

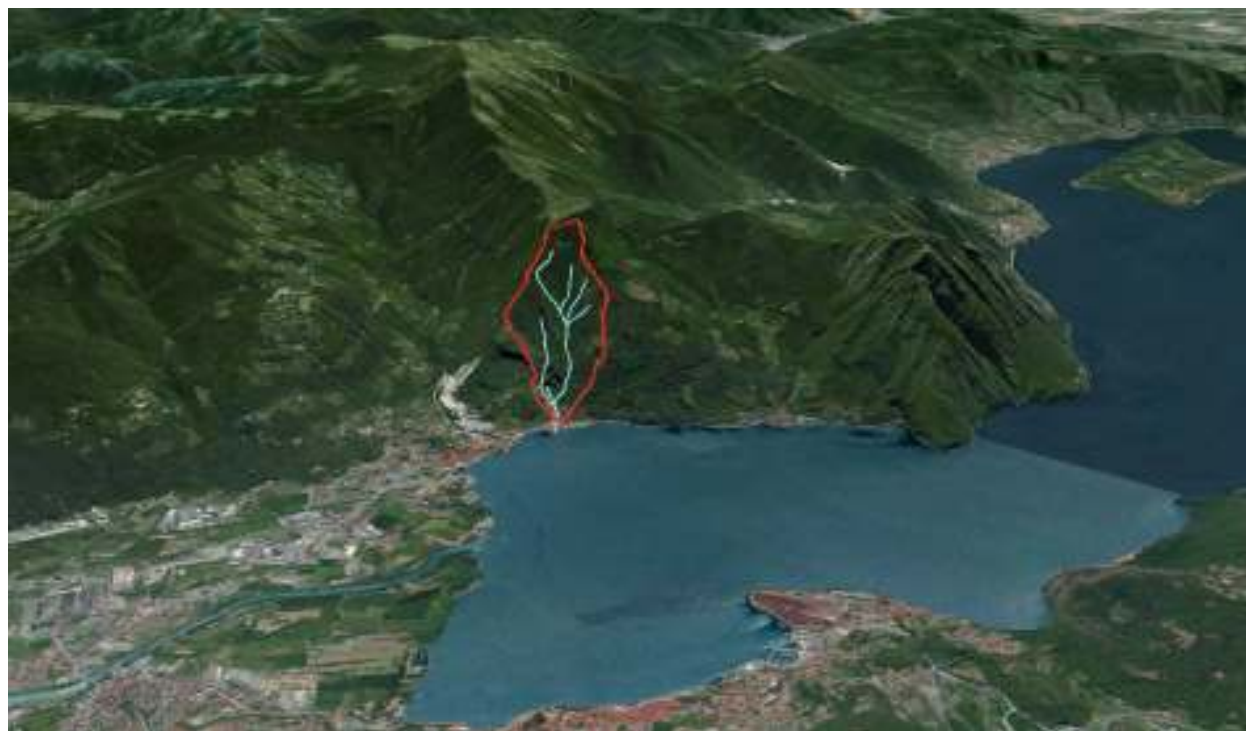


Regione Lombardia



# COMUNE DI PISOGNE

**Committente:** Comune di Pisogne  
Via Vallecamonica, 2 - 25055 - Pisogne (BS)



## CONOIDE DEL TORRENTE TUFERE DI GOVINE (PISOGNE, BS) PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE E RICLASSIFICAZIONE (ai sensi della DGR IX/2616/11) RELAZIONE TECNICA

Geol. Alessandro Schieppatti



Geol. Fabio Fenaroli



Prima stesura  
versione: rev.00

Pisogne, aprile 2016

Via Giuseppe Palini, 5  
25055 Pisogne (BS)  
cell. 328.059.00.24  
geologo.fenaroli@gmail.com



