

# Mario Sterli – Geologo

Via G. Treboldi n° 17 Edolo (BS) - Tel. 3358036219 - e-mail: [mariosterli.geo@gmail.com](mailto:mariosterli.geo@gmail.com)

**Lavori di rifacimento tratti di arginatura del torrente Ogliolo  
mediante la formazione di nuove scogliere in massi ciclopici e  
ripristino delle adiacenze per l'accesso all'alveo**

**CUP G29J21003350002**

## **INDAGINE GEOLOGICA**



EDOLO, MARZO 2023

**PROFESSIONISTA INCARICATO  
GEOL. MARIO STERLI**



# INDICE

<b>1</b>	<b>INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>3</b>
2.1	Riferimenti Normativi.....	3
2.2	Bibliografia.....	3
<b>3</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE.....</b>	<b>4</b>
3.1	Inquadramento geologico-strutturale.....	4
3.2	Inquadramento stratigrafico e geolitologico.....	7
3.2.1	<i>Substrato roccioso .....</i>	<i>7</i>
3.2.1.1	Basamento tettonico delle Alpi Meridionali - Unità tettonometamorfica dell'Aprica	7
3.2.2	<i>Successione Neogenico-Quaternaria.....</i>	<i>8</i>
3.2.2.1	Unità distinte in base al bacino di appartenenza.....	8
3.2.2.2	Unità non distinte in base al bacino di appartenenza .....	10
3.3	Inquadramento geomorfologico .....	11
3.4	Inquadramento idrogeologico.....	13
<b>4</b>	<b>ANALISI COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT DI EDOLO .....</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE .....</b>	<b>18</b>
5.1	Indagini in località Ponte Trivia .....	18
5.1.1	<i>Prove penetrometriche dinamiche.....</i>	<i>18</i>
5.1.1	<i>Indagine sismica MASW .....</i>	<i>19</i>
5.2	Indagini sui mapp. 310 e 312 del f. 90 .....	20
5.2.1	<i>Prove penetrometriche dinamiche.....</i>	<i>21</i>
5.3	Indagini sul mapp. 469 del f. 91 .....	21
5.4	Indagini in corrispondenza del ponte di via Sora (loc. "Lazzaretto") .....	22
5.4.1	<i>Carotaggi meccanici .....</i>	<i>22</i>
5.4.2	<i>Indagine sismica MASW .....</i>	<i>24</i>
<b>6</b>	<b>AZIONE SISMICA.....</b>	<b>25</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEL TORRENTE OGLIOLO E DEI RELATIVI INTERVENTI PREVISTI.....</b>	<b>27</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIONI.....</b>	<b>40</b>
<b>9</b>	<b>APPENDICI .....</b>	<b>41</b>
9.1	Analisi PGT di Edolo.....	41
9.2	Report indagini penetrometriche dinamiche .....	44
9.2.1	<i>Loc. Trivia .....</i>	<i>44</i>
9.2.2	<i>Mapp. 310 F. 90.....</i>	<i>46</i>
9.2.3	<i>Mapp. 312 F. 90.....</i>	<i>48</i>
9.2.4	<i>Mapp. 469 F. 91.....</i>	<i>50</i>

# 1 INTRODUZIONE

La Presente Relazione Geologica riguarda i “*lavori di rifacimento tratti di arginatura del torrente Ogliolo mediante la formazione di nuove scogliere in massi ciclopici e ripristino delle adiacenze per l’accesso all’alveo*” (CUP G29J21003350002), con progettazione a cura dello studio di ingegneria “Multiproject Engineering srl”. In data 03.10.2020, in concomitanza con le piogge straordinarie e con gli sbarramenti temporanei conseguenti ai fenomeni franosi che hanno interessato il bacino del torrente Ogliolo di Edolo nel territorio di Corteno Golgi, si è prodotto un evento alluvionale che ha interessato buona parte dell’asta torrentizia posta a valle. Il settore analizzato in questa indagine è ubicato allo sbocco della valle di Corteno nella conca di Edolo, nel territorio comunale omonimo, nel tratto compreso tra l’opera di presa di quota 710 m slm circa e la confluenza con il fiume Oglio, a quota 650 m slm circa.

L’indagine ha previsto le seguenti fasi:

1. analisi storico-bibliografica degli studi e delle indagini geologiche disponibili;
2. rilievo geologico di dettaglio dell’area oggetto d’indagine;
3. sintesi dei dati raccolti e predisposizione relazione geologica.

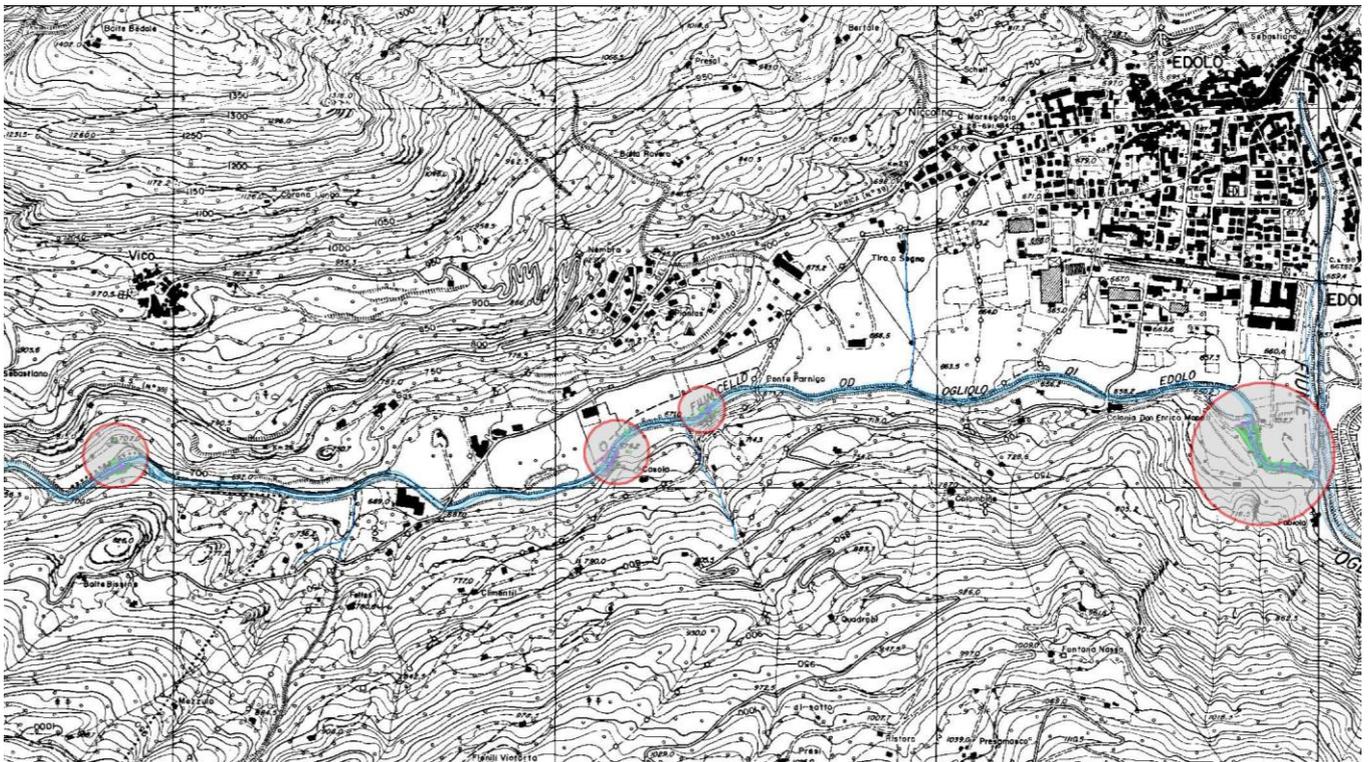


Figura 1: Corografia area d’indagine con ubicazione interventi (Stralcio CTR sez. D3c2, Scala 1:20.000)

## 2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

### 2.1 Riferimenti Normativi

- [1]. D.M. 17 gennaio 2018 “Nuove Norme tecniche per costruzioni” in sostituzione di quelle approvate con il D.M. 14 gennaio 2008.
- [2]. Circolare 21.01.2019: “Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per costruzioni”.
- [3]. O.P.C.M. n. 3274 del 20.03.2000 e s.m.i. “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica”.
- [4]. D.G.R. n. 2129 del 11 luglio 2014 “Aggiornamento delle zone sismiche in Regione Lombardia”.
- [5]. L.R. 33/2015 “Aggiornamento della normativa sulle costruzioni in zona sismica”.
- [6]. D.G.R. n. 5001/2016 “linee di indirizzo e coordinamento per l’esercizio delle funzioni trasferite ai comuni in materia sismica”.
- [7]. D.G.R. IX/2616 del 30 novembre 2011 (“Aggiornamento dei Criteri ed indirizzi per la definizione della componente geologica, idrogeologica e sismica del piano di governo del territorio”) in attuazione dell’art. 57, comma 1, della l.r. 11 marzo 2005, n. 12, approvati con d.g.r. 22 dicembre 2005, n. 8/1566 e successivamente modificati con d.g.r. 28 maggio 2008, n. 8/7374.

### 2.2 Bibliografia

- [8]. Cartografia Geologica di ISPRA - da <http://sgi.isprambiente.it/geologia100k/nord.aspx>
  - Dipartimento per il servizio geologico d’Italia: Tavole e Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:100.000:
    - Foglio 19 TIRANO
- [9]. Cartografia geologica di Regione Lombardia - da Geoportale di Regione Lombardia: [Ricerca - Geoportale della Lombardia \(regione.lombardia.it\)](http://www.regione.lombardia.it/geoportale):
  - Progetto CARG: Tavole e Note illustrative della Carta Geologica d’Italia alla scala 1:50.000:
    - Foglio 057 MALONNO
  - Basi informative della cartografia Geoambientale:
    - Carta del dissesto idrogeologico e della permeabilità
    - Carta Geomorfologica;
    - Carta Idrologia con indicazioni della permeabilità;
    - Carta Litologica
  - Progetto IFFI - Inventario dei Fenomeni Franosi in Lombardia
  - PAI Vigente
- [10]. Cartografia geologica di Regione Lombardia - da Portale di accesso agli applicativi di Pianificazione Territoriale: [HomePage - Multiplan \(serviziirl.it\)](http://www.serviziirl.it):
  - Componente Geologica del Piano di Governo del Territorio comunale di Edolo

### 3 INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

Le informazioni geologiche riportate nel presente capitolo sono tratte dalle “Note Illustrative della Carta Geologica D’Italia” alla scala 1:100.000 (foglio 19 TIRANO - Cartografia Geologica di ISPRA [8]) e alla scala 1:50.000 (foglio 057 MALONNO - Progetto CARG [9]).

#### 3.1 Inquadramento geologico-strutturale

La porzione di territorio oggetto di indagine rientra nel settore centrale del versante meridionale della catena alpina. Tale settore è suddiviso in due porzioni da un’importante linea tettonica che lo attraversa in senso Est – Ovest, denominata “Linea Insubrica”. Questa struttura di importanza regionale contraddistingue in particolar modo l’area in esame (l’attraversa poco a Nord del sito di intervento), separando il dominio delle Alpi Settentrionali (o Austroalpino) a Nord, da quello delle Alpi Meridionali (o Sudalpino) a Sud, ove è posto il sito d’indagine.

Dal punto di vista strutturale, il lineamento è costituito da un denso fascio di superfici di movimento subparallele, presentanti forti inclinazioni e spesso subverticali, delimitanti un’ampia zona, talora anche qualche centinaia di metri, in cui le rocce hanno subito trasformazioni mineralogico-composizionali a causa dei movimenti relativi indotti dai processi tettonici. In seguito all’elevata intensità degli sforzi sviluppatasi nelle masse rocciose nell’intorno dei piani di scorrimento, le rocce stesse hanno subito anche intensa fratturazione e strizzamento, e talora fenomeni di milonizzazione. Ciò comporta che al lineamento sono spesso associati sia numerose intercalazioni, sempre concordanti, di anfiboliti e anfiboliti gneissiche, di apliti e di pegmatiti gneissiche, sia la presenza di fenditure di trazione, trincee, avvallamenti, contropendenze e allineamenti morfologici in genere (parallelismo fra corsi d’acqua, depressioni in cresta, ecc.), con direzione concordante con quella del lineamento stesso. Anche la giacitura sia della scistosità principale degli ammassi rocciosi, sia delle intercalazioni filoniane, sono di regola concordanti con il lineamento stesso.

L’espressione morfologica superficiale più evidente di tale lineamento nell’area d’indagine è grandiosamente rappresentata dalla direzione all’incirca E-O degli assi dell’Alta Valle Camonica e della Valle di Corteno. Poco più a Nord, il tracciato dell’asse della struttura è segnato dall’allineamento degli altipiani di Trivigno e di Mola, delle incisioni dei fianchi del Monte Padrio e del Monte della Piana e della valle dell’Ogliolo di Monno.

Da un punto di vista più regionale, il dominio Sudalpino del settore è suddiviso in tre unità tettonometamorfiche (UTM), rispetto alle quali l’area d’indagine ricade nella UTM del Passo Aprica, contenente metapeliti e quarziti, con evoluzione metamorfica di età ercinica interamente in facies scisti verdi.

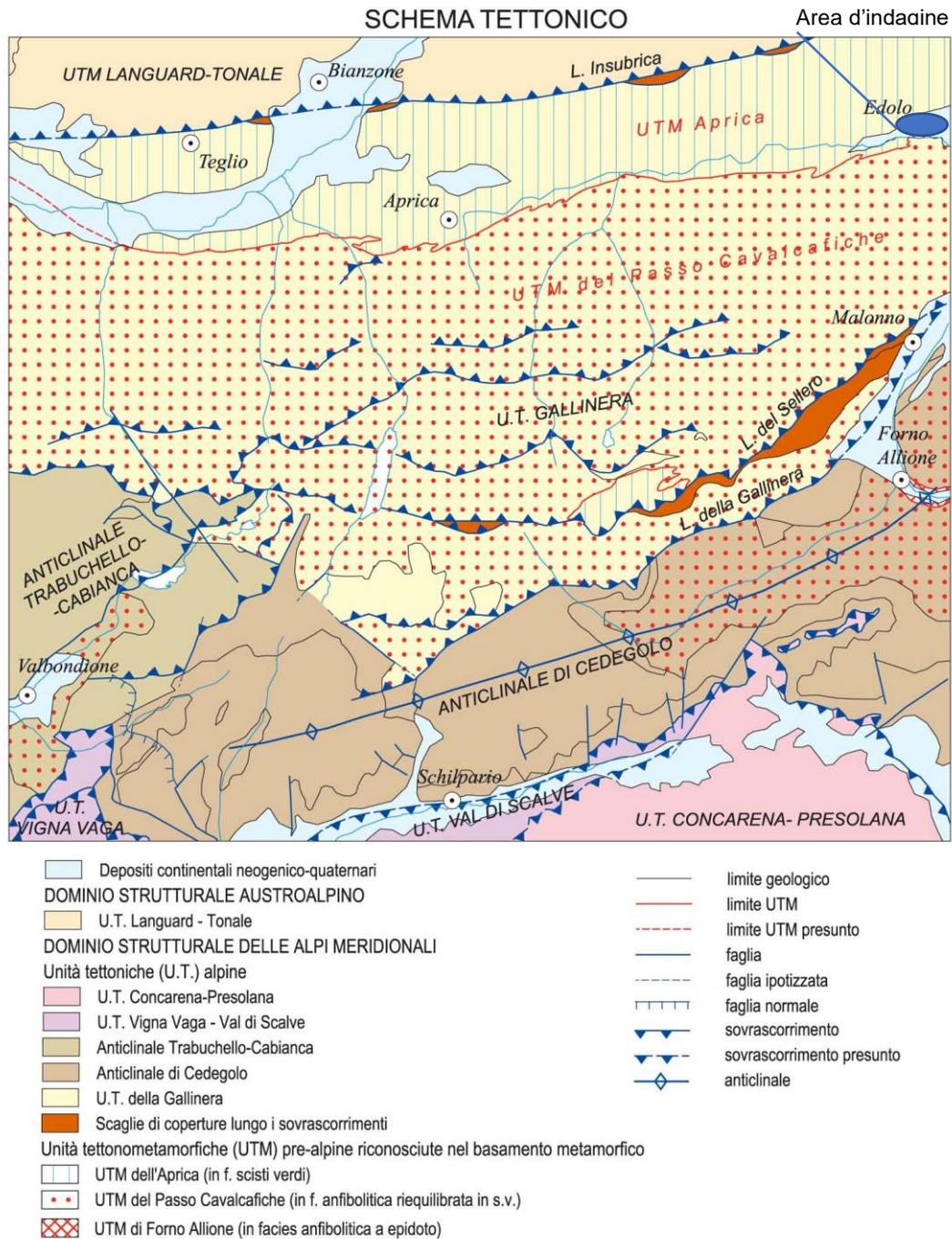
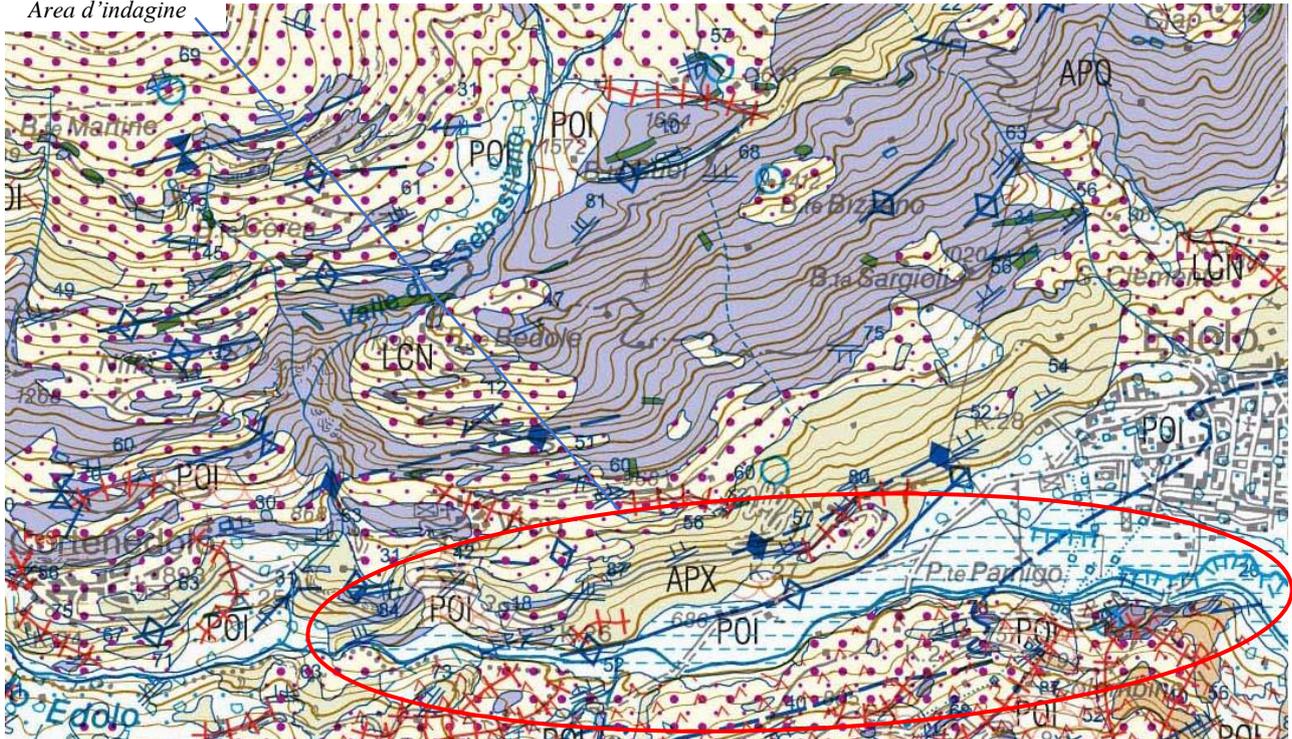


Figura 2: Schema di inquadratura regionale (stralcio Foglio 057 - Malonno)

Area d'indagine



BASAMENTO METAMORFICO

UNITA' TETTONOMETAMORFICA DELL'APRICA (di età varisca)

- MICASCISTI A GRANATO, BIOTITE, CLORITE**  
 Scisti a grana fine con mica chiara, granatoli, plagioclasio, quarzo, opachi, ± biotite, ± clorite, in paragenesi contemporanea allo sviluppo della foliazione S<sub>1</sub> (f. scisti verdi). La paragenesi stabile durante lo sviluppo della foliazione pervasiva S<sub>2</sub> (f. scisti verdi) contiene localmente granatoli e abbondanti opachi. Si trovano a Sud degli gneiss granitoidi con relitti di strutture ignee, e a Nord delle quartziti, tra Santicolo e Pisogneto. (Scisti di Edolo *Auct. p.p.*; EDO *p.p.* del limitrofo F. Adamello).  
*PRE-VARISCO*
- QUARZITI**  
 Quarziti di colore grigio rosato, a mica chiara e clorite, generalmente foliate, in livelli di potenza decimetrica-ettometrica, intercalati nei micascisti e micascisti particolarmente ricchi in quarzo. (Scisti di Edolo, Membro delle Quarziti del Dosso Pasò *Auct. p.p.*; EDO *p.p.* del limitrofo F. Adamello).  
*PRE-VARISCO*
- SCISTI CARBONATICI**  
 Rocce carbonatiche di colore grigio scuro-verdastro, a mica chiara, clorite e quarzo, debolmente foliate e intercalate in sottili livelli nei micascisti; talora marmi di colore bianco (Ponte del Baghetto, presso Castello dell'Acqua - Stazzona) (Scisti di Edolo *Auct. p.p.*).  
*PRE-VARISCO*
- METABASITI**  
 Scisti cloritici e prasiniti a clorite, anfibolo, albite ocellare, epidoto, ± mica chiara, ± carbonati, con tessitura foliata (M. Padrio, Trivigno). (Scisti di Edolo *Auct. p.p.*).  
*PRE-VARISCO*

ROCCHE FILONIANE

FILONI

**fn** Andesiti porfiriche, di colore verdastro, con massa di fondo da molto fine ad afanitica e fenocristalli di anfibolo e plagioclasio (0.2 mm - 1 cm), a volte orientati; contengono inclusi con diametro variabile (2-10 cm) e hanno grana più fine in prossimità del bordo. Sono intruse nel basamento metamorfico varisco e nella successione sedimentaria ed intersecano in discordanza le strutture alpine delle rocce incassanti. (Porfiriti *Auct.*).  
*CRETACICO? - PALEOGENE?*

