista geologico, idrogeologico ed idraulico.

Preposto quanto in relazione si evidenzia la **COMPATIBILITÀ' GEOLOGICA ED IDRAULICA** delle opere previste in progetto, mentre per quanto riguarda la caratterizzazione geotecnica e la verifica dell'invarianza idraulica si rimanda agli elaborati specifici.



**CARTA GEO LITOLOGICA**

scala 1:10.000

Estratto cartografico geo ambientale Regione Lombardia



area di studio