GEOLOGO  
FABIO  
FENAROLI

## INDICE

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>4</b>
1.1. Riferimenti normativi .....	5
1.2. Metodologia di lavoro .....	7
<b>2. FASE DI RACCOLTA DATI.....</b>	<b>9</b>
2.1. III° Studio Idrogeologico a scala di sottobacino idrografico della Valle Camonica (Settembre 2014) .....	9
2.2. Progetto esecutivo regimazione e sistemazione torrente Tufere - Studio Cogeo SNC (Gennaio 2010).....	11
2.2.1 Descrizione dell'evento dell'11 Aprile 2008.....	11
2.2.2 Interventi in progetto.....	12
2.2.3 Altri interventi realizzati.....	15
2.2.4 Dati esistenti.....	16
2.2.4.1 Sistema Informativo Bacini e corsi d'acqua .....	17
2.2.4.2 Reticolo Idrico Minore.....	17
2.2.4.3 Trasporto solido.....	18
2.3. Altri studi e progetti sul Tufere .....	19
2.3.1 Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT .....	19
2.3.1.1 Aggiornamento della componente geologica di supporto alla pianificazione comunale (ai sensi della D.G.R. 7/7365/01 "Direttiva PAI") - estratto delle Relazione Tecnica .....	21
2.3.2 Elaborato tecnico relativo al Reticolo Idrico Minore e relative fasce di rispetto (ai sensi della D.G.R. 7/7868/2002 e D.G.R. 7/13950/2003) .....	23
2.3.3 SIBCA (Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua) - Regione Lombardia.....	24
2.4. Considerazioni conclusive sui dati esistenti .....	27
<b>3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DEL BACINO DEL TORRENTE TUFERE .....</b>	<b>28</b>
3.1. Inquadramento geologico - strutturale generale .....	28
3.2. Inquadramento geologico - stratigrafico di riferimento .....	30
<b>4. RILEVAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO .....</b>	<b>34</b>

4.1. Inquadramento generale .....	34
4.2. Analisi strutturale e geomorfologica del versante .....	36
4.2.1 <i>Porzione alta del bacino (Campo delle Rape - Monte Novale)</i> .....	36
4.2.2 <i>Porzione mediana del bacino</i> .....	42
4.2.3 <i>Porzione medio - bassa del bacino</i> .....	44
<b>5. ANALISI E STATO DI FATTO NELL'AREA DI CONOIDE E VALUTAZIONE SCENARIO DI EVENTO .....</b>	<b>47</b>
5.1. Porzione apicale della conoide .....	48
5.2. Porzione mediana della conoide .....	50
5.3. Porzione distale della conoide .....	51
<b>6. PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE E DI RICLASSIFICAZIONE CONOIDE TUFERE .....</b>	<b>53</b>
6.1. Proposta di "Carta della dinamica geomorfologica della conoide del torrente Tufere"53	
6.2. Proposta di "Carta della pericolosità geologica della conoide del torrente Tufere".....	54
6.3. Proposta di "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI" della conoide del torrente Tufere .....	55
6.4. Proposta di "Carta della fattibilità geologica per le azioni di Piano" della conoide del torrente Tufere .....	56
6.5. Proposta aggiornamento / adeguamento Norme geologiche di Piano torrente Tufere..	58
<b>7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE .....</b>	<b>67</b>

## ALLEGATI

Allegato A: SCHEDE CENSIMENTO OPERE INTERFERENTI E SEZIONI CRITICHE.

Allegato B: SCHEDE ANALISI GEOMECCANICA AFFIORAMENTI ROCCIOSI.

## TAVOLE

Tav. 1: Carta geologica e geomorfologica del bacino idrografico (scala 1:5000).

Tav. 2: Carta della dinamica geomorfologica della conoide del torrente Tufere (scala 1:2000).

Tav. 3: Carta della pericolosità geologica della conoide del torrente Tufere (stato di fatto - proposta di progetto; scala 1:2000).

Tav. 4: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI della conoide del torrente Tufere (stato di fatto - proposta di progetto; scala 1: 2000).

Tav. 5: Carta della Fattibilità geologica per le azioni di Piano della conoide del torrente Tufere (stato di fatto - proposta di progetto; scala 1:2000).



## 1. PREMESSA

Su incarico dell'Amministrazione Comunale (determinazione n. 138 del 25/09/2015 del Responsabile Area Gestione del Territorio) di Pisogne (BS) è stato realizzato il presente studio avente ad oggetto una "Proposta di ripermimetrazione e riclassificazione (ai sensi dell'Allegato 2 della DGR IX/2616/11) della conoide del torrente Tufere" (Reticolo Idrico Principale di Regione Lombardia) in località Govine (Fig. 1) in Comune di Pisogne (BS).