FILONI BASICI/INTERMEDI

**fb** Rocce olocristalline a fenocristalli di augite, anfibolo bruno ± biotite, variamente alterate (SS. n.° 39 Edolo-Aprica; cresta NO del M. Forcella). Intersecano in discordanza le strutture pre-alpine delle rocce incassanti. (Diabasi di Edolo *Auct.*)  
*PRE-CRETACICO?*

FILONI AFIRICI FOLIATI

**ff** Rocce filoniane diffusamente alterate (calcite, clorite) e foliate, intruse esclusivamente nel basamento metamorfico. I filoni sono deformati (almeno da D<sub>2</sub> insieme alle rocce incassanti (versante E del M. Torena, cresta E di q. 2804 a SO delle Cime di Caronella).  
*PRE-PERMIANO?*

LEMBI PERMO - TRIASSICI LUNGO LA LINEA DEL TONALE

**DOLOMIE, CONGLOMERATI E BRECCIE**

**LPX** Dolomie, breccie cataclastiche a elementi calcareo-marnosi e calcareo dolomitici, calcari e calcari marnosi.  
*PERMIANO? - MESOZOICO?*

SOVRASSEGNI DELLE UNITA' NEOGENICO-QUATERNARIE

- a** deposito di versante
- a1** deposito di frana
- a3** detrito di falda
- a5** deposito di frana con trasporto glaciale
- ghiaie** } depositi alluvionali o fluvio-glaciali
- b** sabbie
- limo** }
- b4** deposito di debris flow
- b5** deposito di contatto glaciale
- b7** deposito colluviale
- c1** tilli indifferenziati
- c4** tilli di alloggiamento
- c5** tilli di ablazione
- e** deposito lacustre, palustre
- e2** deposito lacustre
- e3** deposito palustre
- g1** deposito delizio
- i** deposito di origine mista: di debris flow e/o torrentizio e/o di valanga

DEPOSITI CONTINENTALI NEOGENICO-QUATERNARI

UNITA' NON DISTINTE IN BASE AL BACINO DI APPARTENENZA

**SISTEMA DEL PO**

Diamicton e ghiaie massive con clasti eterometrici spigolosi (depositi di versante). Ghiaie e sabbie stratificate o in corpi lenticolari, limi massivi (depositi alluvionali). Limi laminati, sabbie fini, torbe (depositi lacustri e di torbiera). Diamicton massivi a supporto di matrice con clasti da sub angolari ad arrotondati (tilli d'ablazione e di alloggiamento). Superficie limite superiore caratterizzata da alterazione assente e morfologie ben conservate o ancora in evoluzione. Subsystema della Piccola Età Glaciale (POI<sub>1</sub>). Superficie limite caratterizzata da orizzonte B poco sviluppato, morfologie ben conservate, esteso inerbimento sino a limitata vegetazione arborea. *PICCOLA ETÀ GLACIALE (PEG), 1500-1860 AD.* Subsystema del Po recente (POI<sub>2</sub>). Superficie limite caratterizzata da orizzonte B assente, morfologie in evoluzione, inerbimento da scarso a nullo, con sviluppo di vegetazione pioniera. *PEG - ATTUALE*  
*PLEISTOCENE SUPERIORE - OLOCENE*

UNITA' DEI BACINI DELL'ADDA E DELL'OGGIO

**SUPERSISTEMA DEI LAGHI**

Diamicton massivi (tilli d'alloggiamento e di ablazione). Ghiaie medie e grossolane, stratificate, a supporto di matrice sabbiosa o in lenti alternate a diversa granulometria (depositi alluvionali); diamicton, ghiaie, sabbie, limi con grande variabilità di facies sia laterale che verticale, in genere stratificati (depositi di contatto glaciale); ghiaie, sabbie, limi e argille laminati (depositi lacustri); ghiaie con elementi spigolosi alterate, con matrice argillosa arrossata (depositi di versante). Superficie limite superiore caratterizzata da morfologia ben conservata, copertura loessica assente, profilo di alterazione poco evoluto.

**SISTEMA DI CANTÙ (LCN)**

tilli d'alloggiamento e di ablazione; depositi alluvionali; depositi di contatto glaciale; depositi lacustri; depositi di versante. Superficie limite superiore con profilo di alterazione poco evoluto, spessore massimo 2 m, colore della matrice 7.5-10YR.  
*PLEISTOCENE SUPERIORE*

Pre-Permiano

Pliocene-Olocene

Pleistocene

Figura 3: Inquadramento geologico (Stralcio Carta Geologica Foglio 057-Malonno – Scala originale 1:50.000)

## 3.2 Inquadramento stratigrafico e geolitologico

### 3.2.1 Substrato roccioso

Nel settore alpino in cui è posta l'area in esame, le rocce del substrato possono essere raggruppate nei seguenti complessi litostratigrafici:

#### 1) Basamento cristallino Austroalpino

Unità tettonometamorfica Languard - Tonale

#### 2) Basamento tettonico delle Alpi Meridionali

Unità tettonometamorfica Forno Allione

Unità tettonometamorfica dell'Aprica

Unità tettonometamorfica del Passo Cavalcafciche

#### 3) Rocce filoniane.

#### 4) Lembi permo-triassici lungo la Linea del Tonale

Nell'area d'intervento, il substrato roccioso è costituito dalle rocce metamorfiche appartenenti al **Basamento tettonico delle Alpi Meridionali**. Poco più a Nord, un importante sovrascorrimento (Linea del Tonale) mette a contatto queste rocce con quelle del Basamento cristallino Austroalpino. Nelle descrizioni stratigrafiche che seguono si è utilizzato il nuovo concetto di unità tettonometamorfica (UTM), raggruppante le rocce che possiedono una corrispondente storia evolutiva, sia strutturale che metamorfica; sono comunque fornite tutte le indicazioni sull'equivalenza con la nomenclatura storica (p.es. "Scisti di Edolo" Auct.).

L'area d'intervento ricade nell'**Unità tettonometamorfica dell'Aprica**.

#### 3.2.1.1 Basamento tettonico delle Alpi Meridionali - Unità tettonometamorfica dell'Aprica

Questa unità contiene metapeliti e quarziti, con evoluzione metamorfica di età varisica interamente in facies scisti verdi. Immediatamente a S della linea Insubrica, sono stati riconosciuti relitti di palinomorfi e microplankton marino siluriano-ordoviciani.

Corrisponde agli Scisti di Edolo Auct. p.p.

#### **Metabasiti** (età pre - Varisico) - APY

Rocce di colore verde scuro e grana finissima con foliazione marcata da clorite ± mica chiara (cloritoscisti Auct.). Sono raramente massicce, e normalmente più finemente foliate per la disposizione planare dei fillosilicati, composte da clorite, anfibolo verde (attinolite - tremolite), plagioclasio (albite "ocellare"), epidoto, ± mica chiara, ± carbonati. Molto spesso la loro tessitura è dovuta all'alternanza di livelli a carbonati o ad albite, nei quali solitamente aumenta anche la grana dei minerali. Questi livelli leucocrati risultano spesso piegati e crenulati permettendo una miglior lettura delle strutture plicative nella roccia. Le anfiboliti sono intercalate ai micascisti (APX) e alle quarziti (APQ) e affiorano prevalentemente nei pressi del Monte Padrio e a S di Trivigno.

#### **Scisti carbonatici** (età pre - Varisico) – APD

Raramente, all'interno dei micascisti (APX), si trovano sottili livelli di scisti a carbonati di colore grigio scuro o verdastro, dall'aspetto massiccio. La loro composizione è prevalentemente calcite,

mica chiara, clorite e quarzo; i fillosilicati determinano i piani di foliazione principali alternati a livelli più granulari a calcite e quarzo. Le superfici esterne risultano spesso corrose e cavernose a causa della dissoluzione dei carbonati da parte degli agenti meteorici. Non sono rocce molto abbondanti; nella maggior parte dei casi si trovano in livelli metrici (raramente decametrici). Talora sottili livelli di marmi di colore marrone - ocra in patina d'alterazione e bianco sporco in frattura fresca, a calcite prevalente, rara mica chiara e clorite, sono intercalati nei micascisti, che assumono un aspetto più "filladico" con riduzione della grana e colore verde chiaro argenteo. Gli scisti a carbonati sono implicati coi micascisti in pieghe da serrate ad isoclinali.

#### **Quarziti (età pre - Varisico) – APQ**

Ai micascisti (APX) sono associati livelli di quarziti e quarzomicascisti, di potenza da decimetrica a ettometrica (es. nel versante compreso tra la Linea Insubrica ed il Passo dell'Aprica). Hanno colore grigio-rosato, sono quasi sempre ben foliate, più raramente massicce. I contatti con i micascisti possono essere netti o più spesso transizionali, per graduale arricchimento in clorite e mica chiara. Talora conservano relitti di granato. La maggiore competenza delle quarziti rispetto ai micascisti, e la ripetuta alternanza quarziti - micascisti determina una ricca conservazione di caratteri strutturali antichi (es. lungo la strada che porta dal Passo dell'Aprica a Trivigno). Gli sciami di quarziti sono utili traccianti della struttura di questa unità. (Membro delle Quarziti del Dosso Pasò Auct. p.p).

#### **Micascisti a granato, biotite e clorite (età pre - Varisico) – APX**

Scisti scuri a grana fine, cloritici (filloniti), localmente con biotite, mica bianca, plagioclasio e granato visibili; formano una fascia allungata ENE-OSO che si estende tra Edolo e Aprica. Sono intimamente associati a livelli da decimetrici a decametrici di quarziti e quarzomicascisti (APQ).

In alcuni campioni di filladi scure, provenienti dalla valle dell'Ogliolo, si sono ritrovati resti di Acritarchi e palinomorfi di età Siluriano- Ordoviciano.

### **3.2.2 Successione Neogenico-Quaternaria**

#### **3.2.2.1 Unità distinte in base al bacino di appartenenza**

Si tratta di corpi sedimentari la cui formazione è strettamente correlata ai processi sedimentari avvenuti in un dato bacino idrografico e/o glaciale e alla sua evoluzione. Per alcune di queste unità, tuttavia, è stato possibile stabilire una continuità fisica e/o una sostanziale concordanza di significato e definizioni con altre presenti in bacini diversi. In particolare, relativamente al contesto alpino e prealpino lombardo, si è operata, tra le altre, la distinzione/accorpamento in Depositi LGM (Last Glacial Maximum), corrispondenti all'ultima grande espansione glaciale. All'interno di ogni bacino principale glacializzato è stato istituito un sistema o un supersistema racchiudente tutti i depositi legati allo LGM, suddiviso poi in unità di rango inferiore. Relativamente al ghiacciaio dell'Oglio, i rilevamenti in alta Val Camonica relativi al Foglio Malonno hanno messo in evidenza il contatto tra i ghiacciai dell'Adda e dell'Oglio nella zona Mortirolo - Aprica. I dati raccolti indicano che vi è stata alternanza di flusso nelle diverse fasi dello LGM, ossia alcune volte era il ghiacciaio

dell'Adda che trasfluiva in Val Camonica, altre volte era il ghiacciaio dell'Oglio che trasfluiva in Valtellina (situazione quest'ultima più probabile durante la fase di massimo glaciale). Sulla base di queste osservazioni, è stata istituita un'unica unità comune al bacino camuno ed a quello abduano: il *supersintema dei Laghi*.

**Supersintema dei Laghi - Sintema di Cantù** (età Pleistocene superiore; corrisponde in parte al "Würm" degli Autori precedenti) - LCN

Nel settore il sintema di Cantù è costituito quasi esclusivamente da depositi glaciali, alluvionali e di contatto glaciale:

Till di ablazione: diamicton massivi a supporto di matrice limosa o limososabbiosa, con clasti e blocchi sino a metrici, da arrotondati a subangolosi.

Till di alloggiamento: diamicton massivi a supporto di matrice limosa molto abbondante, generalmente sovraconsolidata, con sparsi clasti di dimensioni al massimo decimetriche, arrotondati e spesso striati e sagomati a ferro da stiro.

Depositi di fusione sottoglaciale: ghiaie da medie a grossolane, talvolta grossolanamente stratificate (fluted moraine), supporto di clasti, scarsa matrice limoso sabbiosa, clasti arrotondati.

Depositi di contatto glaciale: diamicton massivi a supporto di matrice con clasti mal selezionati ed arrotondati, in corpi lenticolari; ghiaie a supporto clastico o di matrice sabbiosa, con clasti arrotondati, a selezione variabile; intercalazioni di sabbie in strati decimetrici o in lenti, e di limi massivi o più comunemente stratificati.

Depositi alluvionali: ghiaie a supporto di matrice sabbiosa, con clasti a selezione variabile, di dimensioni da medie a grossolane, con intercalate sabbie stratificate o in lenti.

Il limite superiore, erosivo, coincide in buona parte con la superficie topografica; localmente è ricoperto da facies di versante del sintema del Po. E' caratterizzato da assenza di copertura loessica; il profilo di alterazione è poco evoluto, di spessore massimo 1 m, con evidente ossidazione dei clasti e della matrice dei depositi ad elevato contenuto in Fe e parziale arenizzazione dei clasti scistososi. Il profilo di alterazione risulta spesso troncato e/o sepolto dai depositi del sintema del Po. Il limite inferiore è rappresentato dalla superficie di contatto con il substrato, spesso interessato da esarazione (dossi montonati). La litologia dei clasti rispecchia le formazioni del bacino di alimentazione. Dato che l'unità è costituita dai depositi sia del ghiacciaio dell'Adda sia del ghiacciaio dell'Oglio si osserva una diversa litologia dei clasti a seconda dei bacini. Inoltre è presente una grande variabilità locale, in funzione dell'alimentazione ricevuta dagli apparati confluenti dalle valli laterali, rispecchiando la distribuzione dei litotipi affioranti sui versanti prospicienti i depositi, con significative differenze non solo da un versante all'altro, ma anche a breve distanza lungo lo stesso versante: ciò suggerisce un trasporto relativamente breve, senza rimescolamento e contaminazione dei materiali. Il sintema di Cantù comprende i sedimenti deposti nel corso dell'ultima grande avanzata glaciale, quando il Ghiacciaio Camuno, in massima espansione, occupava la valle del Passo dell'Aprica diffuendo verso il Bacino Abduano. Affiora estesamente su entrambi i versanti della Valle di Corteno, raggiungendo i 2000 m s.l.m in prossimità del Piz Tri e i 2080 m s.l.m. in corrispondenza del Monte della Piana.

### 3.2.2.2 Unità non distinte in base al bacino di appartenenza

Sotto questa dicitura sono stati raggruppati tutti i depositi legati prevalentemente alla dinamica di versante (es. falde detritiche, coltri colluviali, frane ecc.), la cui sedimentazione è avvenuta in tempi differenti e in modo indifferenziato su tutto il territorio. Nel settore tale raggruppamento comprende tutti i depositi formatisi posteriormente all'ultimo evento glaciale pleistocenico, per i quali è stato istituito il *Sintema del Po*. Il Sintema del Po è diacrono su tutta la sua estensione, abbraccia un arco temporale che va dalla parte terminale del Pleistocene superiore sino a tutto l'Olocene e, come appena ricordato, comprendente tutti i depositi (indipendentemente dall'agente deposizionale) formatisi posteriormente all'ultimo evento glaciale pleistocenico.

#### **Sintema del Po** (età Pleistocene superiore-Olocene) - POI

Cartografata anche come unità Postglaciale, precedentemente i depositi corrispondenti a questa unità sono stati individuati come "Alluvioni attuali, recenti, antiche e tardive" o come unità morfologiche (conoidi, coni e falde detritiche, morene recenti). Il sintema del Po inizia a depositarsi al ritiro dei ghiacciai pleistocenici al termine della fase di massima avanzata (LGM), ed è quindi di deposizione diacrona sia a scala regionale che nell'ambito di settori diversi dei singoli bacini idrografici, in funzione dell'inizio del ritiro locale degli apparati glaciali. Il limite superiore coincide con la superficie topografica ed è caratterizzato da suoli poco evoluti, alterazione dei clasti da assente a poco sviluppata (sino a una profondità massima di 30-40 cm), morfologie ben conservate o ancora in evoluzione. Il limite inferiore è costituito dalla superficie di contatto con il substrato, su cui poggia in discordanza, o da superfici erosionali o di non deposizione al contatto con il sottostante sintema di Cantù.

L'unità comprende tutti i depositi continentali formatisi dopo le fasi di ritiro dell'ultima avanzata glaciale. Essa appare diffusa in corpi di varia estensione, con genesi, caratteristiche litologiche e morfologiche nonché ubicazione strettamente omogenee entro ogni singola facies, oltreché strettamente correlate fra loro:

Depositi messi in posto per gravità: detriti di versante: diamicton e ghiaie massive o clinostratificate, eterometriche, a supporto clastico o di matrice, con clasti spigolosi alimentati dal versante soprastante sono presenti nelle aree a quote più elevate e a scarsa copertura vegetale, localizzati ai piedi di pareti in rocce competenti fratturate, ove formano falde detritiche spesso costituite da coni coalescenti.

Depositi di frana: diamicton massivi a blocchi o accumuli caotici di blocchi da metrici a plurimetrici, messi in posto durante singoli eventi catastrofici (frane s.l.) sono diffusi su tutta l'area, con volumi ed estensioni areali varie. Si distinguono corpi con superficie a dossi e depressioni, spesso in relazione con nicchie di distacco ben individuabili, legati a franamenti per scivolamento rotazionale in roccia; talora i fenomeni interessano intere porzioni di versante, con debole dislocazione rotazionale alla base, passante verso l'alto a fratturazione pervasiva della compagine rocciosa, con disarticolazione crescente, sino ad accumulo caotico di blocchi della medesima litologia non derivati da pareti soprastanti, bensì dalla diretta messa in posto del corpo dislocato.

Nel dettaglio si osservano spesso situazioni complesse, con eventi successivi di ordine minore parassiti sul corpo di frana principale. diffusi fenomeni franosi presenti lungo gli assi vallivi principali sono in connessione con estese deformazioni gravitative profonde; spesso inoltre DGPV (Sackungen) del substrato lapideo sembrano innescare scivolamenti e colamenti dei depositi quaternari che le ammantano, con denudamento della sottostanti magmatiti e metamorfiti.

Depositi da trasporto in massa: diamicton massivi a supporto di matrice limoso-argillosa, con clasti da arrotondati a subangolosi provenienti dal rimaneggiamento di precedenti depositi glaciali, sono diffusi in tutta l'area, assumendo spessori degni di nota in alcune valleciole a fondo piatto o in depressioni in corrispondenza di contropendenze. Essi appaiono generati da trasporto in massa (debrisflow, mudflow), con genesi di corpi lobati lungo i versanti o allo sbocco di canali, oppure da movimento dell'intera copertura lungo il versante stesso (colluvium).

Depositi alluvionali. Sono costituiti in genere da ghiaie massive o grossolanamente stratificate, a supporto clastico, matrice sabbiosa da assente ad abbondante, clasti da subangolosi ad arrotondati, a selezione variabile da scarsa a buona, spesso embricati; ghiaie a supporto clastico e matrice sabbiosa in lenti clinostratificate, con ciottoli arrotondati e ben selezionati; intercalazioni sabbiose stratoidi o lenticolari, con laminazioni oblique a basso angolo o laminazioni incrociate. Particolare importanza, sia come distribuzione areale che come volumi, assumono i depositi localizzati nella valle di Corteno, ove i sedimenti raggiungono presumibilmente spessori plurimetrici, in sovrapposizione continua su depositi glaciali e fluvioglaciali pleistocenici. Limitate placche di depositi alluvionali sono presenti discontinuamente entro l'alveo di gran parte dei corsi d'acqua a carattere torrentizio; localmente i materiali appaiono organizzati in più fasi di deposito e successiva erosione, sottolineate da orli di scarpata erosionale spesso netti e terrazzamento delle superfici. Ad essi si intercalano in rapporto di eteropia gli apporti dei canali confluenti, dominati da trasporto in massa e spesso modellati a forma di cono con elevata pendenza della superficie.

Depositi lacustri e di torbiera: alternanze di limi e sabbie fini laminati in sequenze decimetriche, con intercalati livelli di torba, sono presenti in alta quota in bacini di limitata estensione areale ed esigua profondità, sviluppati in depressioni intermoreniche o a ridosso di dossi montonati. Quando non in corso di formazione, essi si distinguono comunque, dando origine a superfici pianeggianti suborizzontali, interdigitate entro i dossi che le contengono, e scarsamente drenate, con tendenza all'impaludamento.

Depositi glaciali: diamicton massivi a supporto di matrice limosa o limoso-sabbiosa, con blocchi sino a plurimetrici, subarrotondati o arrotondati, talora striati, nonché accumuli caotici di blocchi eterometrici privi o quasi di matrice, sono presenti alla testata delle valli minori, soprattutto sui versanti esposti verso i quadranti settentrionali.

### 3.3 Inquadramento geomorfologico

L'agente che ha maggiormente contribuito all'aspetto morfologico attuale della porzione di territorio in oggetto è l'attività glaciale la quale, sia durante le grandi glaciazioni quaternarie, sia in epoca tardiglaciale e, localmente, postglaciale, ne ha delineato e modellato l'aspetto. Durante le

grandi espansioni glaciali, nella valle di Corteno doveva verificarsi il contatto tra apparati glaciali legati al Ghiacciaio dell'Adda, quindi di pertinenza del bacino abduano, e apparati glaciali afferenti al Ghiacciaio Camuno, quindi facenti parte del bacino dell'Oglio. I dati di terreno suggeriscono che le relazioni tra i due dovevano essere piuttosto complesse e variabili nel tempo, in particolare durante le oscillazioni in fase di ritiro. La presenza di litotipi sicuramente provenienti dalla Val Camonica, a partire da quota 1160 m s.l.m., poco a E della frazione S. Pietro, e verso Est lungo la valle del Passo mostra come, durante l'ultima massima espansione glaciale (LGM), una lingua del Ghiacciaio Camuno percorreva la valle del Passo da Est verso Ovest, e qui probabilmente fronteggiava la lingua di Belviso, che ne ostacolava la trasfluenza verso il bacino abduano. Contemporaneamente, la direzione delle strie di esarazione sui dossi montonati dell'area del Pian di Gembro mostra che dalla Valtellina la porzione laterale sinistra del Ghiacciaio dell'Adda doveva scendere dalle pendici del M. Padrio - M. Giovello verso S, affacciandosi sulla valle del Passo: a questo movimento doveva sicuramente contribuire la spinta esercitata dalla confluenza da Nord, sull'opposto versante, del ghiacciaio della Valle di Poschiavo con il Ghiacciaio dell'Adda. Nello stesso momento, dalla Val Brandet e dalla Valle di Campovecchio scendevano due apparati glaciali, probabilmente uniti nella fase di massimo glaciale tra loro e con il lembo camuno. La presenza della lingua proveniente dalla Val Camonica, con verso contrario, doveva probabilmente ostacolare il flusso delle due lingue laterali, ma, alternativamente, queste ultime potevano, a loro volta, ostacolare lo scorrimento verso Ovest della lingua camuna.

L'asta valliva in esame è quindi un tipico solco glaciale con profilo ad U della porzione inferiore dei fianchi vallivi, nei quali sono riconoscibili scarpate e terrazzamenti legati all'azione di approfondimento del torrente Ogliolo. Nelle porzioni di assi vallivi disposti Est-Ovest, quale quello della Valle di Corteno, i fianchi in sinistra idrografica presentano inoltre una spiccata differenziazione rispetto a quelli destri. Mentre questi ultimi, infatti, sono meno acclivi e con un'alta densità di terrazzamenti (in via di abbandono), ove si alternano residui di pascolo, boscaglie e qualche bosco, i primi sono caratterizzati da maggiori acclività e ricoperti da fitti boschi prevalentemente di conifere.

Durante le fasi di espansione glaciale, l'area era dominata da processi glaciali che determinavano un'intensa attività erosiva, con formazione di vasti campi di rocce montonate, e una estesa copertura di depositi glaciali. In seguito, nelle tratte di sovraescavazione glaciale, l'originario fondovalle venne in parte colmato da sedimenti in un primo momento di origine glacio-lacustre ed in seguito fluvio-lacustri entrambi abbandonati dai ghiacciai in fase di ritiro. L'intervento dei corsi d'acqua impresso l'impronta decisiva nel modellamento dei fondovalle tramite processi di erosione, trasporto e sedimentazione.

In questo contesto, l'area di intervento è ubicata sulla modesta piana di fondovalle del torrente Ogliolo, a ridosso della sponda destra idrografica del fiume Oglio.

### 3.4 Inquadramento idrogeologico

Il settore d'indagine rientra nel grande bacino idrografico del Po, ove confluiscono per fasi successive dapprima il torrente Ogliolo di Edolo e poi il Fiume Oglio.

Il sistema idrografico superficiale del territorio in esame è costituito da due collettori principale, il Torrente Ogliolo di Corteno e il fiume Oglio, e da una serie di corsi d'acqua secondari che drenano le valli ed i versanti laterali. La configurazione planimetrica del reticolo idrografico, piuttosto semplice e regolare con corsi d'acqua principali ad andamento all'incirca E-O e torrenti secondari grosso modo ortogonali a questi ultimi, è legata alla presenza di grosse strutture tettoniche con direzione all'incirca meridiana.

Il settore di fondovalle a monte di Edolo presenta tratti a differente assetto morfologico, a seguito principalmente della presenza di tratti stretti e incassati, o di conoidi alluvionali più o meno estese, poste allo sbocco delle valli laterali. A tali diversi assetti è legata anche la dinamica del corso d'acqua di fondovalle, con la formazione di alternanze di anse e tratti rettilinei, di settori di fondovalle ampi e pianeggianti e di settori più ristretti e più acclivi. In questo contesto, il settore oggetto di indagine è caratterizzato dall'esteso conoide alluvionale generato dal fiume Oglio allo sbocco nella conca di Edolo, conoide che costringe il torrente Ogliolo a scorrere a ridosso del suo versante destro idrografico e che, a seguito dello sbarramento dell'asse vallivo di quest'ultimo, a dato luogo alla formazione dell'antistante piana alluvionale della località Piantas.

L'alimentazione della circolazione idrica sotterranea lungo i versanti ha luogo generalmente tramite le acque di precipitazione nei terrazzi morenici e detritici permeabili della copertura; ciò avviene in notevole misura nei settori sommitali, per la presenza diffusa di depositi e accumuli detritici grossolani e per la mancanza di incisioni torrentizie principali. Successivamente tali acque percolano in parte anche nelle fratture della roccia sottostante che si presenta, nella maggior parte dei casi, piuttosto alterata nei primi metri di spessore.

Nella coltre di depositi superficiali si possono identificare locali acquiferi, legati alla rete molto fitta di vuoti interconnessi ai materiali costituenti le coltri. Nelle rocce del substrato, viceversa, la permeabilità è dovuta a alla fratturazione della roccia stessa. Poichè la porzione più intensamente fratturata è per lo più limitata alla fascia corticale del substrato lapideo, le acque di infiltrazione tendono a risalire piuttosto rapidamente in corrispondenza di particolari conformazioni morfologiche (terrazzi) o strutturali (faglie, flessure).

Nel fondovalle, gli acquiferi alluvionali sono caratterizzati dalla giustapposizione disordinata di termini litologici di varia granulometria, aggregati in lenti allungate nel senso della corrente che le ha generate. Ciò si traduce in una circolazione idrica per falde sovrapposte, con deflusso preferenziale dell'acqua nei litotipi a più alto grado di permeabilità relativa.

Nel fondovalle in esame, le diverse falde possono quasi sempre essere ricondotte ad un unico sistema di circolazione idrica sotterranea, poiché il particolare tipo di deposizione lenticolare lascia moltissime soluzioni di continuità fra depositi permeabili e depositi relativamente meno permeabili, quest'ultimi peraltro presenti in quantità molto scarsa.

Nel complesso, la sequenza deposizionale in esame costituisce un sistema acquifero poroso,

generalmente disomogeneo ed anisotropo, che può essere considerato continuo in quanto caratterizzato da una rete molto fitta di vuoti interconnessi e, di conseguenza, esaminato come un sistema idrogeologico a se stante. Per quanto riguarda le condizioni di alimentazione, la maggior parte delle acque perviene alle falde acquifere presenti nei depositi di fondovalle, dalle infiltrazioni laterali e di fondo del corso d'acqua principale e dei tributari laterali; apporti secondari sono dovuti alle precipitazioni e, localmente, alle infiltrazioni dai corsi d'acqua minori.

Dal punto di vista meteorologico, l'area considerata mostra un clima di tipo endoalpino, il cui uno dei fattori più caratteristici è la relativa scarsità delle precipitazioni, tipico delle porzioni più interne delle Alpi. La catena alpina rappresenta infatti un'efficace barriera climatica tra il versante Nordalpino, più sensibile al trasporto di masse d'aria umida dall'Oceano Atlantico e agli scambi meridiani, e quello Sudalpino, spesso sotto l'influsso del tempo mediterraneo, responsabile, per esempio, di inverni meno freddi. Nel settore, le precipitazioni sono perlopiù legate a grossi sistemi perturbati frontali, mentre dalla tarda primavera e durante l'estate sono di prevalente origine temporalesca.

Figura 4: Carta di inquadramento geologico (Stralcio Cartografia geoambientale R.L.– Scala 1:10.000)

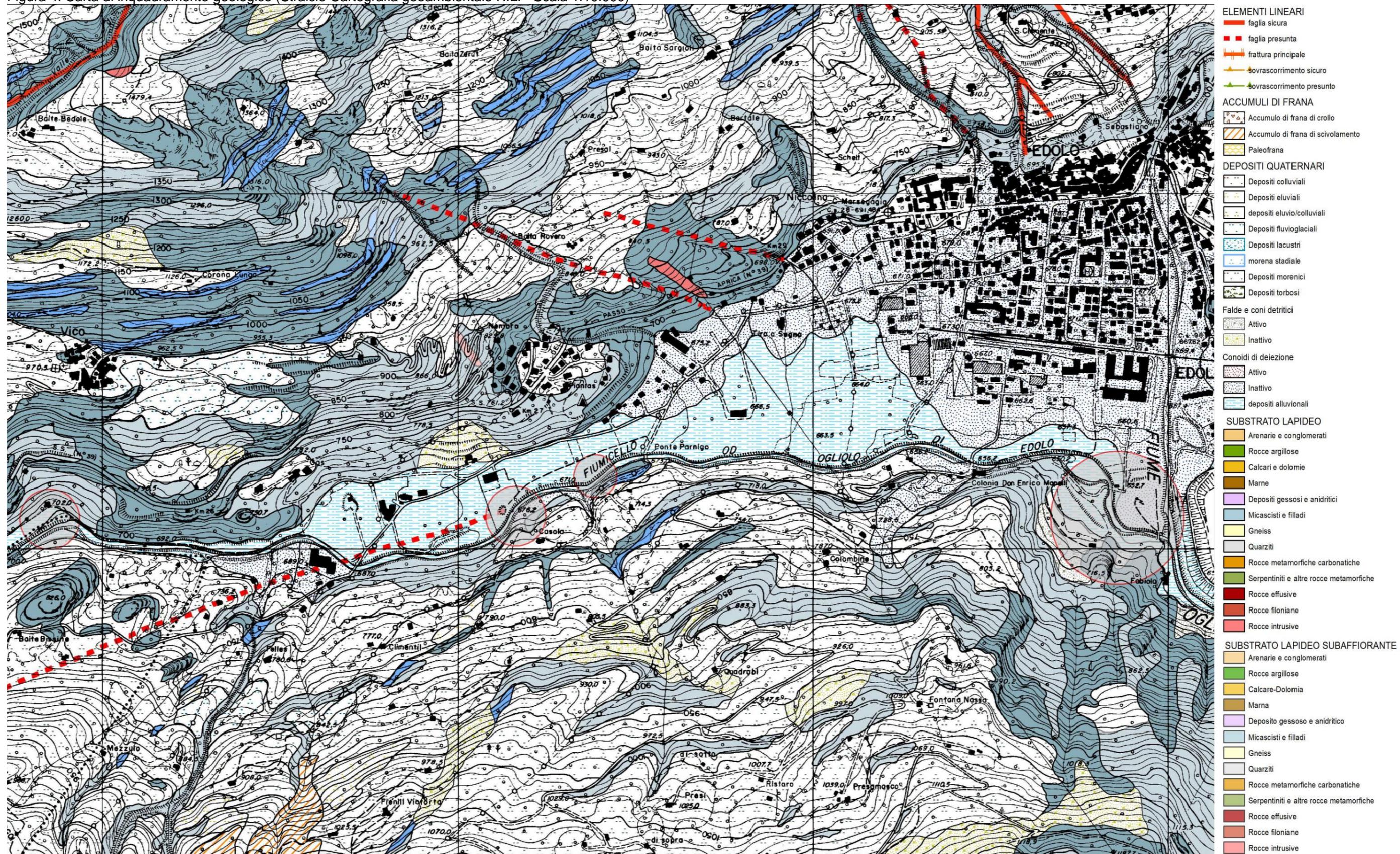
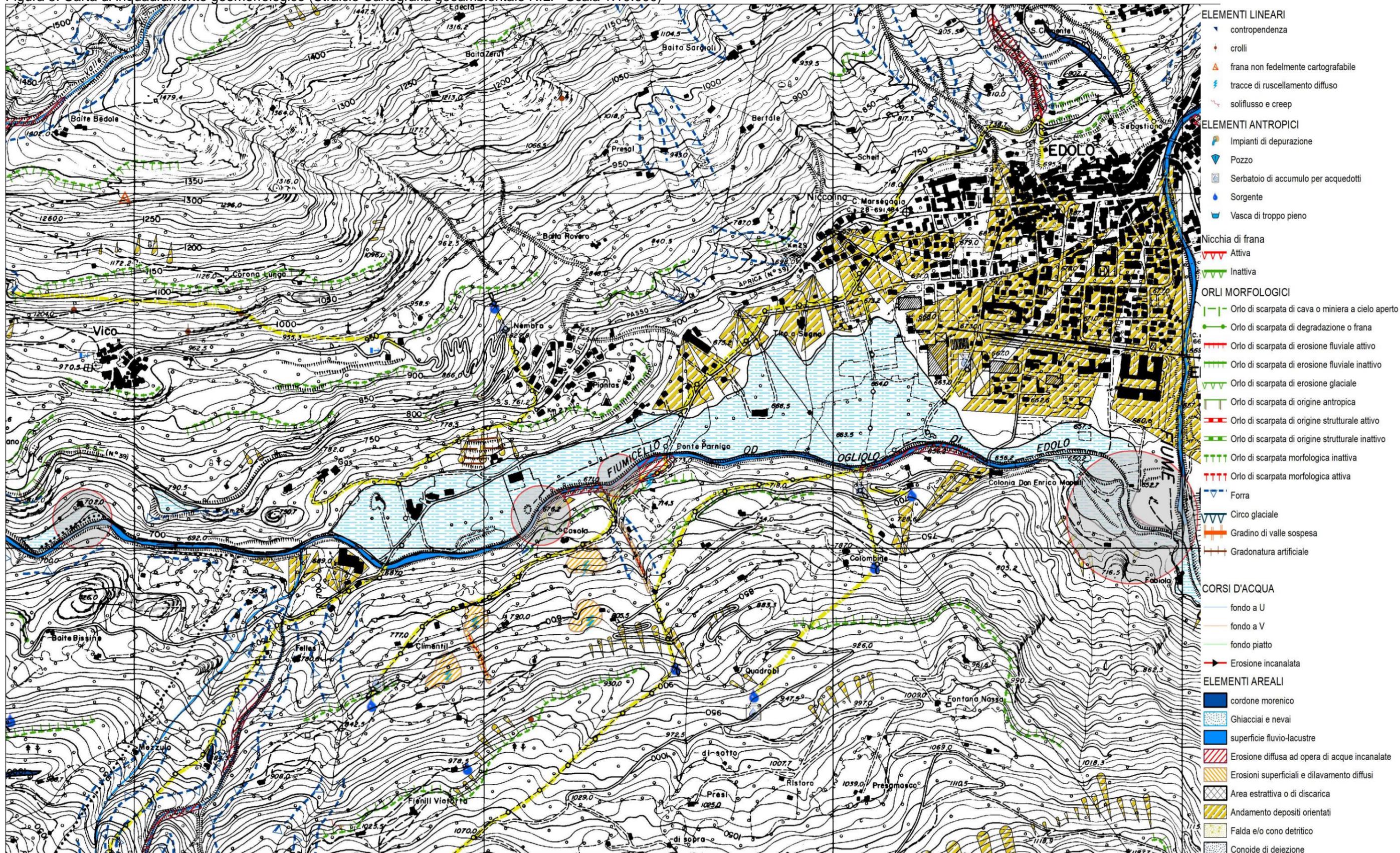


Figura 5: Carta di inquadramento geomorfologico (Stralcio Cartografia geoambientale R.L.– Scala 1:10.000)



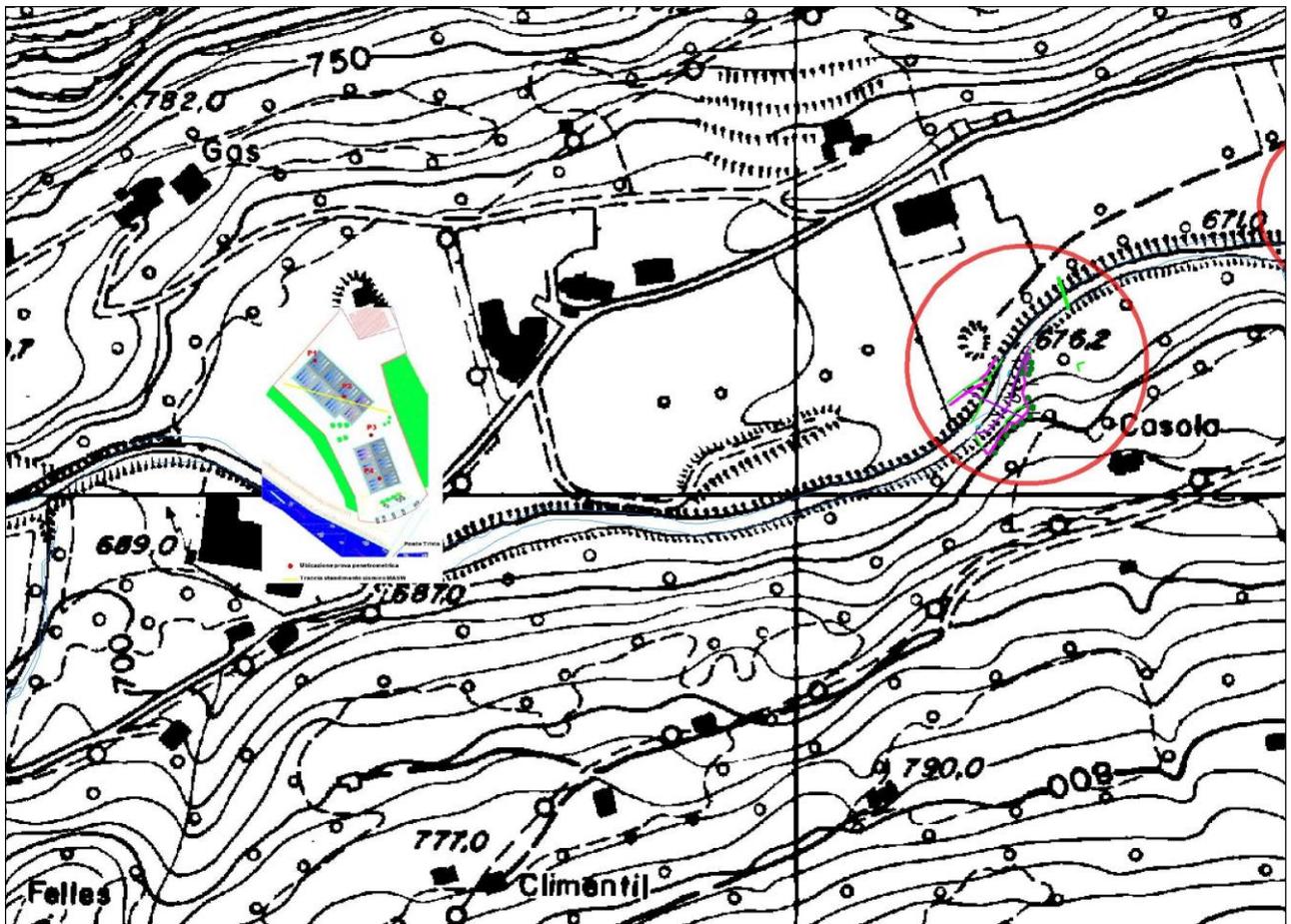
## 4 ANALISI COMPONENTE GEOLOGICA DEL PGT DI EDOLO

L'analisi della componente geologica del PGT del comune di Edolo evidenzia quanto segue:

- Carta di Fattibilità Geologica (cfr. Figura 28): gli interventi in esame ricadono in classe **4** (fattibilità con gravi limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni) sottoclasse **Ee** (aree esondabili con fenomeni di pericolosità elevata). Tra gli altri, in questa classe sono consentiti
  - *gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità;*
  - *gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico;*
  - *Le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;*
  - *La ristrutturazione e la realizzazione di infrastrutture lineari e a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili e relativi impianti, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto esistente validato dall'Autorità competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza dell'esercizio delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti.*
- Carta della Pericolosità Sismica Locale (cfr. Figura 29): l'area ricade in un'area soggetta ad amplificazioni litologiche e geometriche (Z4a (zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvioglaciali granulari e/o coesivi
- Carta PAI/PGRA (cfr. Figura 30): i settori d'intervento rientrano in aree esondabili con fenomeni di pericolosità elevata (Ee) del PAI e in aree interessate da alluvioni frequenti (P3/H) del P.G.R.A. Reticolo Secondario Collinare e Montano.