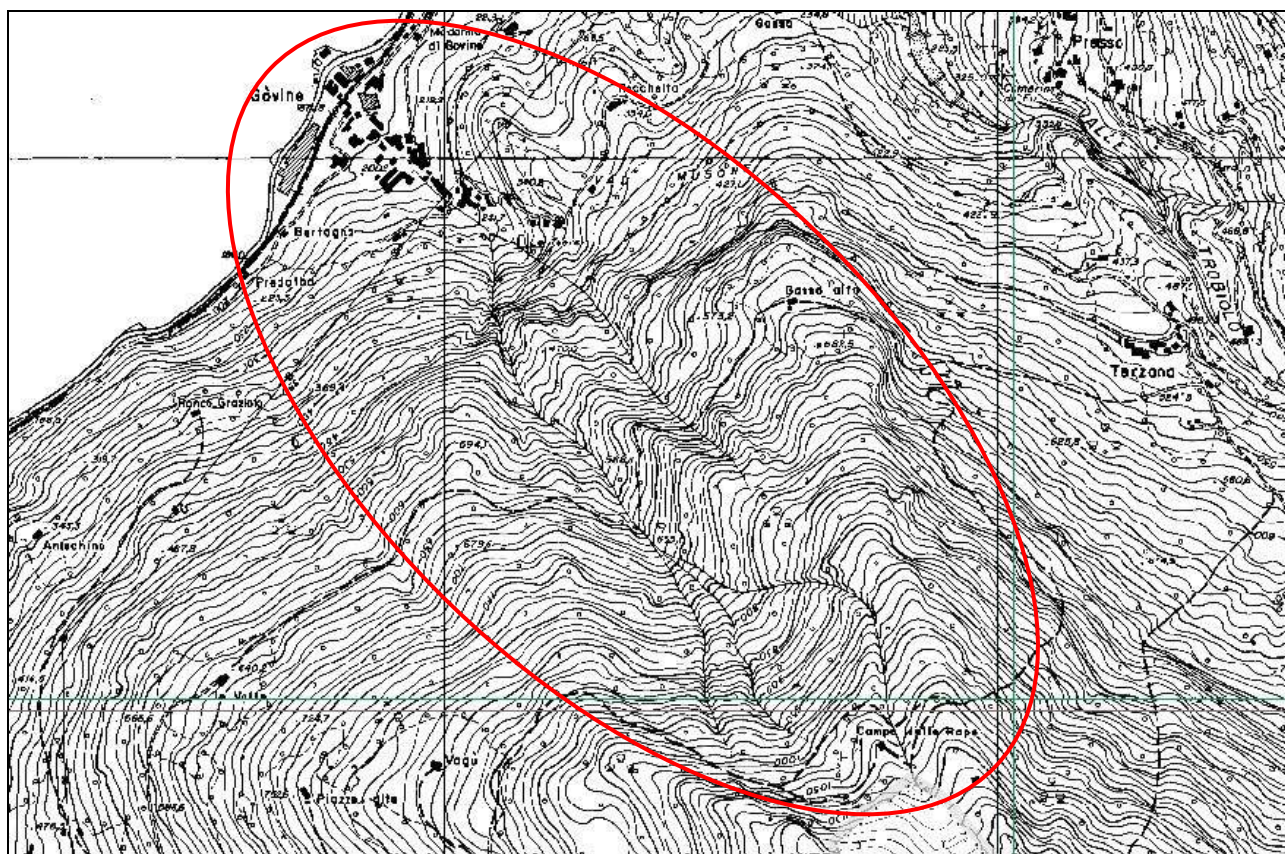


Fig. 1: individuazione area in studio (Govine e bacino torrente Tufere, scala 1:10.000).

Si premette fin d'ora che la perimetrazione e la classificazione attualmente vigente era stata realizzata nell'ambito dello Studio Geologico Comunale relativo al procedimento di "Adeguamento urbanistico del P.R.G. vigente in attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto idrogeologico del bacino del Fiume Po (PAI) ai sensi della DGR 11.12.01 n. 7/7365" (Dicembre, 2002) e successivamente la perimetrazione era stata ripresa e confermata tal quale nell'ambito della "Componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale (art. 57 della L.R. 12/05 e DGR 8/7374/08)" sia del PGT del 2008 che nella successiva prima variante generale del maggio 2013.

Si segnala che nel frattempo a seguito di un evento alluvionale, avvenuto nella notte fra l'11 ed il 12 aprile 2008, di cui si parlerà più diffusamente nel prossimo capitolo, nella parte apicale della conoide in questione, è stata realizzata una briglia a fessura con "effetto di laminazione delle portate liquido-solidi e tale intervento fu fin da subito giudicato molto importante al fine di un contenimento delle portate solide e quindi di un miglior deflusso delle portate nelle sezioni di valle. Questo intervento è sicuramente molto importante e consentirà di ridurre fortemente la pericolosità dei fenomeni" (tratto dalla Relazione Tecnica del "Progetto Esecutivo regimazione e sistemazione Torrente Tufere", Studio Coge, gennaio 2010).