## 5 INDAGINI GEOGNOSTICHE PREGRESSE

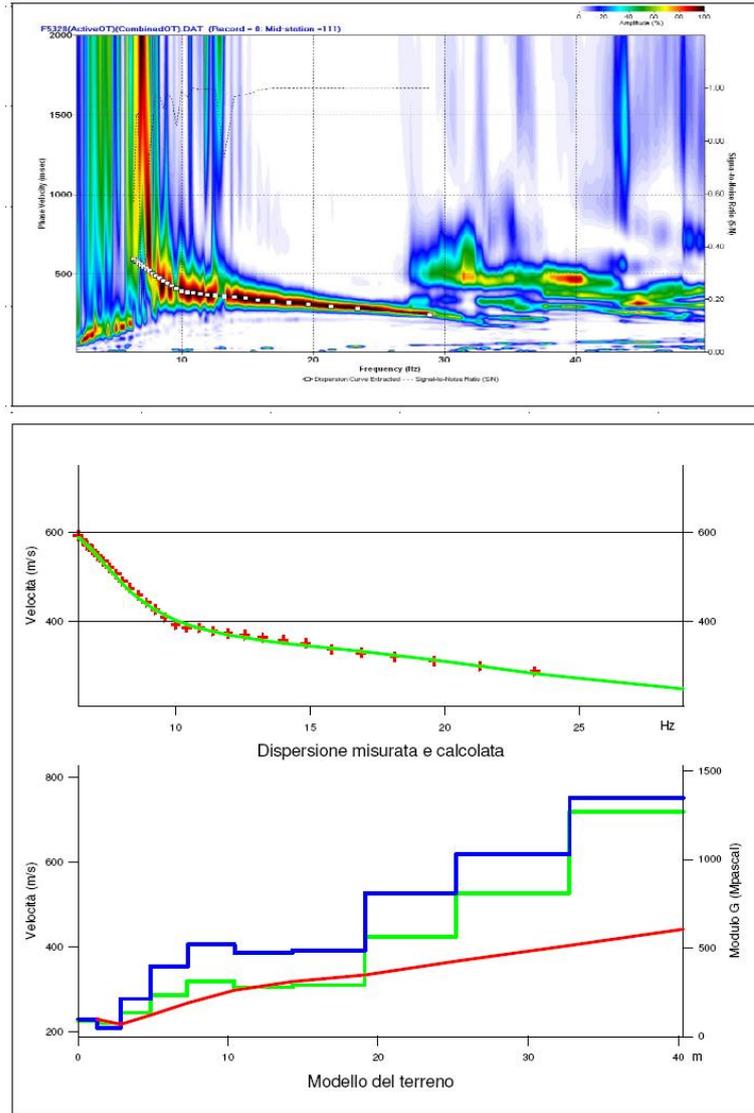
### 5.1 Indagini in località Ponte Trivia



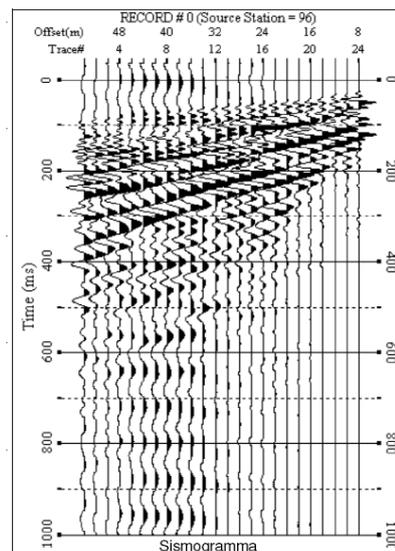
#### 5.1.1 Prove penetrometriche dinamiche

MODELLO GEOLOGICO DA PROVE PENETROMETRICHE							
Profondità da p.f. (cm)	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio	Densità relativa	Peso unità di volume	Peso unità di volume saturo	Modulo di Young	Modulo di Poisson
0 ÷ 160	Terreni superficiali vegetali ed alterati	$\phi = 24^\circ$	40	$\gamma = 1,65$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,75$ t/m <sup>3</sup>	E = 24 Kg/cm <sup>2</sup>	0,35
160 ÷ 320	Depositi alluvionali Mediamente addensati	$\phi = 33^\circ$	62	$\gamma = 1,85$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,95$ t/m <sup>3</sup>	E = 130 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32

### 5.1.1 Indagine sismica MASW



- LEGENDA**
- + Curva di dispersione misurata
  - Curva di dispersione calcolata
  - Velocità sismica delle onde S
  - Modulo di taglio (Mpascal)
  - VsX
- Il valore approssimato del peso di volume per il calcolo del parametro G è dato dalla formula  $D=1.5 + Vs/1000$



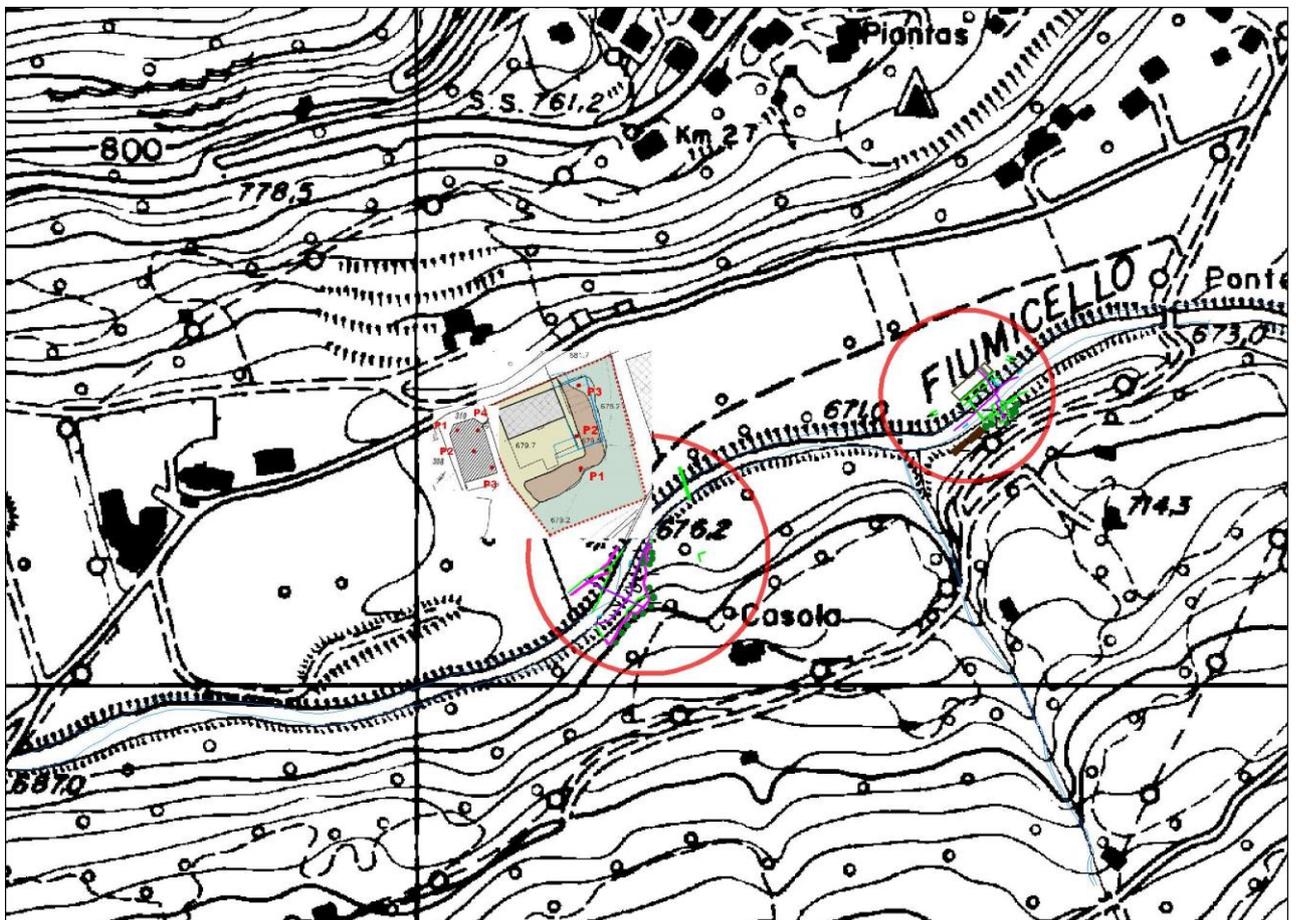
## TABELLA DI CALCOLO

Da Prof.	a Prof.	Vs	H/Vi	VsX	G
0	1.3	229	.0056	229	90
1.3	2.9	209	.0076	217	74
2.9	4.8	276	.0072	238	136
4.8	7.3	354	.007	268	233
7.3	10.4	405	.0076	298	313
10.4	14.3	385	.0101	317	279
14.3	19.1	391	.0124	333	290
19.1	25.2	527	.0115	366	564
25.2	32.8	618	.0122	404	810
32.8	40.3	752	.0101	442	1272

VALORE CALCOLATO VS30 = 391 m/s

<b>PROVA SISMICA VS30</b>	
Edolo (BS) MASW1	
Studio di Geologia Mario Sterli	
MASW	
<b>VELOCITA' DELLE ONDE S</b> <b>PROVA F5328</b>	
All. 1/a	Ottobre 2010
 <small>EEG s.r.l.</small> <small>SCIENTIFICA</small> <small>ELABORAZIONE DATI</small>	

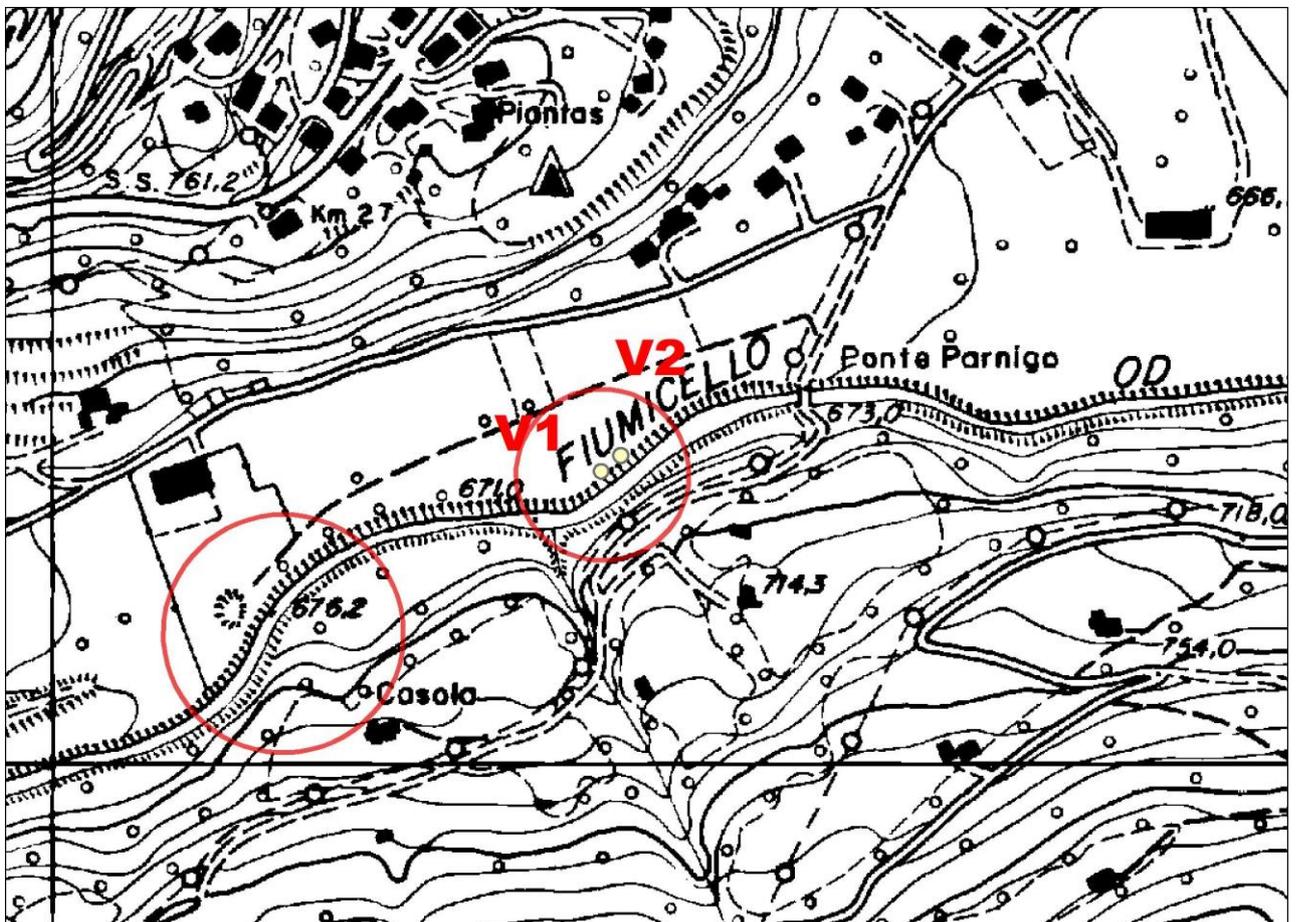
## 5.2 Indagini sui mapp. 310 e 312 del f. 90



### 5.2.1 Prove penetrometriche dinamiche

MODELLO GEOLOGICO DA PROVE PENETROMETRICHE							
Profondità da p.f. (cm)	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio	Densità relativa	Peso unità di volume	Peso unità di volume saturo	Modulo di Young	Modulo di Poisson
0 ÷ 100	Terreni superficiali vegetali ed alterati	$\phi = 24^\circ$	40	$\gamma = 1,65$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,75$ t/m <sup>3</sup>	E = 24 Kg/cm <sup>2</sup>	0,35
100 ÷ 260	Depositi alluvionali addensati	$\phi = 31^\circ$	60	$\gamma = 1,80$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,90$ t/m <sup>3</sup>	E = 76 Kg/cm <sup>2</sup>	0,33
260 ÷ 300	Depositi alluvionali ben addensati	$\phi = 34^\circ$	64	$\gamma = 1,90$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 2,00$ t/m <sup>3</sup>	E = 140 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32

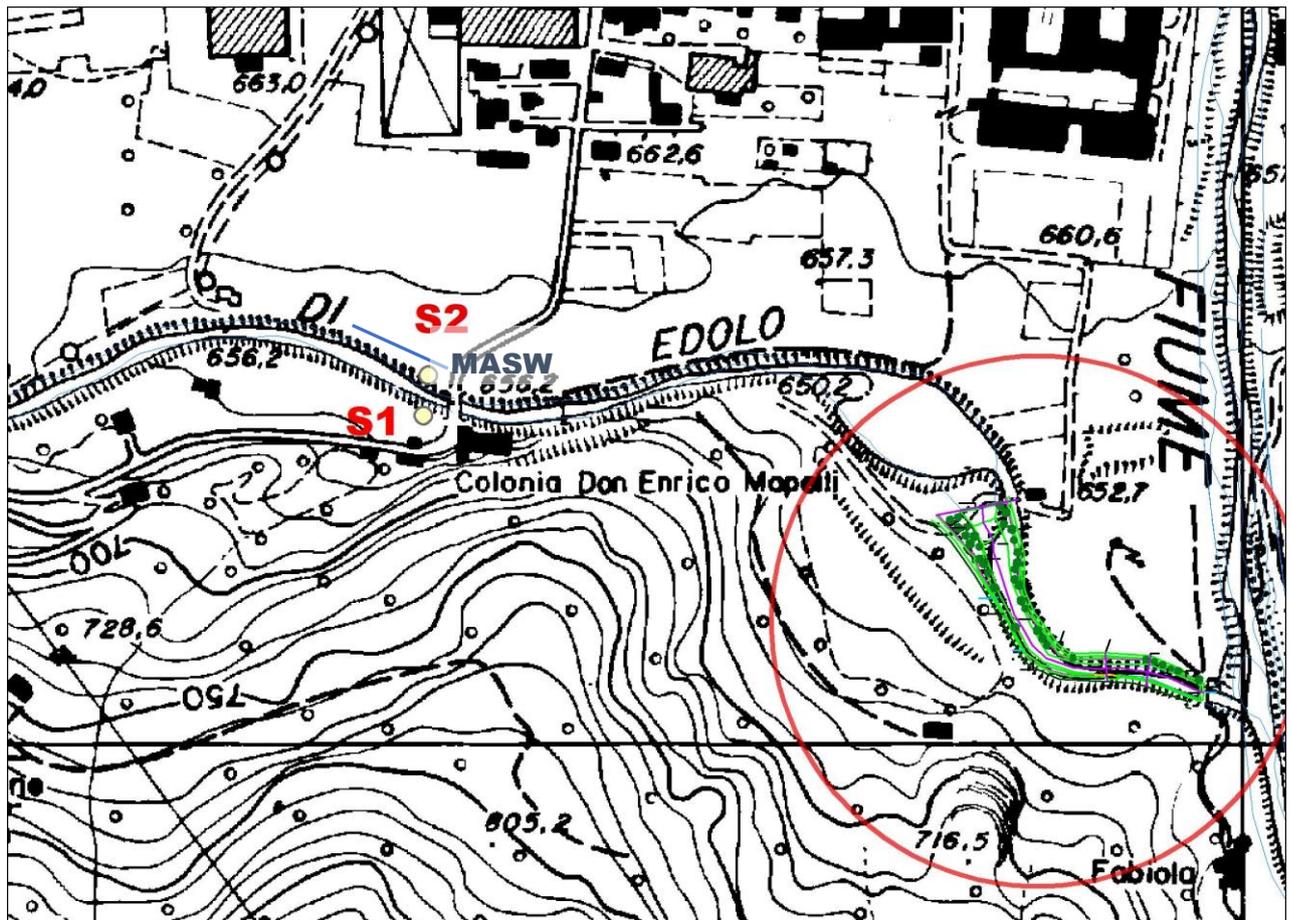
### 5.3 Indagini sul mapp. 469 del f. 91



MODELLO GEOLOGICO DA PROVE PENETROMETRICHE							
Profondità da p.f. (cm)	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio	Densità relativa	Peso unità di volume	Peso unità di volume saturo	Modulo di Young	Modulo di Poisson
0 ÷ 120	Terreni agrario vegetali e superficiali alterati	$\phi = 24^\circ$	32	$\gamma = 1,65$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,75$ t/m <sup>3</sup>	E = 20 Kg/cm <sup>2</sup>	0,36
120 ÷ 220	Depositi alluvionali ben addensati	$\phi = 36^\circ$	68	$\gamma = 1,90$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 2,00$ t/m <sup>3</sup>	E = 160 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32
220 ÷ 300	Depositi alluvionali addensati	$\phi = 32^\circ$	62	$\gamma = 1,85$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,95$ t/m <sup>3</sup>	E = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32
300 ÷ 500	Depositi alluvionali ben addensati	$\phi = 35^\circ$	66	$\gamma = 1,90$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 2,00$ t/m <sup>3</sup>	E = 150 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32
500 ÷ 660	Depositi alluvionali addensati	$\phi = 32^\circ$	62	$\gamma = 1,85$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 1,95$ t/m <sup>3</sup>	E = 120 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32
660 ÷ 820	Depositi alluvionali ben addensati	$\phi = 34^\circ$	64	$\gamma = 1,90$ t/m <sup>3</sup>	$\gamma = 2,00$ t/m <sup>3</sup>	E = 140 Kg/cm <sup>2</sup>	0,32

## 5.4 Indagini in corrispondenza del ponte di via Sora (loc. "Lazzaretto")

### 5.4.1 Carotaggi meccanici

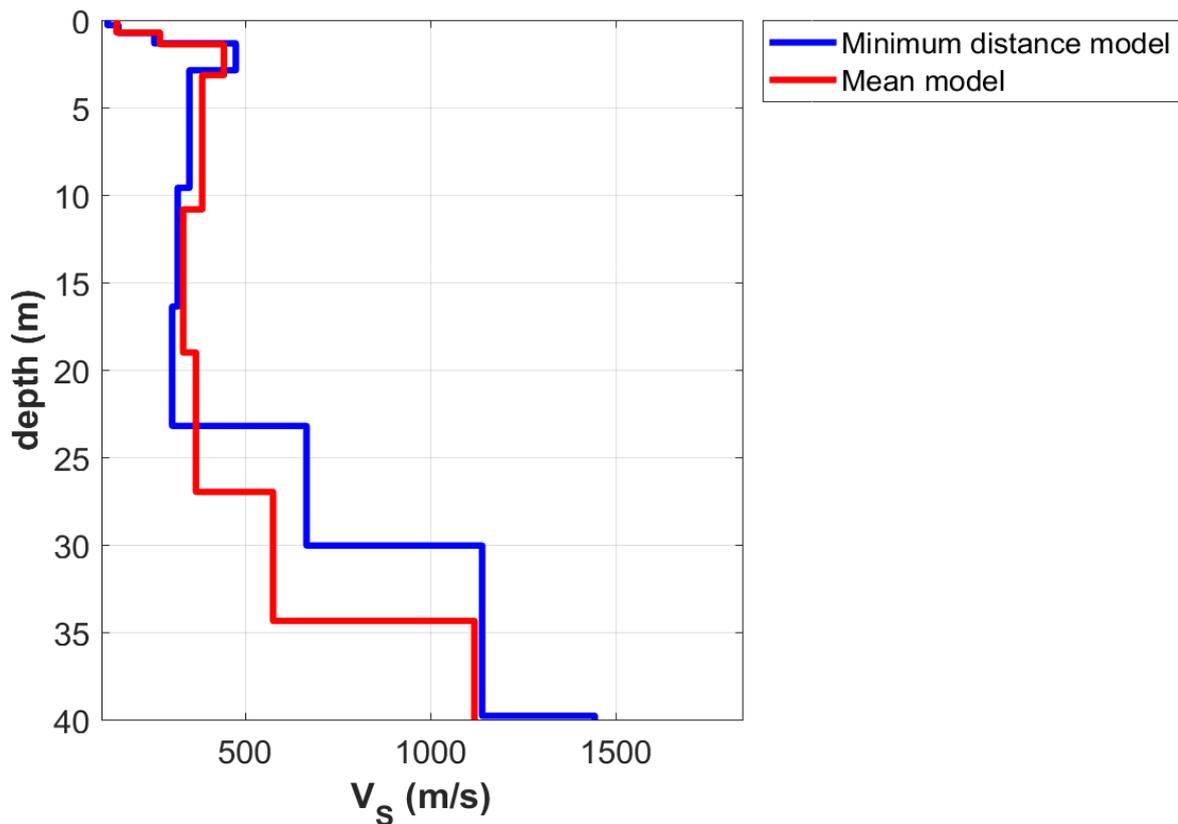


SONDAGGIO S1		
Profondità (m)	Descrizione	Fotografie
0.00 – 0.30	<u>Terreno vegetale</u>	
0.30 – 10.00	<p><u>Depositi alluvionali:</u> ghiaie, ciottoli e rari blocchi con matrice sabbiosa con limo. Presenza di intercalazioni limoso sabbiose debolmente argillose (3.30 – 3.35, 5.00 – 5.10, 6.60 – 6.80, 7.00 – 7.15, 7.70 – 8.00)</p>	
Acqua: -4.70 m dal p.c.		SPT: -5.00 (27-38-21)

SONDAGGIO S2		
Profondità (m)	Descrizione	Fotografie
0.00 – 0.70	<u>Terreno vegetale</u>	
0.70 – 10.00	<p><u>Depositi alluvionali:</u> ghiaie, ciottoli e rari blocchi con matrice sabbiosa con limo. Da 0.70 a 1.60 m la matrice si presenta mediamente alterata. Presenza di intercalazioni limoso sabbioso debolmente argillose (6,80 – 7,00, 8,30 – 8,70)</p>	
Acqua: -4.90 m dal p.c.		SPT: -5.00 (34-70 10 cm)

MODELLO GEOLOGICO SOTTOSUOLO DA PROVE SPT IN FORO							
Profondità da p.f. (cm)	Tipo di terreno	Angolo di resistenza al taglio	Densità relativa	Peso unità di volume	Peso unità di volume saturo	Modulo di Young	Modulo di Poisson
0 - 70	Terreni vegetali superficiali	$\phi = 24^\circ$	30	$\gamma = 1,65 \text{ t/m}^3$	$\gamma = 1,75 \text{ t/m}^3$	$E = 20 \text{ Kg/cm}^2$	0,36
70 - 1000	Depositi alluvionali addensati	$\phi = 33^\circ$	62	$\gamma = 1,75 \text{ t/m}^3$	$\gamma = 1,95 \text{ t/m}^3$	$E = 130 \text{ Kg/cm}^2$	0,32

#### 5.4.2 Indagine sismica MASW



##### Minimum distance model:

$V_s$  (m/s): 119, 101, 125, 326, 393, 482, 720, 810, 1105, 946, 1645, 2302

$V_{s30}$  (m/s): 557

$V_{sE}$  (m/s): **333**

Thickness (m): 0.3, 0.4, 0.6, 2.0, 4.1, 11.2, 14.5, 4.8, 6.8, 4.0, 7.2

##### Mean model:

$V_s$  (m/s): 142, 95, 125, 326, 377, 600, 715, 812, 852, 1180, 1694, 2304

$V_{s30}$  (m/s): 556

$V_{sE}$  (m/s): **322**

Thickness (m): 0.4, 0.5, 0.9, 1.6, 1.6, 2.6, 3.9, 6.7, 7.2, 9.5, 14.9

## 6 AZIONE SISMICA

Il Comune di Edolo con l'OPCM 3274/2003 è stato classificato in zona sismica 4; con il D.G.R. 11 luglio 2014, n. 2129 il territorio comunale è stato declassato in **classe 3 sismica**.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15 – 0,25	0,25
3	0,05 – 0,15	0,15
4	< 0,05	0,05

Tabella: Zone sismiche DGR 2129/2014

La Carta della Pericolosità Sismica Locale della componente geologica del PGT colloca l'area in esame tra gli scenari di pericolosità sismica locale appartenenti alla classe Z4a (Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali), potenzialmente caratterizzati da amplificazione sismica di tipo litologico.

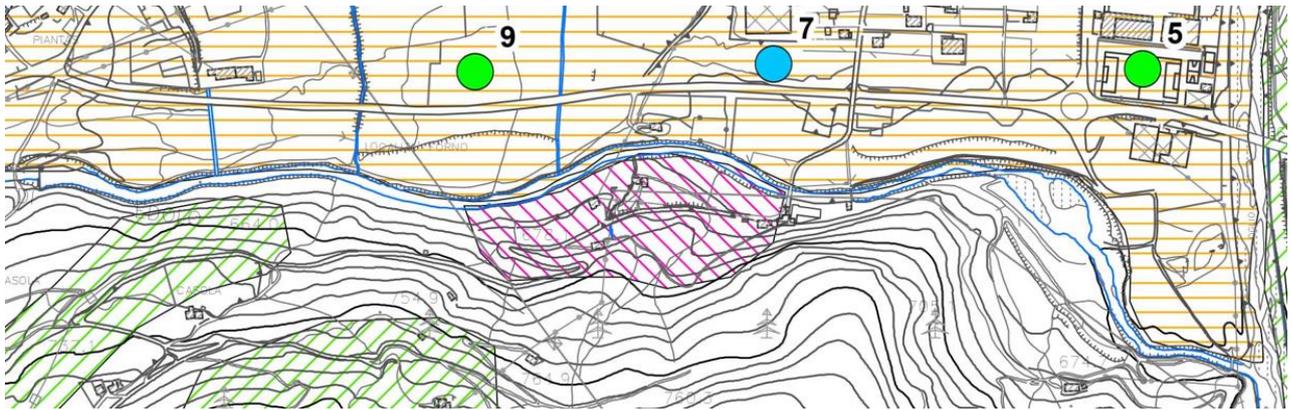
Per quanto attiene ai fattori di amplificazione sismica locale, ai fini della valutazione degli effetti di amplificazione sismica di tipo litologico e topografico, si fa riferimento ai rilievi eseguiti e alle indagini geofisiche MASW realizzate nel recente passato nella piana alluvionale del torrente Ogliolo, nello stesso ambito di scenario di PSL Z4a sia dallo scrivente (cfr. cap. 5), sia per l'aggiornamento della componente sismica per le aree urbanizzate e di futura urbanizzazione del territorio comunale di Edolo (cfr. prospetto sottostante, indagini 5, 7, 9).

### ANALISI SISMICA DI II° LIVELLO Elenco indagini e quadro risultato analisi

INTERVALLO	Valori soglia			
	B	C	D	E
0.1 - 0.5	1.4	1.78	2.10	1.89

#### INDAGINI SISMICHE DI RIFERIMENTO SUL TERRITORIO

N	Località/Via	Data	Tipologia	Vs30	Suolo	Scheda di riferimento	T	Curva	Fa
1	Via Marconi	2010	REMI	375.6	B/C	Limoso Sabbioso - Tipo 2	0.31	<b>3</b>	1.49
2	Via Adamello	2016	MASW	427.0	B/C	Limoso Sabbioso - Tipo 2	0.24	<b>3</b>	1.46
3	Via Roma	1996	Sismica						
4	Via Glere Bassa	2015	Sismica						
5	Campo Sportivo	2016	MASW	386.8	B	Sabbiosa	0.29	<b>3</b>	1.43
6	Ospedale	2009	REMI	5.44.8	B/C	Limoso Sabbioso - Tipo 2	0.20	<b>3</b>	1.41
7	Via Caduti del Lavoro	2010	REMI	484.8	B/C	Limoso Sabbioso - Tipo 2	0.24	<b>3</b>	1.46
8	Caserma	1995	Sismica						
9	Via Caduti del Lavoro		MASW	342.2	C	Sabbiosa	0.30	<b>2</b>	1.69
10	Cimitero	2010	REMI	362.0	B/C	Limoso Sabbioso - Tipo 2	0.29	<b>1</b>	2.31
11	Via G. Treboldi	2000	MASW	403.1	B/C	Limoso-Argillosa TIPO 1	0.20	<b>2</b>	1.81



Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto (D. M. 17 gennaio 2018), il terreno in esame è, quindi, riferibile:

- Per strutture con periodo proprio compreso tra 0.1 e 0.5s, alla categoria di sottosuolo di riferimento **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";
- alla categoria di condizioni topografiche **T1** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

Il sottosuolo è costituito da materiale saturo rappresentato prevalentemente da ghiaia sabbiosa con ciottoli, avente resistenza alla penetrazione dinamica elevata e caratterizzato da fusi granulometrici che portano ragionevolmente a escludere la possibilità del fenomeno di liquefazione.

## 7 ANALISI DEL TORRENTE OGLIOLO E DEI RELATIVI INTERVENTI PREVISTI

Il settore di torrente Ogliolo oggetto di analisi è ubicato allo sbocco della valle di Corteno nella conca di Edolo, nel tratto compreso tra l'opera di presa di quota 710 m slm circa e la confluenza con il fiume Oglio (650 m slm circa).

Dal punto di vista geomorfologico, la valle di Corteno può essere considerata sospesa rispetto al fondovalle del fiume Oglio. Non a caso, a partire dall'abitato di Lombro, il fondo del torrente si incassa progressivamente nel fondo del truogolo glaciale sino a formare una profonda forra che si mantiene tale sino nei pressi dell'opera di presa di quota 710 m slm, smorzandosi poi progressivamente procedendo verso il ponte Trivia. Analogamente, le pendenze del fondo del torrente nel primo tratto sono relativamente acclivi (6% ÷ 7%), attenuandosi progressivamente procedendo dall'opera di presa verso il ponte Trivia. A valle di quest'ultimo, le pendenze medie del fondo sono intorno a 1,5%. In quest'ultimo tratto la geomorfologia è condizionata dall'esteso conoide alluvionale generato dal fiume Oglio allo sbocco nella conca di Edolo, conoide che costringe il torrente Ogliolo a scorrere a ridosso del suo versante destro idrografico, erodendone a tratti il piede. Lo sbarramento dell'asse vallivo da parte del conoide del fiume Oglio ha determinato anche la formazione della relativamente estesa piana alluvionale della località Piantas.

A seguito dell'assetto morfologico descritto, l'attività prevalente del torrente nei settori d'intervento posti a monte è quella erosiva, mentre è quella deposizionale in quelli posti a valle. Variazioni idro-morfologiche a piccola scala possono localmente variare le tendenze sopra descritte; entrambe le attività hanno comunque subito un forte impulso in concomitanza con l'evento alluvionale del 03.10.2020, legato alle piogge straordinarie e agli sbarramenti temporanei conseguenti ai fenomeni franosi che hanno interessato il bacino del torrente Ogliolo di Edolo nel territorio di Corteno Golgi.

Subito a valle della presa di quota 710 m slm, ad esempio, la forte energia del torrente ha determinato numerosi fenomeni erosivi e di scalzamento delle opere esistenti, oggetto di altro intervento di sistemazione. Questo tratto è caratterizzato da una stretta forra impostata nel substrato roccioso metamorfico (Scisti di Edolo). Procedendo verso valle, l'incisione torrentizia si apre progressivamente, mantenendo tuttavia acclività del fondo relativamente sostenute e tendenza all'erosione del corso d'acqua.

E' il caso ad esempio delle erosioni spondali del tratto posto a valle della loc. "Coren Taiat" a quota 700 m slm circa (intervento 9 cfr. Figura 9), al termine del tratto ove in sponda dx il torrente scorre in roccia (cfr. Figura 6). Il tratto interessato dalle erosioni è lungo un'ottantina di metri e necessita di un intervento di protezione al piede; presenta inoltre al ciglio numerose piante al limite della stabilità che è bene tagliare e asportare. Procedendo verso il ponte Trivia il torrente è interessato da altri fenomeni erosivi, uno posto dopo un centinaio di metri consiste nel lieve scalzamento del selciato della scogliera sx (cfr. Figura 10); altri posti più a valle quote 694 m e 688 m slm circa, sono oggetto di altri interventi di sistemazione.



*Figura 6: Ultimo tratto in cui in sponda dx il torrente scorre a ridosso del substrato roccioso*



*Figura 7: Fenomeno erosivo di quota 700 m visto da monte*



*Figura 8: Fenomeno erosivo di quota 700 m visto da valle*

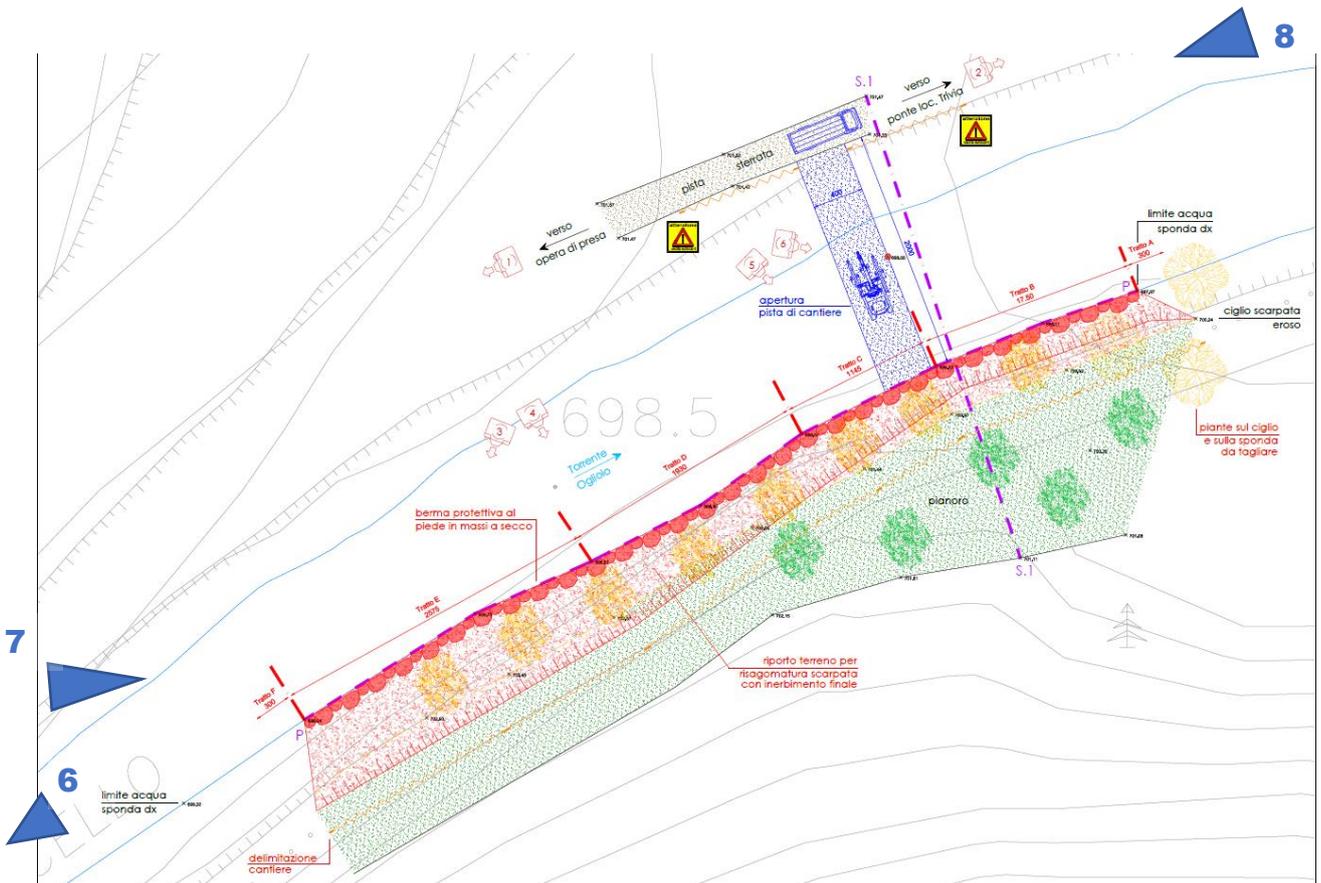


Figura 9: Stralcio planimetria di progetto intervento 9 con viste fotografiche

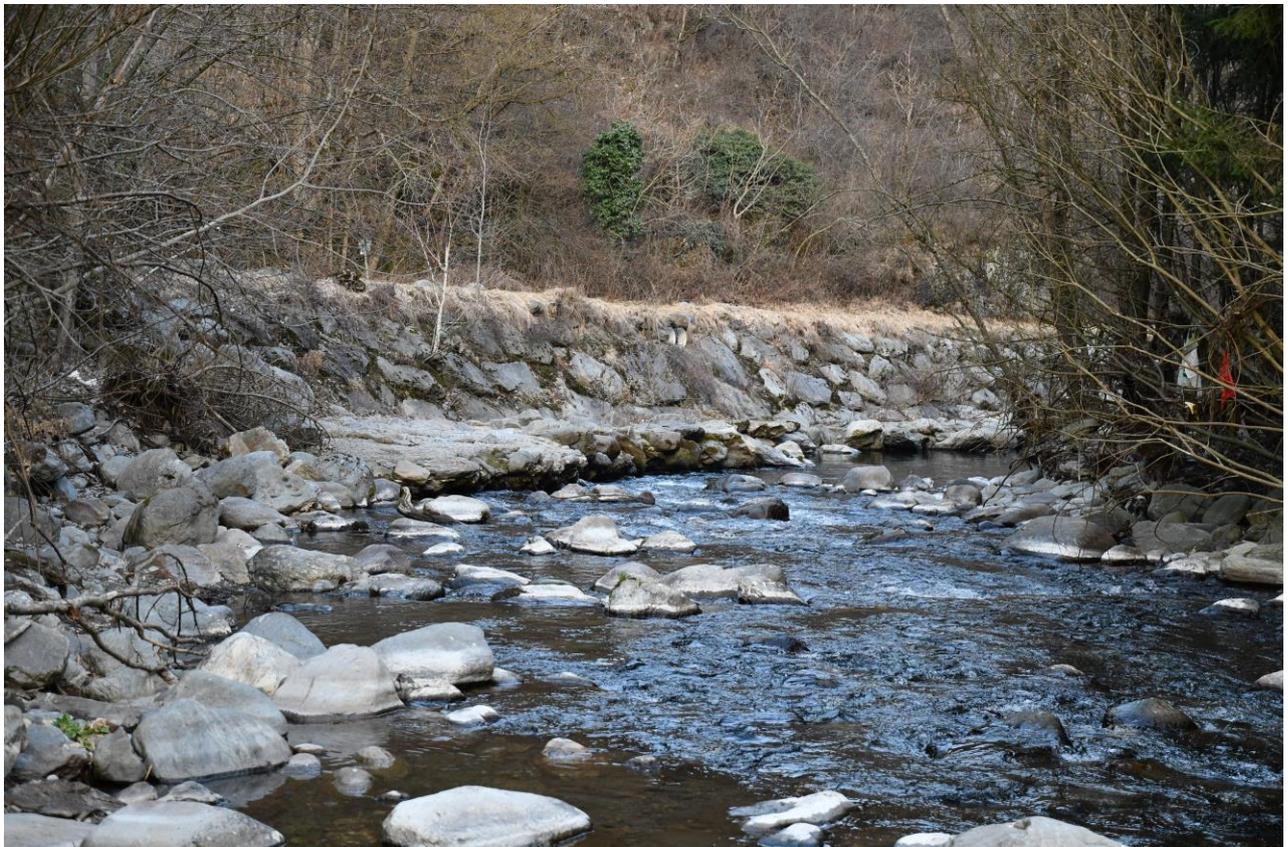


Figura 10: Selciato in sx idrografica potenzialmente soggetto a fenomeni di scalzamento

L'asta torrentizia del torrente Ogliolo in corrispondenza dell'area artigianale di Edolo è stato oggetto di recenti interventi di regimazione idraulica dell'alveo, per i quali è stata calcolata una portata di massima piena variabile all'incirca tra 283 e 660 mc/sec a seconda della metodologia di calcolo utilizzata.

METODO DI CALCOLO	PORTATA CRITICA (mc/sec) per Tr=100
Giandotti	427,08
Formula di Forti	605
Formula di Kresnik-Valentini	283,18
Formula di Iskowski	485
Formula di Scimeni	660
"Afflussi-deflussi" (Piano di riassetto idrogeologico dei sub-bacini del Fiume Ogliolo)	500
Elaborazione dei dati pluviometrici della stazione del Lago d'Arno	450



Figura 11: Alveo del torrente Ogliolo di Edolo a valle del Ponte Parnigò

Essendo state definite utilizzando un valore cautelativo di portata critica di 600 mc/sec; dal ponte Trivia sino al termine dell'area artigianale le sezioni idrauliche del torrente hanno sezioni di deflusso relativamente ampie, attualmente caratterizzate da estese aree di deposito più o meno colonizzate dalla vegetazione (cfr. Figura 11). Non mancano tuttavia settori in erosione, talvolta di vaste dimensioni, concentrati in corrispondenza della sponda destra idrografica del torrente; come già ricordato, tali fenomeni sono da collegare alla presenza di un sistema di conoidi coalescenti in

sinistra idrografica, i quali costringono il torrente a scorrere a ridosso del versante opposto. E' il caso ad esempio del settore adiacente al canale di scarico dell'impianto idroelettrico del comune di Edolo, ove il torrente compie un'ampia curva sinistrorsa a ridosso del versante dx (intervento 6 cfr. Figura 12, Figura 13, Figura 14), con accumuli di materiale litoide sul lato sx del letto del torrente ed ampie erosioni sulla sponda opposta. L'erosione prodotta su queste pendice ha nel corso del tempo messo a nudo un'ampia scarpata rocciosa, costituita da un substrato metamorfico ampiamente alterato; i fenomeni di dissesto si sono riattivati a seguito dell'evento alluvionale dell'autunno 2020. La presenza del substrato roccioso tende a contrastare la regressione dei fenomeni erosivi verso l'alto; è comunque necessaria la messa in opera di un'adeguata opera di protezione al fine di tamponare e impedire l'avanzata dei fenomeni erosivi al piede (al termine del tratto in roccia, la sponda è costituita da materiale sciolto molto più facilmente erodibile) e diminuire l'acclività della nicchia erosiva sovrastante, (può essere ulteriormente protetta con la posa di reti aventi funzione antierosiva). Nei pressi del suo ciglio, è opportuno eliminare anche le piante instabili presenti

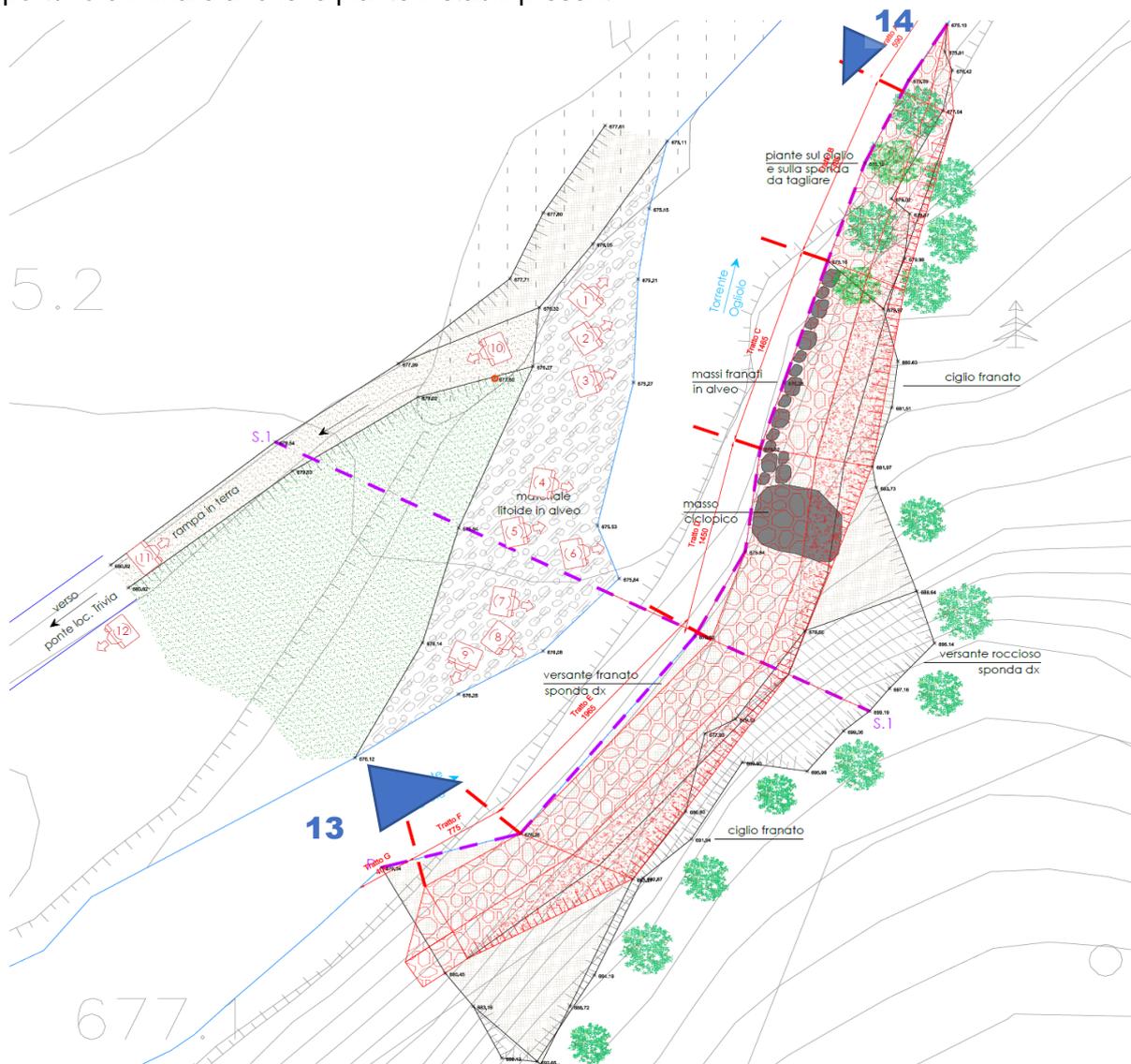
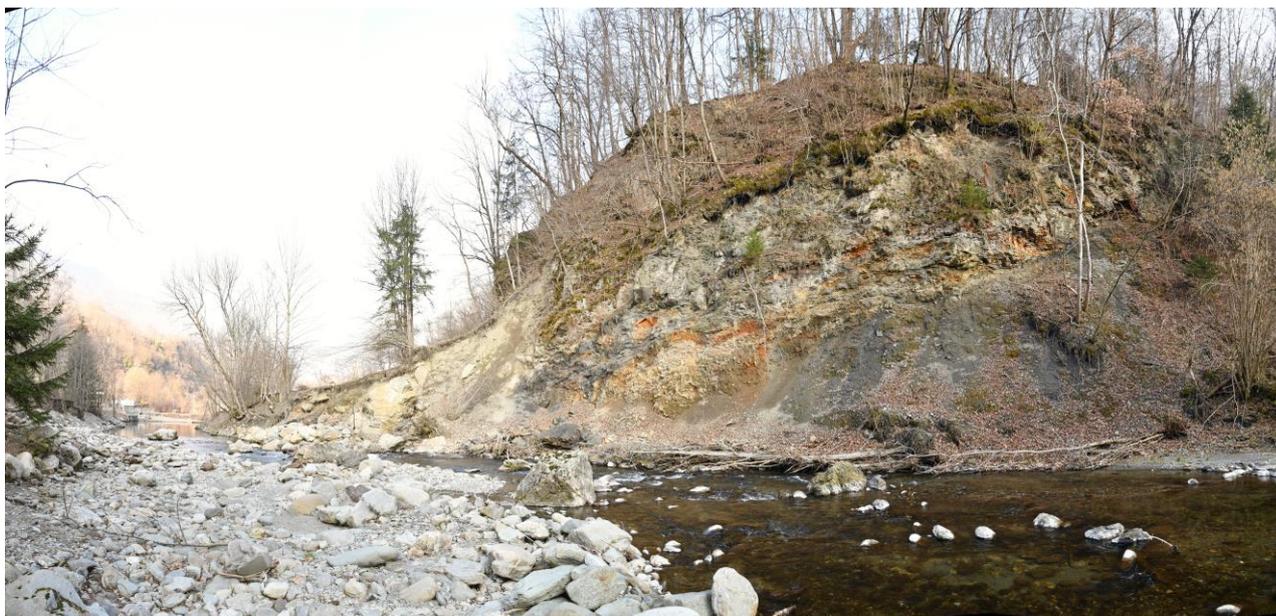
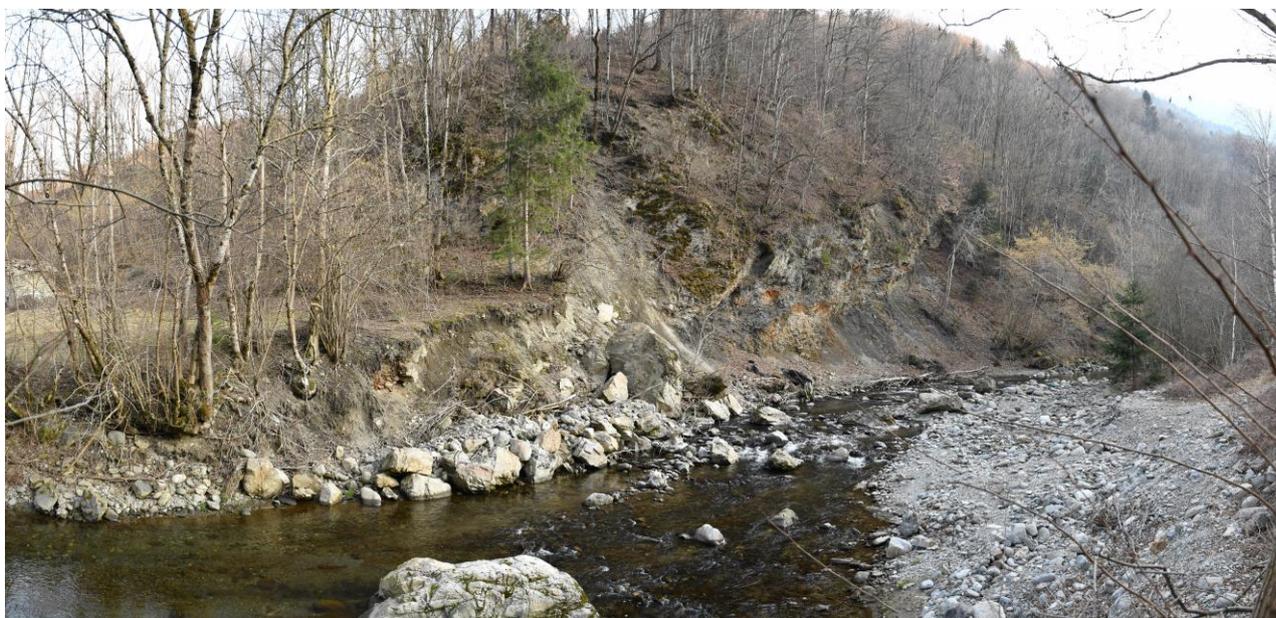


Figura 12: Stralcio planimetria di progetto intervento 6 con viste fotografiche



*Figura 13: Settore in dissesto visto da monte*



*Figura 14: Settore in dissesto visto da valle*

Oltrepassati i manufatti dell'impianto idroelettrico del comune di Edolo, le sezioni dell'alveo si riducono sensibilmente sino nei pressi del ponte Parnigò, con presenza di fenomeni erosivi sia contenuti, come il leggero scalzamento del selciatoone presente in sx idrografica poco a monte del ponte, sia estesi. Questi si rilevano intorno a 670 m slm di quota (intervento 5, cfr. Figura 18), ove è presente un settore che presenta molte analogie con quello appena descritto, con la sponda destra del torrente costituita da una pendice acclive soggetta a fenomeni erosivi in passato già oggetto di interventi di consolidamento tramite la messa in opera di grate vive. (cfr. Figura 15). Questo settore consolidato è ampiamente colonizzato dalla vegetazione arbustiva e arborea e non presenta fenomeni di rilievo; la quota di fondo dell'alveo in questo tratto è fissata da una soglia leggermente lesionata (in particolare è mancante di un concio della copertina in pietrame

che potrebbe essere quello che si nota nell'alveo una cinquantina di metri a valle del ponte Parnigò). Immediatamente a valle della soglia vi è invece la presenza di una nicchia di erosione con accumuli detritici al piede che ha subito una decisa riattivazione con gli eventi dell'autunno 2020 (cfr. Figura 16). Anche in questo caso la presenza del substrato roccioso tende a contrastare la regressione dei fenomeni erosivi verso l'alto, ma è comunque opportuno eliminare le piante instabili presenti nei pressi del ciglio della nicchia e proteggere quest'ultima con la posa di reti antierosive ancorate al substrato. Al piede dovrà essere eliminato il materiale litoide accumulato e dovrà essere realizzata un'adeguata opera di protezione spondale.



*Figura 15: Soglia di fondo e manufatti idraulici presenti in sponda sx*



*Figura 16: Fenomeno erosivo e pendice consolidata con grate vive, inframezzate dalla soglia di fondo*



Figura 17: Pendice consolidata, soglia e nicchia di erosione viste da monte

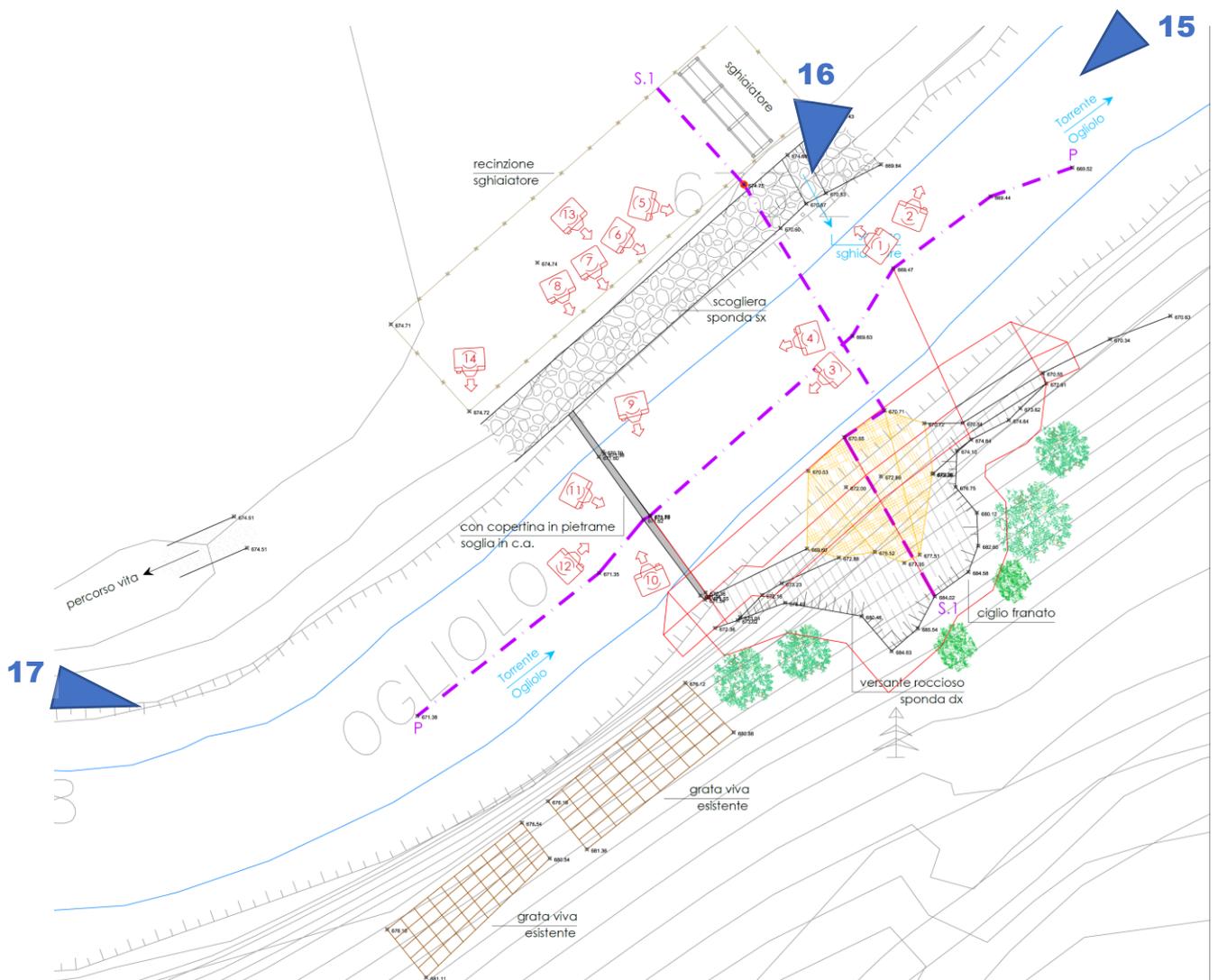


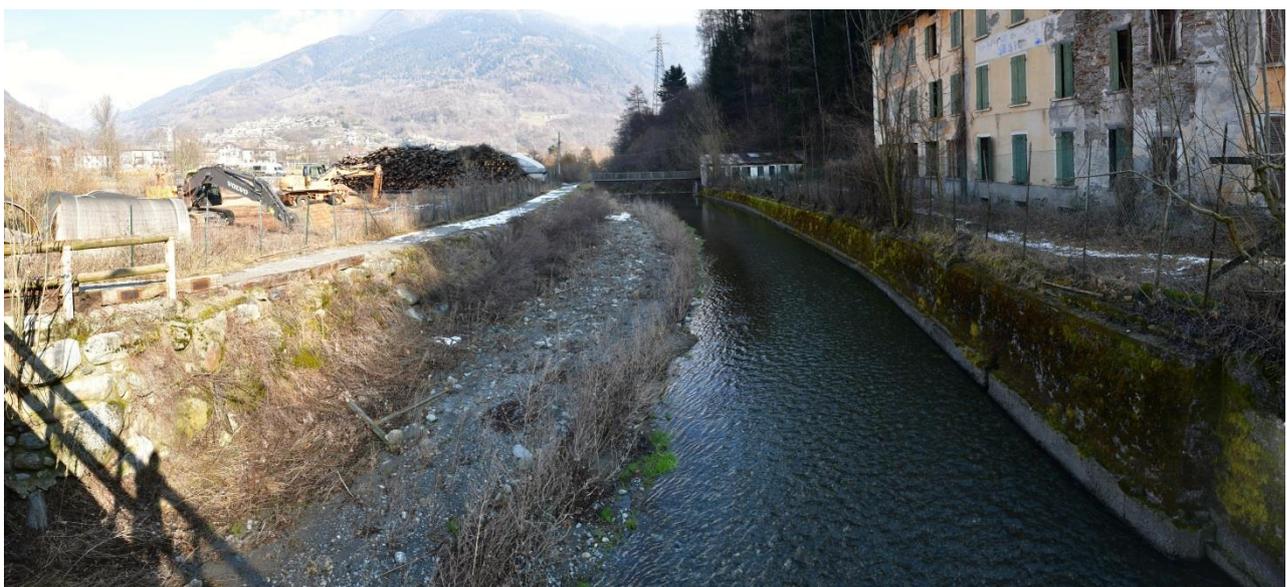
Figura 18: Stralcio planimetria di progetto intervento 5 con viste fotografiche

A valle del ponte Parnigò, la morfologia e le basse pendenze del fondo dell'alveo determinano una prevalente attività deposizionale del torrente Ogliolo. Questo tratto è caratterizzato dallo scarico in alveo dei collettori dei torrenti Valle del Deruto, Rio Scofano, Valle dei Seriola e Valle di Dosso Mezzano. Il successivo ponte di via Sora è stato fortemente danneggiato dalla corrente di piena conseguente all'evento alluvionale del 03.10.2020 ed è attualmente oggetto di un progetto di ricostruzione e di adeguamento della sezione idraulica.

Il settore del ponte è caratterizzato dalla presenza di una soglia, posta circa 70 m più a valle, la quale determina la livelletta di fondo del corso d'acqua ed ha provocato nel corso degli anni significativi accumuli di materiale litoide e vegetale in alveo.



*Figura 19: Settore a monte del ponte lesionato di via Sora (loc. "Lazzaretto")*



*Figura 20: Settore a valle del ponte lesionato con la soglia che determina la livelletta di fondo del torrente Ogliolo*

A valle della soglia l'alveo è caratterizzato da sezioni relativamente ristrette; dopo poco più di 200 m viceversa, all'incirca in corrispondenza dello scarico del collettore della Valle dei Bezzi in alveo quest'ultimo si amplia drasticamente in conseguenza di passate attività estrattive. Complice anche la presenza di una soglia (cfr. Figura 21), questo settore rappresenta un'area di deposito prediletta per i materiali trasportati dalla corrente idrica, prevalentemente litoidi, ma anche vegetali.



*Figura 21: Soglia di fondo nei pressi del termine del termine ampliato da passate attività antropiche*



*Figura 22: Soglia lesionata e accumuli litoidi e vegetali a valle*

*La soglia risulta lesionata, con distacco di un concio della copertina in pietrame che si riscontra una decina di metri una decina di metri più in basso (cfr. Figura 22); a valle di essa i depositi litoidi e vegetali in alveo si estendono per qualche decina di metri, oltre i quali le sezioni dell'alveo si restringono sensibilmente. Tale aspetto, unitamente alla*

presenza di difese spondali costituite per lo più da scogliere in grossi massi disposti a secco e alla rinfusa (cfr. Figura 23), determinano la ripresa delle attività erosive (intervento 1 cfr.

Figura 27) che si osservano lungo le sponde del tratto di torrente che conduce alla confluenza con il fiume Oglio (cfr. Figura 24), riattivate in seguito all'evento dell'autunno 2020 e che è opportuno contrastare.

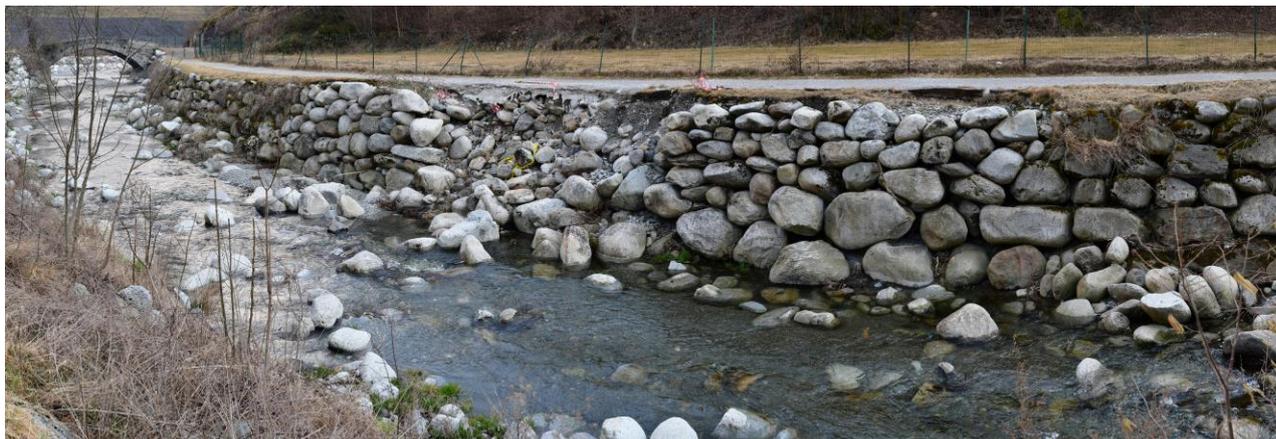
Il fenomeno più evidente è posto in dx idrografica, poche decine di metri a monte della confluenza, ove si riscontra il crollo di un tratto di scogliera in massi ciclopici (cfr. Figura 25). Poco più a valle, la sponda sx risulta erosa e "scavernata" (cfr. Figura 26),



Figura 23: particolare delle difese spondali del tratto terminale del torrente Ogliolo



Figura 24: Confluenza del torrente Ogliolo nel fiume Oglio



*Figura 25: Tratto di scogliera a secco scarsamente intasata e parzialmente crollata*



*Figura 26: Scogliera crollata in sponda dx e "scavernata" in sponda sx*

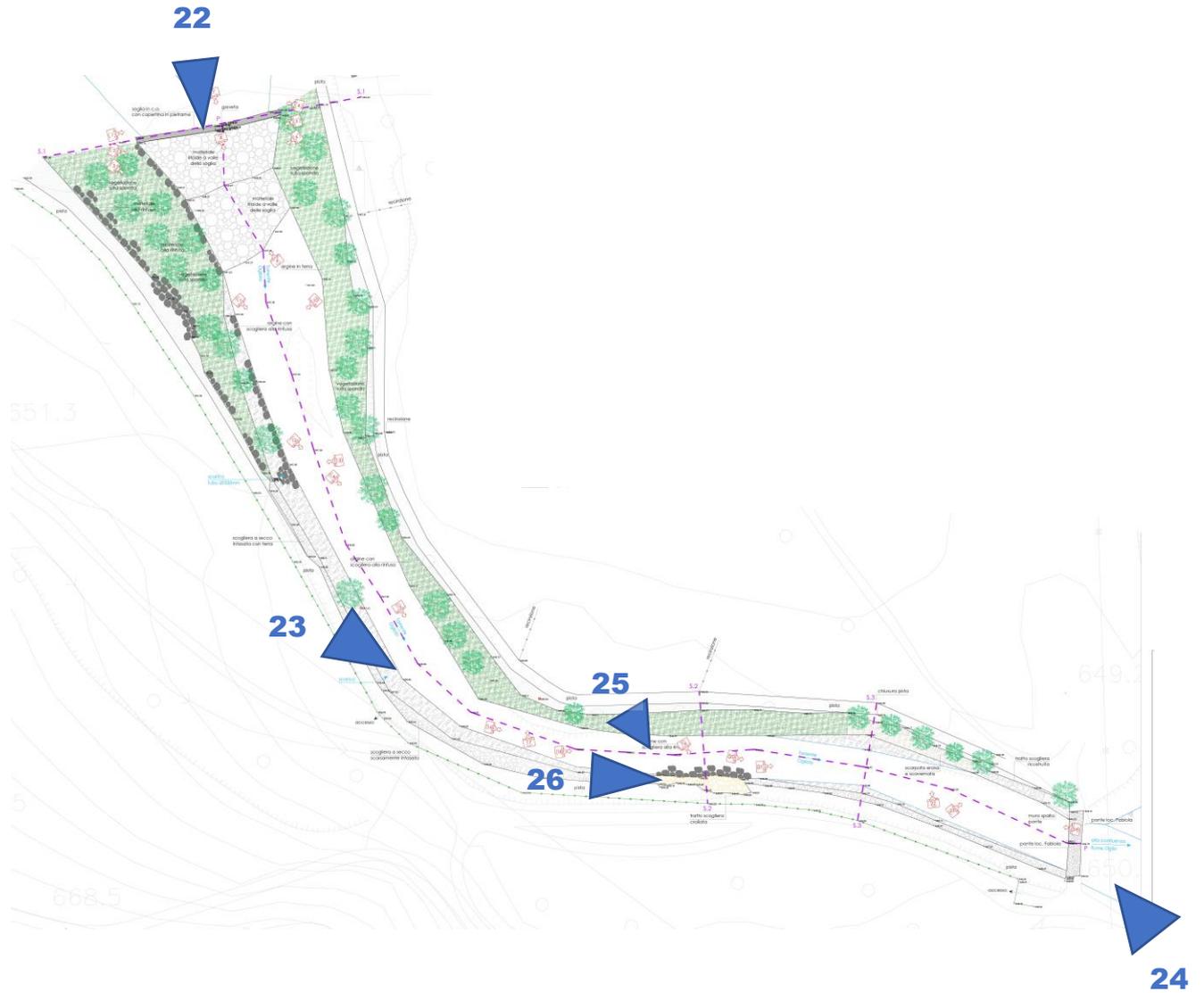


Figura 27: Stralcio planimetria di progetto intervento 1 con viste fotografiche

## 8 CONCLUSIONI

La Presente indagine geologica ha riguardato il progetto “*di rifacimento tratti di arginatura del torrente Ogliolo mediante la formazione di nuove scogliere in massi ciclopici e ripristino delle adiacenze per l’accesso all’alveo*”. Il settore analizzato è quello compreso tra l’opera di presa di quota 710 m slm circa e la confluenza con il fiume Oglio (650 m slm circa).

L’assetto morfologico dell’asta torrentizia dell’Ogliolo di Corteno tende a determinare un’attività prevalentemente erosiva del corso d’acqua nei settori analizzati posti a monte, e prevalentemente deposizionale in quelli posti a valle, anche se variazioni idro-morfologiche a piccola scala tendono localmente a variare i trend succitati; entrambe queste attività hanno comunque subito un forte impulso in concomitanza con l’evento alluvionale del 03.10.2020, legato alle piogge straordinarie e agli sbarramenti temporanei conseguenti ai fenomeni franosi che hanno interessato il bacino del torrente Ogliolo di Edolo nel territorio di Corteno Golgi.

Nell’indagine si è proceduto all’analisi storico-bibliografica degli studi e delle indagini idrogeologiche disponibili, all’inquadramento geologico generale e sismico del settore e alla sintesi riassuntiva delle indagini geognostiche effettuate a ridosso dell’alveo; dopo aver effettuato il rilievo di dettaglio dell’area oggetto d’indagine, sono stati infine sintetizzati i dati raccolti ed evidenziati gli aspetti salienti dei settori ove si è ritenuto prioritario intervenire per ripristinare condizioni idonee all’assetto idrogeologico del corso d’acqua e ricostituire adeguate opere di protezione spondale.

Edolo, MARZO 2023

Dott. Geol Mario Sterli



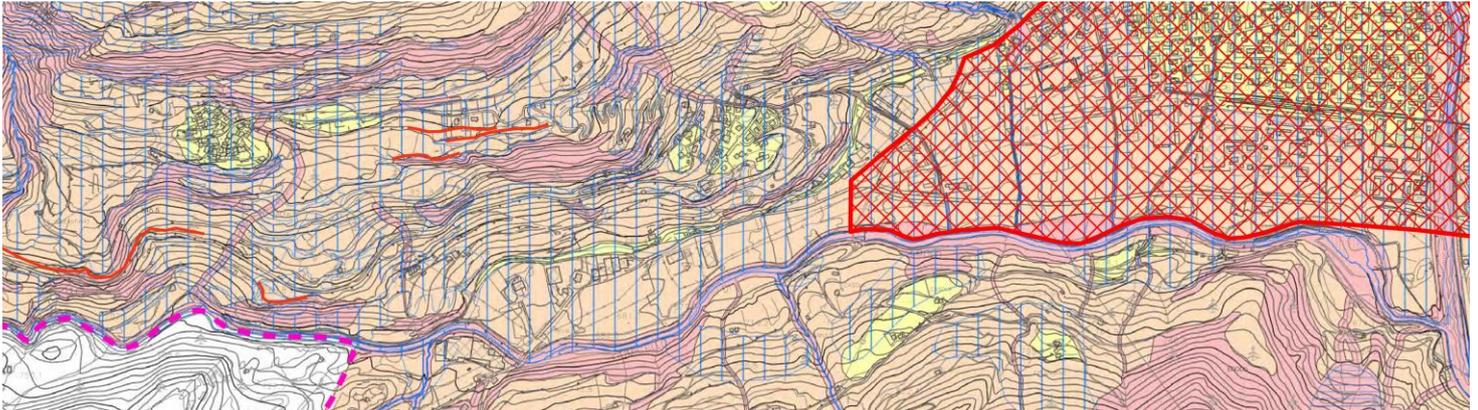
## 9 APPENDICI

### 9.1 Analisi PGT di Edolo

### 9.2 Report indagini penetrometriche dinamiche

### 9.1 Analisi PGT di Edolo

Figura 28: Stralcio Carta della Fattibilità Geologica e delle azioni di piano



**CLASSE DI FATTIBILITA' 2**  
(Comprendente aree con modeste limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni) **2**

In questa classe ricadono le aree nelle quali sono state rilevate puntuali o ridotte condizioni limitative alla destinazione d'uso dei terreni, per superare le quali si rende necessario realizzare approfondimenti di carattere geologico - tecnico o idrogeologico, finalizzati alla realizzazione di eventuali opere di bonifica.  
Per l'uso di tali aree, si dovrà tenere in particolare considerazione quanto contenuto nel D.M. 11/03/1988 e relative norme tecniche di attuazione (norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione).

**CLASSE DI FATTIBILITA' 3**  
(Comprendente aree con consistenti limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni) **3**

In questa classe ricadono le aree con consistenti limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni.  
L'utilizzo di tali aree sarà pertanto subordinato alla realizzazione di supplementi di indagine per acquisire maggiore conoscenza geologico - tecnica e/o idrogeologica dell'area e del suo intorno. Tali indagini dovranno valutare l'entità dell'intervento sostenibile nonché le opere di bonifica e di difesa.  
Per l'utilizzo di tali aree oltre a quanto appena riportato, si dovrà fare riferimento al D.M. 11/03/1988 e relative norme tecniche.  
Le sottoclassi relative alla classe 3 sono riportate nello schema a fianco.

SOTTOCLASSI		
	Descrizione	Articolo norme tecniche
3 Cn	Comprende aree di conoidi non recentemente riattivatesi	Art. 3.1
3 Em	Comprende le aree esondabili con fenomeni di pericolosità media o moderata	Art. 3.2

**CLASSE DI FATTIBILITA' 4**  
(Comprendente aree con gravi limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni) **4**

In questa classe ricadono le aree in cui l'alto rischio comporta gravi limitazioni alla destinazione d'uso dei terreni. Dovrà essere esclusa qualsiasi nuova edificazione se non tenuta al consolidamento o alla sistemazione idrogeologica dei siti. Per gli edifici esistenti sono ammessi interventi così come definito dall'art. 31, lettera a,b,c, della L. 457/1978.  
Norme specifiche d'uso del suolo sono riportate per ogni sottoclasse nelle norme tecniche.  
Le sottoclassi relative alla classe 4 sono riportate nello schema sottostante.

	VALUTAZIONE ASPETTI SISMICI LOCALI		
	I° LIVELLO	II° LIVELLO	III° LIVELLO
	PSL	Valutazione Fa	Analisi
	Z1		Approfondimenti con analisi degli effetti di instabilità
	Z3	Cortenedolo: vedi paragrafo 5.2 allegato alla relazione illustrativa <Fa (R.L.)	Approfondimenti con analisi degli effetti di amplificazione morfologica
	Z4	>Fa (R.L.)	Approfondimenti con analisi degli effetti di amplificazione litologica
SVILUPPO	Intero territorio comunale	Ambito urbanizzato di Edolo e Cortenedolo	Analisi da eseguire in fase progettuale
REDATTO	COGEO snc	Geo.Te.C.	

TIPOLOGIA DI FENOMENO E/O PROBLEMATICHE GEOLOGICHE	
a	Fenomeni di esondazione dei corsi d'acqua con prevalente portata liquida
ac	Fenomeni di esondazione su conoidi con portata liquida prevalente
v	Problematiche connesse alla reale o potenziale instabilità del versante in terreno e crolli in roccia
g	Problematiche geotecniche ed idrogeologiche; terreni scadenti, insufficiente regimazione delle acque superficiali e fenomeni di ristagno idrico
rm	Delimitazione del reticolo idrico minore

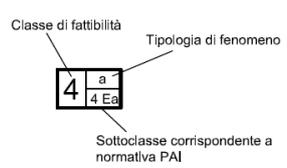
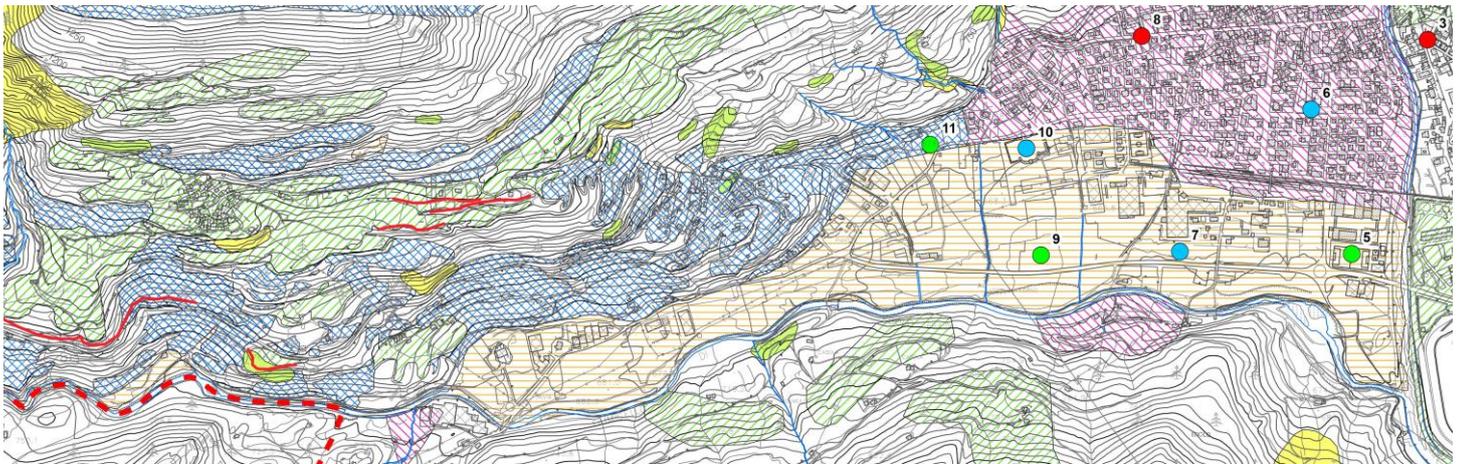


Figura 29: Stralcio Carta della Pericolosità Sismica Locale



**CLASSI SISMICHE**

**EFFETTI**

	Z1a	Zona caratterizzata da movimenti franosi attivi	<b>INSTABILITÀ</b>
	Z1b	Zona caratterizzata da movimenti franosi quiescenti	
	Z1c	Zona potenziale franosa o esposta a rischio di frana	

	Z3a	Zona di ciglio H>10 m (scarpata con parete subverticale, bordo di cava, nicchia di distacco, orlo di terrazzo fluviale)	<b>AMPLIFICAZIONI TOPOGRAFICHE</b>
	Z3b	Zona di cresta rocciosa e/o cocuzzolo: appuntite - arrotondate	

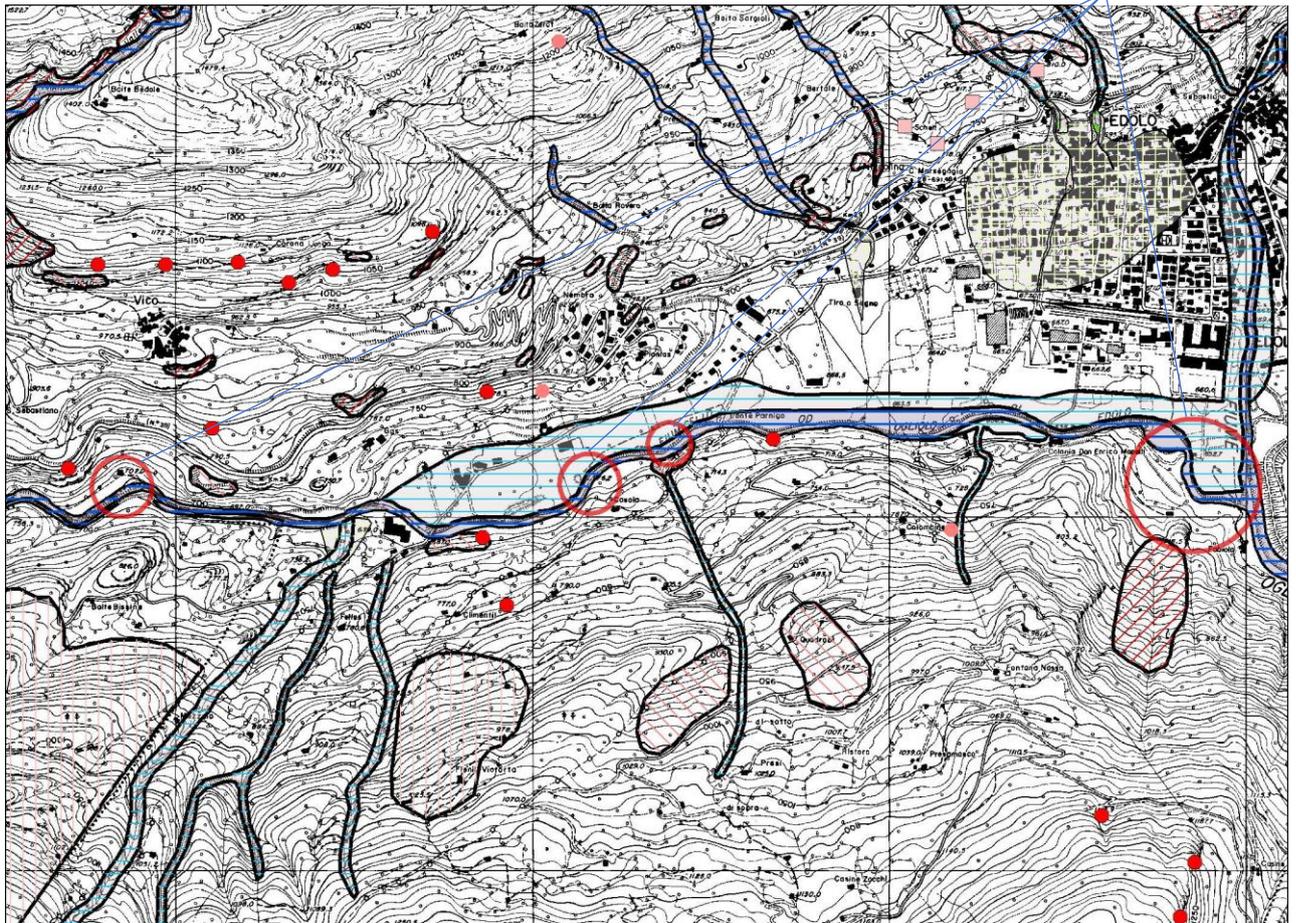
	Z4a	Zona di fondovalle con presenza di depositi alluvionali e/o fluvio-glaciali granulari e/o coesivi	<b>AMPLIFICAZIONI LITOLOGICHE E GEOMETRICHE</b>
	Z4b	Zona pedemontana di falda di detrito conoide alluvionale e conoide deltizio lacustre	
	Z4c	Zona morenica con presenza di depositi granulari e/o coesivi (compresi le coltri loessiche)	
	Z4d	Zona con presenza di argille residuali e terre rosse di origine eluvio-colluviale	

**INDAGINI**

-  MASW
-  REMI
-  SISMICA A RIFRAZIONE

Figura 30: Stralcio Carta PAI/PGRA

Settori d'intervento



**Dissesti puntiformi Art 9 Titolo IV**

- Area di frana attiva non perimetrata (Fa)
- Area di frana quiescente non perimetrata (Fq)
- Area di frana stabilizzata non perimetrata (Fs)

**Dissesti lineari Art 9 Titolo IV**

- Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Vm)
- Area a pericolosità elevata non perimetrata (Eb)
- Area a pericolosità media o moderata non perimetrata (Em)
- Area a pericolosità molto elevata non perimetrata (Ee)
- Area a pericolosità molto elevata o elevata non perimetrata (Va)

**Dissesti poligonali Art 9 Titolo IV**

- Area a pericolosità elevata (Eb)
- Area a pericolosità media o moderata (Em)
- Area a pericolosità molto elevata (Ee)
- Area di conoide attivo non protetta (Ca)
- Area di conoide attivo parzialmente protetta (Cp)
- Area di conoide non recentemente attivatosi o completamente protetta (Cm)
- Area di frana attiva (Fa)
- Area di frana quiescente (Fq)
- Area di frana stabilizzata (Fs)

**P.G.R.A. Ambito territoriale Reticolo Secondario collinare e Montano (RSCM)**

- P3/H**  
■ Area interessate da alluvioni frequenti
- P2/M**  
■ Area interessate da alluvioni poco frequenti
- P1/L**  
■ Area interessate da alluvioni rare

**P.G.R.A. Ambito territoriale Reticolo Principale (RP)**

- P3/H**  
■ Area interessate da alluvioni frequenti
- P2/M**  
■ Area interessate da alluvioni poco frequenti
- P1/L**  
■ Area interessate da alluvioni rare

**Are RME Titolo IV**

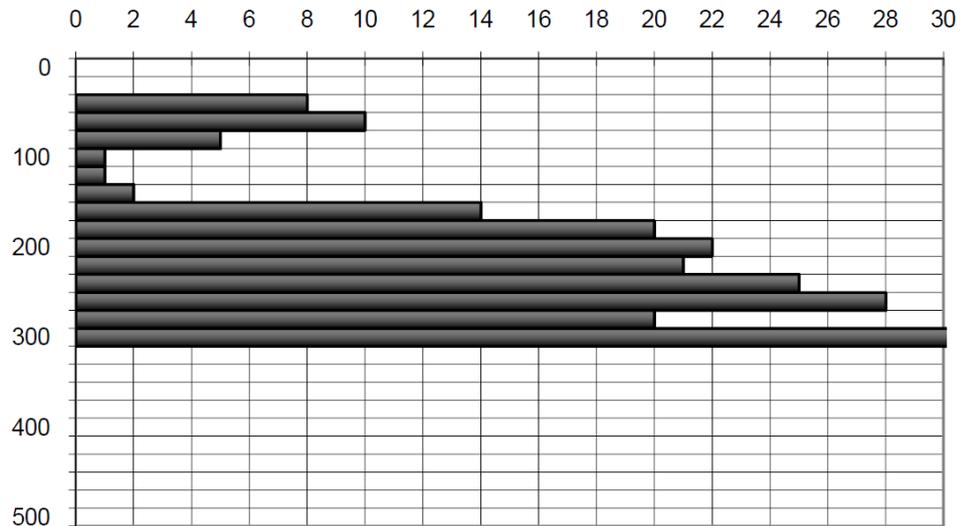
- CONOIDI: Zona 1
- CONOIDI: Zona 2
- ESONDAZIONI: Zona 1
- ESONDAZIONI: Zona 2
- ESONDAZIONI: Zona B-Pr
- ESONDAZIONI: Zona I
- FRANE: Zona 1
- FRANE: Zona 2

## 9.2 Report indagini penetrometriche dinamiche

### 9.2.1 Loc. Trivia

#### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°1 - DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA

località: Edolo, loc. Gas  
 data: 29 ottobre 2010  
 quota inizio: piano campagna  
 profondità falda: 1,0 - 1,5 m

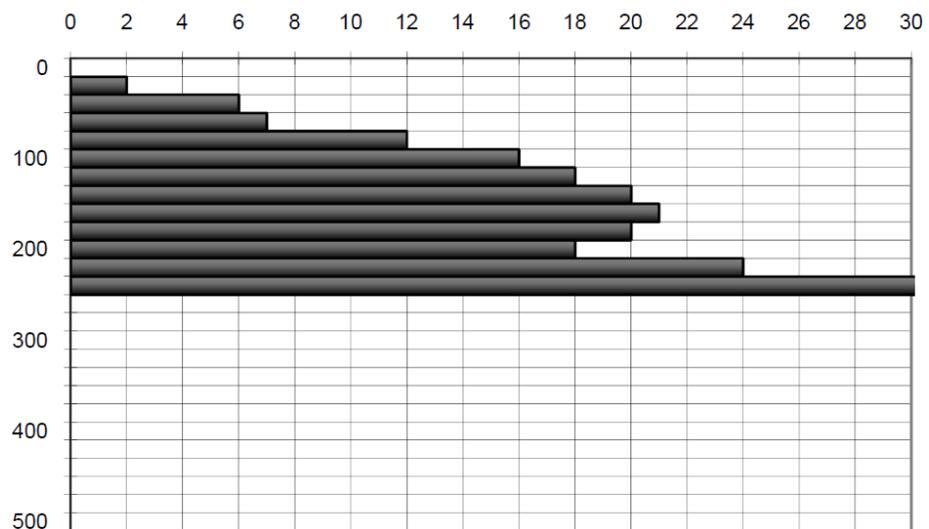


#### PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

#### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°2 - DIAGRAMMA N°C OLPI PUNTA

località: Edolo, loc. Gas  
 data: 29 ottobre 2010  
 quota inizio: piano campagna  
 profondità falda: non rilevata

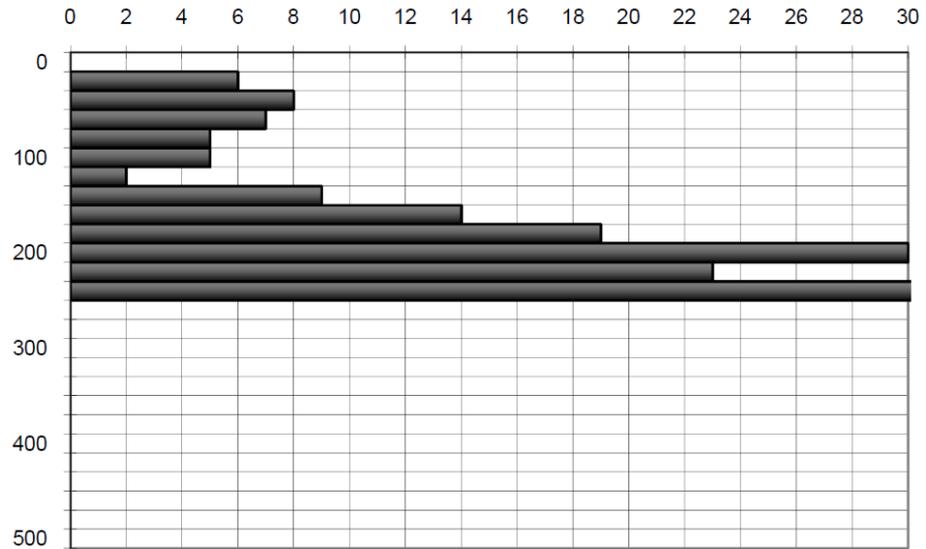


#### PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**PROVA PENETROMETRICA N°3 - DIAGRAMMA N° COLPI PUNT A**

località: Edolo, loc. Gas  
 data: 29 ottobre 2010  
 quota inizio: piano campagna  
 profondità falda: non rilevata

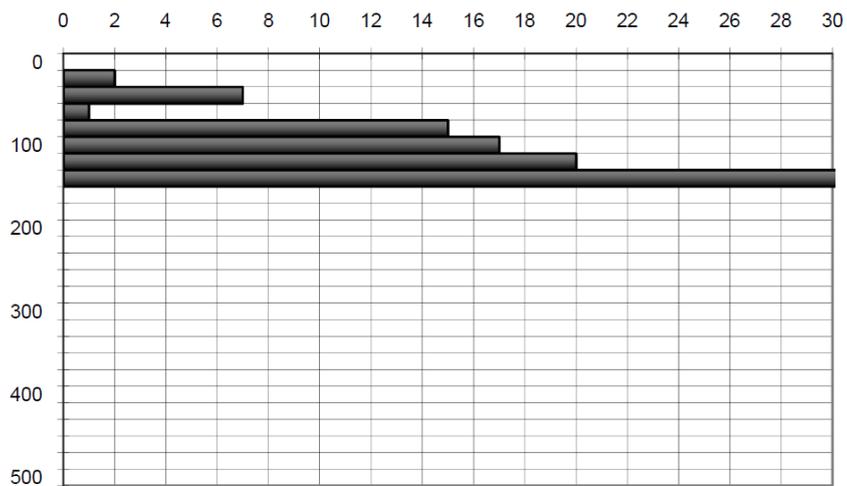


**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA N°4 - DIAGRAMMA N°C OLPI PUNTA**

località: Edolo, loc. Gas  
 data: 29 ottobre 2010  
 quota inizio: piano campagna  
 profondità falda: non rilevata



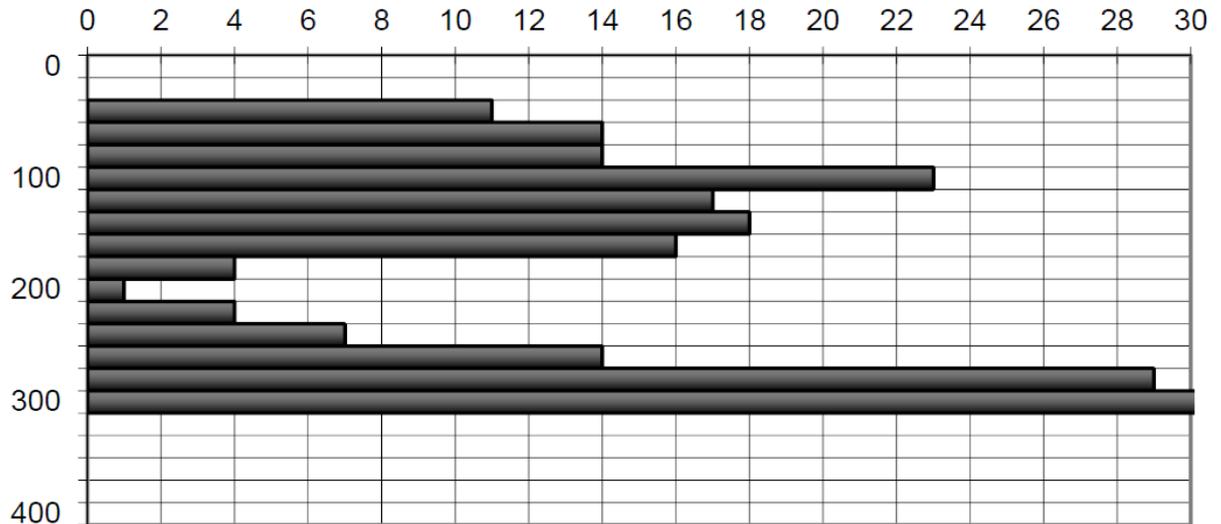
**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

## 9.2.2 Mapp. 310 F. 90

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA

località: Edolo  
 data: 03 luglio 2008  
 quota inizio: piano campagna  
 prof. falda: non rilevata

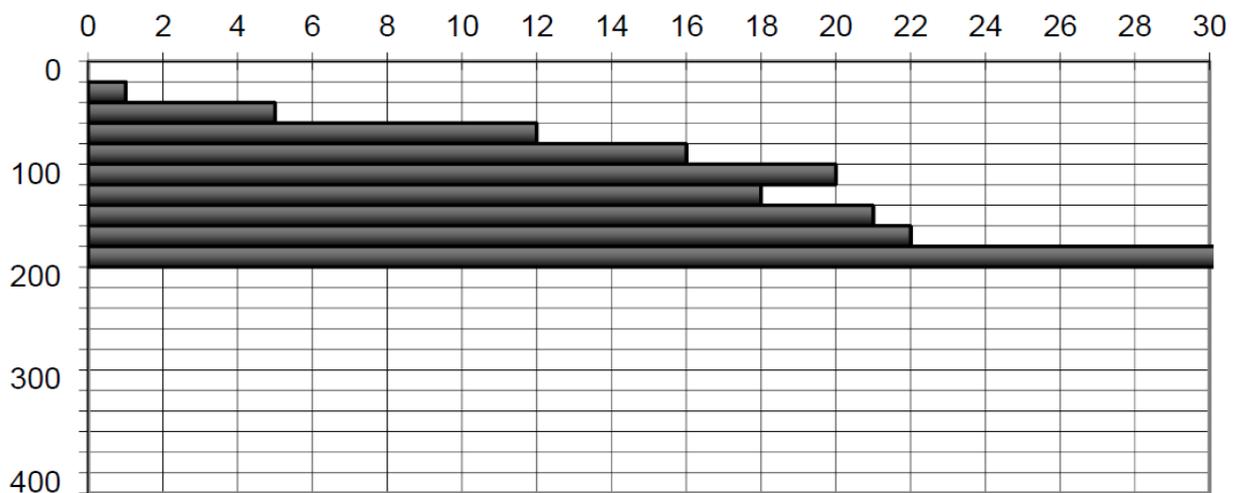


### PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA

località: Edolo  
 data: 03 luglio 2008  
 quota inizio: piano campagna  
 prof. falda: non rilevata

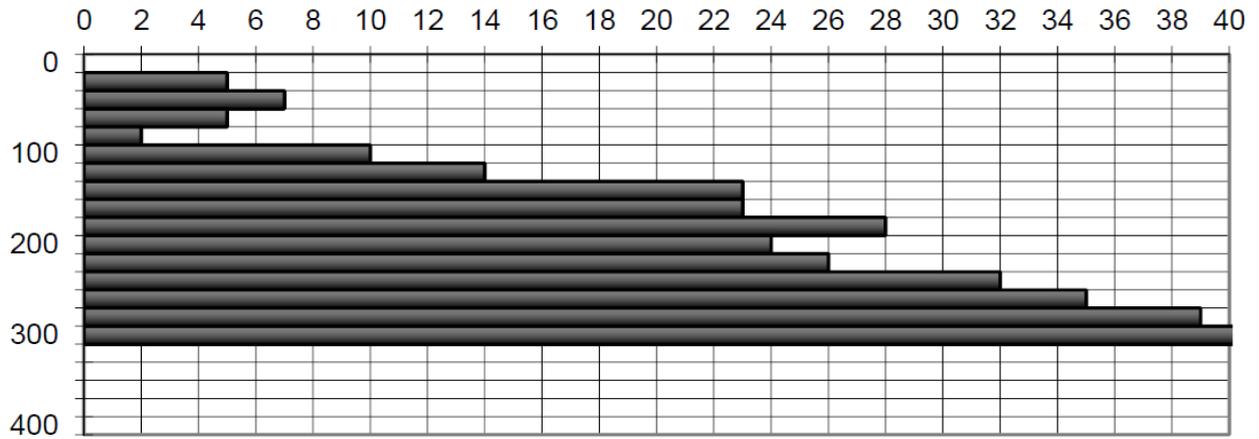


### PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA**

località: Edolo  
 data: 03 luglio 2008  
 quota inizio: piano campagna  
 prof. falda: non rilevata

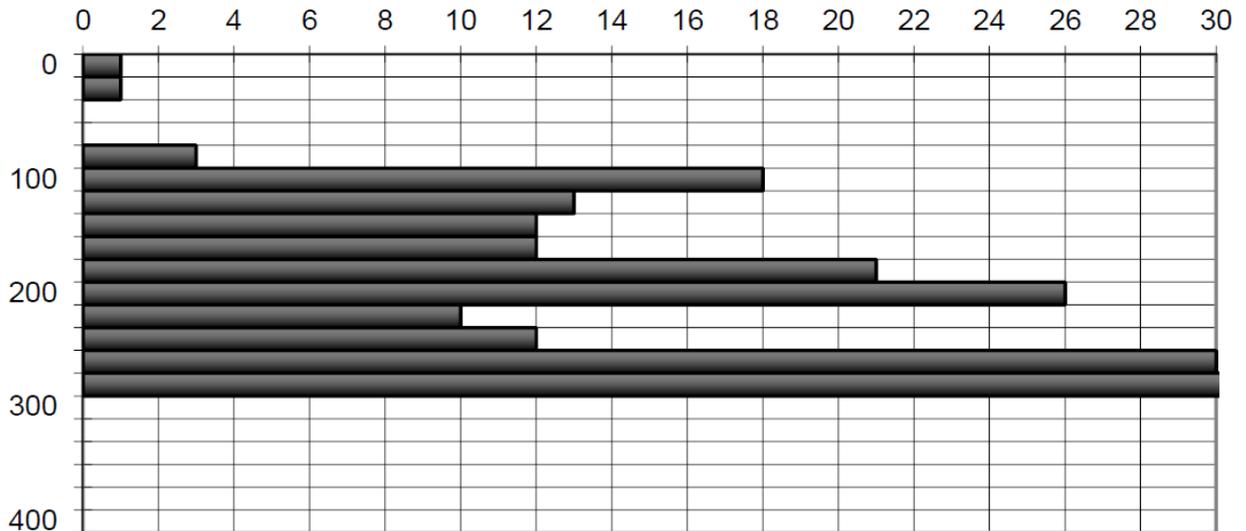


**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**PROVA PENETROMETRICA P4 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA**

località: Edolo  
 data: 03 luglio 2008  
 quota inizio: piano campagna  
 prof. falda: non rilevata



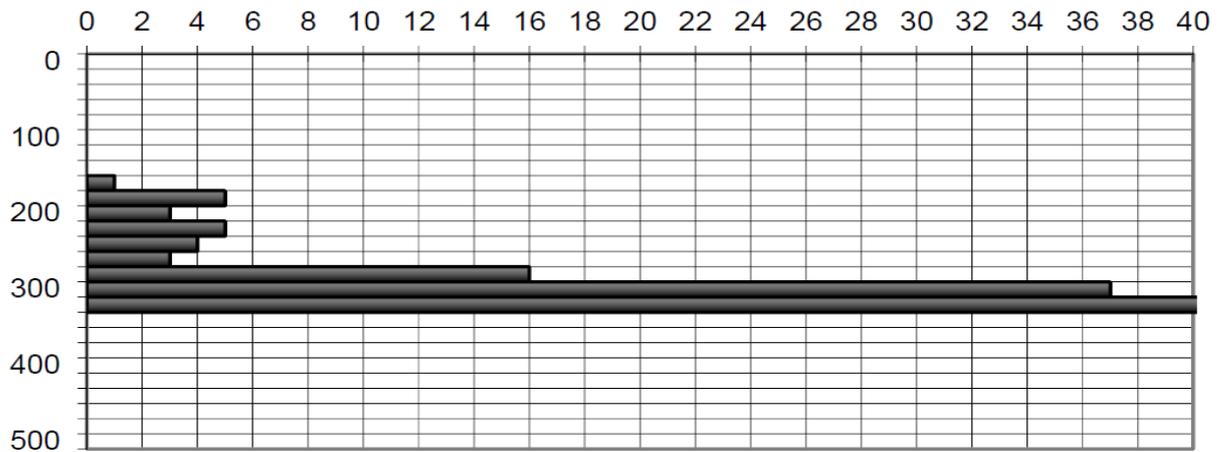
**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**9.2.3 Mapp. 312 F. 90**

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P1 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA**

località: Edolo  
 data: 03 luglio 2008  
 quota inizio: superficie riporto  
 prof. falda: non rilevata

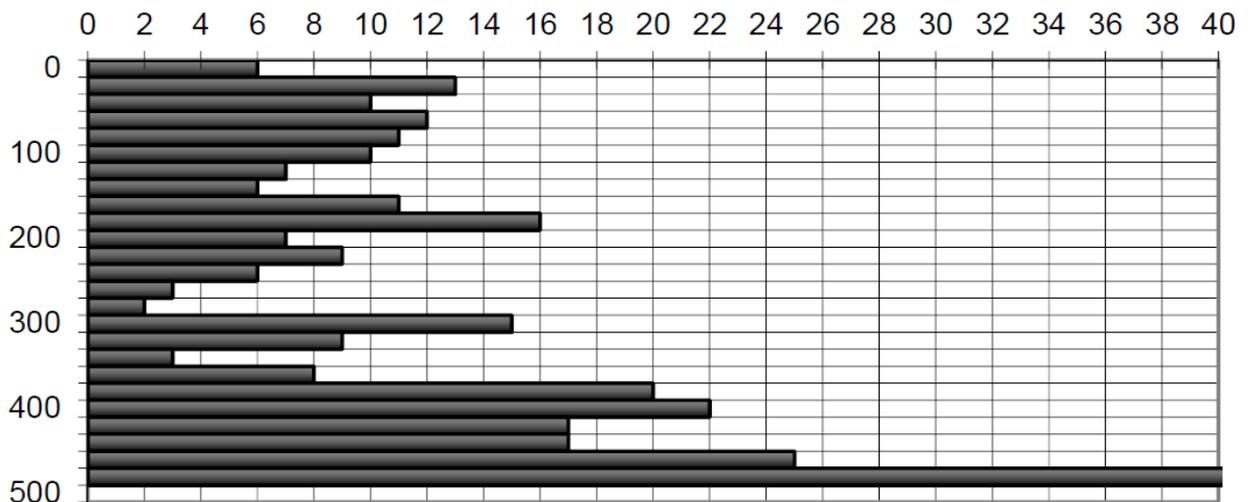


**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P2 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA**

località: Edolo  
 data: 03 luglio 2008  
 quota inizio: superficie piazzale  
 prof. falda: non rilevata

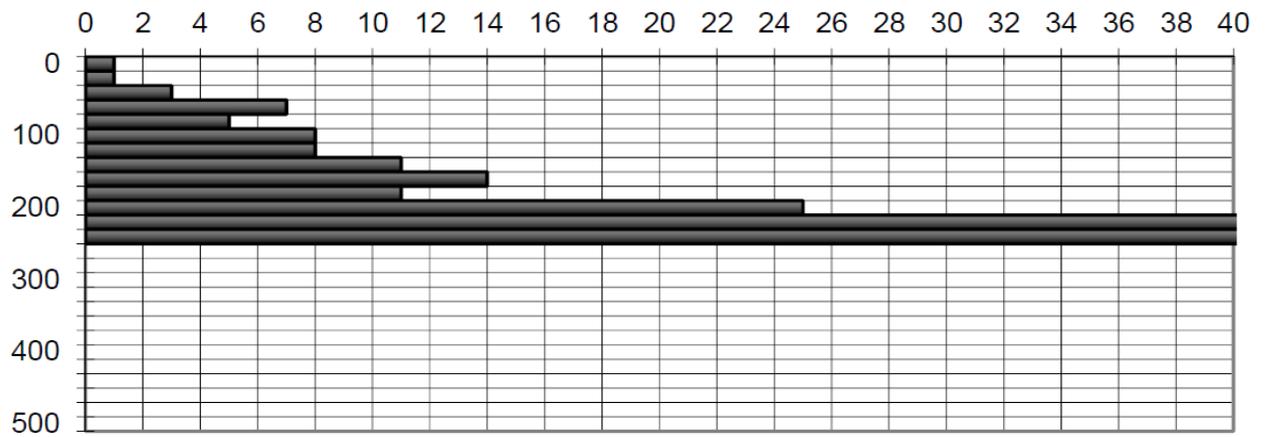


**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

**PROVA PENETROMETRICA DINAMICA P3 DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA**

località: Edolo  
data: 03 luglio 2008  
quota inizio: piano campagna  
prof. falda: non rilevata

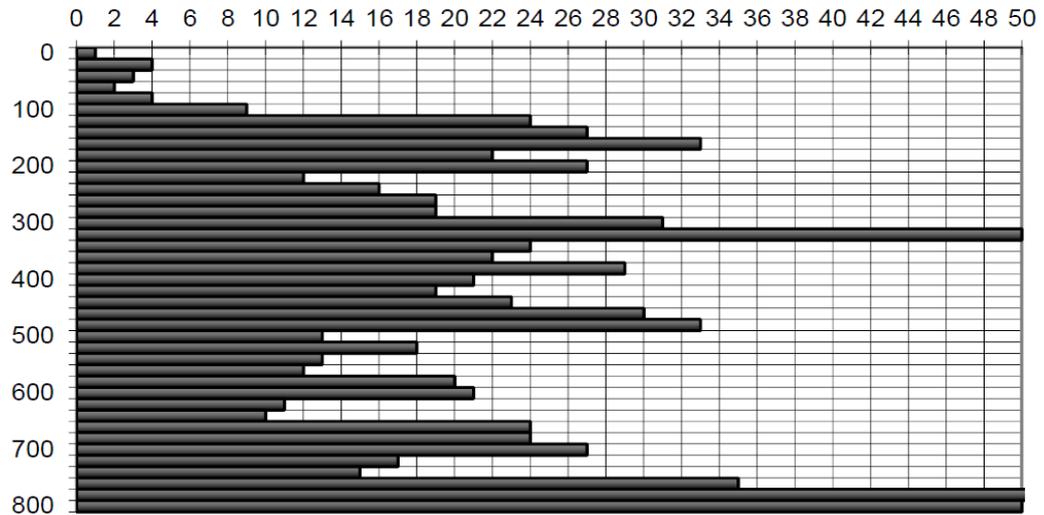
**PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI**

M (massa battente) = 63,50 kg  
H caduta = 75 cm  
Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

## 9.2.4 Mapp. 469 F. 91

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Vasca 1 - DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA

località: Piantas (Edolo - BS)  
 data: 10 luglio 2013  
 quota inizio: piano campagna  
 prof. falda: 300 cm

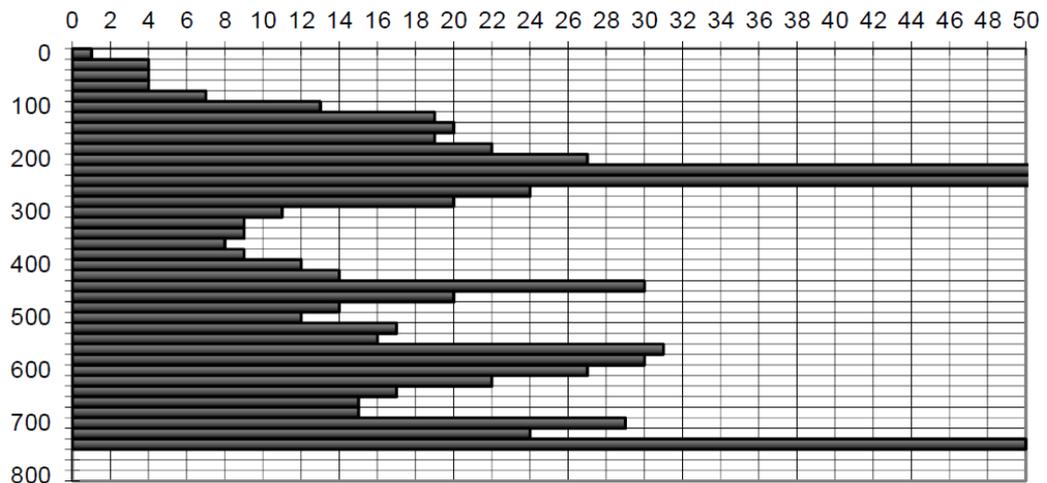


### PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

### PROVA PENETROMETRICA DINAMICA Vasca 2 - DIAGRAMMA N° COLPI PUNTA

località: Piantas (Edolo - BS)  
 data: 10 luglio 2013  
 quota inizio: piano campagna  
 prof. falda: non identificata



### PENETROMETRO DINAMICO tipo: TG 63 - 100 - PAGANI

M (massa battente) = 63,50 kg  
 H caduta = 75 cm  
 Numero colpi punta N = N(20) d = 20 cm

## PENETROMETRO DINAMICO IN USO: TG 63 – 100 EML.C

Classificazione ISSMFE (1988) dei penetrometri dinamici		
TIPO	Sigla riferimento	Peso Massa Battente M (kg)
Leggero	DPL (Light)	$M \leq 10$
Medio	DPM (Medium)	$10 < M < 40$
Pesante	DPH (Heavy)	$40 \leq M < 60$
Super pesante	DPSH (Super heavy)	$M \geq 60$

## CARATTERISTICHE TECNICHE: DPSH - PAGANI

PESO MASSA BATTENTE	<b>M</b> = 63,50 kg
ALTEZZA CADUTA LIBERA	<b>H</b> = 0,75 m
PESO SISTEMA BATTUTA	<b>Ms</b> = 0,63 kg
DIAMETRO PUNTA CONICA	<b>D</b> = 51,00 mm
AREA BASE PUNTA CONICA	<b>A</b> = 20,43 cm <sup>2</sup>
ANGOLO APERTURA PUNTA	<b>α</b> = 60°
LUNGHEZZA DELLE ASTE	<b>La</b> = 1,00 m
PESO ASTE PER METRO	<b>Ma</b> = 6,31 kg
PROF. GIUNZIONE 1° ASTA	<b>P1</b> = 0,40 m
AVANZAMENTO PUNTA	<b>δ</b> = 0,20 m
NUMERO DI COLPI PUNTA	<b>N</b> = N <sub>20</sub> ⇒ Relativo ad un avanzamento di 20 cm
RIVESTIMENTO/FANGHI	NO
ENERGIA SPECIFICA x COLPO	<b>Q</b> = (MH)/(Aδ) = 11,66 kg/cm <sup>2</sup> (prova SPT: <b>Q<sub>spt</sub></b> = 7,83 kg/cm <sup>2</sup> )
COEFF. TEORICO DI ENERGIA	<b>βt</b> = Q/Q <sub>spt</sub> = 1,489 (teoricamente: <b>N<sub>spt</sub></b> = βtN)
Valutazione resistenza dinamica alla punta <b>R<sub>pd</sub></b> [funzione del numero di colpi N] (FORMULA OLANDESE)	

$$\underline{R_{pd}} = M^2 H / [A e (M+P)] = M^2 H N / [A \delta (M+P)]$$

<b>R<sub>pd</sub></b>	= resistenza dinamica alla punta [area A]
<b>M</b>	= peso massa battente (altezza di caduta H)
<b>E</b>	= infissione per colpo = δ / N
<b>P</b>	= peso totale aste e sistema battuta

UNITA' di MISURA (conversioni)
1 kg/cm <sup>2</sup> = 0,098067 Mpa
1 Mpa = 1 MN/m <sup>2</sup> = 10,197 kg/cm <sup>2</sup>
1 bar = 1,0197 kg/cm <sup>2</sup> = 0,1 Mpa
1 kN = 0,001 MN = 101,97 kg