Pertanto alla luce delle considerazioni soprariportate ed in virtù anche della dinamica dell'evento alluvionale dell'aprile 2008, tenuto conto delle indicazioni contenute nella D.G.R. IX/2616/11 in merito alla ripermimetrazione ed alla riclassificazione delle "aree in dissesto PAI" (vedi paragrafo successivo), l'Amministrazione Comunale di Pisogne ha ritenuto vi fossero i presupposti per poter procedere con un aggiornamento in merito alla valutazione della pericolosità geologica ed idrogeologica afferente agli areali insistenti sulla conoide del torrente Tufere.

### 1.1. Riferimenti normativi

Come precedentemente citato il presente studio è stato realizzato ai sensi della Parte 3 "Ripermimetrazione aree PAI in dissesto (art. 9 N.D.A.) e aree a rischio idrogeologico molto elevato (Titolo IV N.D.A PAI)" della D.G.R. IX/2616/11 (Fig. 2) e secondo le indicazioni contenute nell'Allegato 2 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana" della dgr appena citata.

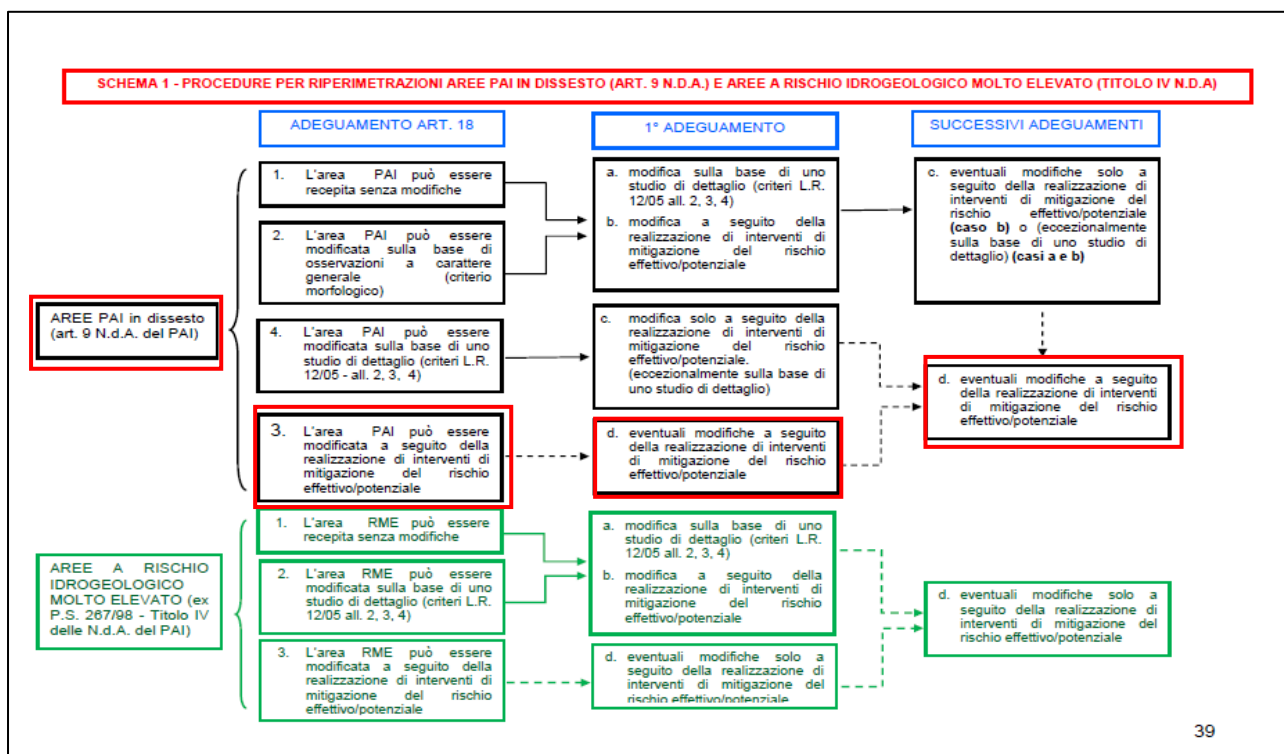
In particolare nell'approccio alla proposta di ripermimetrazione la normativa sopracitata tiene a precisare che:

- la realizzazione di opere di difesa deve essere motivata prioritariamente dalla necessità di garantire la sicurezza degli insediamenti esistenti e non da quella di svincolare aree per nuova edificazione, in quanto un aumento del carico insediativo comporta comunque un conseguente aumento del rischio;
- la mitigazione del rischio che si consegue con le opere non può essere assoluta, in quanto permarrà sempre presente una quota, per quanto limitata, di rischio residuo, dovuta all'aleatorietà intrinseca nel prevedere i fenomeni di dissesto e la loro evoluzione;
- le conseguenze del rischio residuo sull'incolumità delle persone e sull'integrità delle strutture sono funzione della tipologia del fenomeno e dell'intensità e aleatorietà con cui si manifesta; da questo punto di vista, in particolare, crolli in roccia, caduta massi, trasporto in massa su versanti e lungo le conoidi alpine e valanghe rientrano tra le tipologie più delicate e problematiche da affrontare ed eventuali trasformazioni urbanistiche nelle aree svincolate dalla perimetrazione originaria a seguito della realizzazione di opere di difesa per queste tipologie di dissesto necessitano di cautele superiori rispetto a quelle per mitigazione di altri tipi di dissesto.

Per eventuali successive trasformazioni urbanistiche nelle aree svincolate dalla perimetrazione originaria, e in particolare quelle comportanti aumenti di carico insediativo, dovranno essere valutate con la massima attenzione, ricordando anche che:

- sono responsabilità del Comune, una volta recepita la nuova ripermimetrazione all'interno dello strumento urbanistico, sia le scelte in merito all'utilizzo del suolo nelle aree non più vincolate, sia la gestione del rischio in tali aree come da adeguamento del Piano di Emergenza Comunale;
- per gli interventi finanziati e realizzati dal Comune (anche con l'eventuale concorso di soggetti privati) è responsabilità dello stesso e dei soggetti beneficiari dell'intervento, anche tramite accordi specifici da definirsi di caso in caso, il mantenimento nel tempo delle condizioni assunte a base della proposta di ripermimetrazione stessa (eventuale monitoraggio, controlli periodici sull'efficienza delle opere, manutenzioni, ecc.), e l'adozione, se del caso, di tutte le misure atte alla salvaguardia della pubblica incolumità;
- per gli interventi finanziati da altri Enti, nel caso il Comune decidesse di utilizzare le aree svincolate dalla perimetrazione per nuove edificazioni, allo stesso potrà essere richiesto di partecipare alla manutenzione degli interventi al fine di garantirne l'efficacia nel tempo, attraverso modalità da definire nelle procedure di attuazione degli interventi e tramite accordi specifici da definirsi caso per caso.

Da ultimo la dgr in questione ricorda che le ripermimetrazioni diverranno efficaci, ad interventi terminati e collaudati, a conclusione dell'iter amministrativo di recepimento nello strumento urbanistico comunale.



**Fig. 2:** Schema procedurale per ripermimetrazioni aree PAI in dissesto (art. 9 N.d.A) e aree a rischio idrogeologico molto elevato (Titolo IV N.d.A) - (tratto da D.G.R. IX/2616/11).



## 1.2. Metodologia di lavoro

Metodologicamente parlando il presente studio può essere suddiviso in una fase prettamente di natura bibliografica durante la quale si è provveduto alla consultazione della seguente documentazione:

- CARTA GEOLOGICA D'ITALIA SCALA 1:50000 - SERVIZIO GEOLOGICO D'ITALIA DELL'ISPRA - REGIONE LOMBARDIA - Foglio CARG 099 *"Iseo"* (scala 1:50.000) e relative Note Illustrative (2011).
- LAND & COGEO srl (2014) - *"III° Studio Idrogeologico a scala di sottobacino idrografico della Valle Camonica (n° bacino 84 - identificativo TUF - torrente Tufere)"* - Comunità Montana di Vallecamonica - Provincia di Brescia - Regione Lombardia.
- Studio COGEO snc (2010) - *"Progetto esecutivo regimazione e sistemazione torrente Tufere"* - Comune di Pisogne.
- Studio COGEO snc (2008) - *"Adeguamento della componente geologica, idrogeologica e sismica del Piano di Governo del Territorio"* - Comune di Pisogne.
- Ing. Pier Giuseppe FENAROLI (2004) - *"Elaborato tecnico relativo al reticolo idrico minore e relative fasce di rispetto (D.G.R. 7/7868/02 e D.G.R. 7/13950/03)"* - Comune di Pisogne.

Successivamente e tenuto conto delle indicazioni contenute negli studi sopracitati (vedi capitolo 2 e 3) si è dato seguito alle seguenti fasi operative:

- Rilevamento geologico strutturale di dettaglio degli areali afferenti al bacino idrografico del torrente Tufere, con individuazione delle principali formazioni litostratigrafiche affioranti, caratterizzazione geomeccanica degli affioramenti rocciosi presenti, ed individuazione dei principali aspetti di dinamica geomorfologica attiva (cap. 4).
- Rilevamento dell'area di conoide e censimento degli elementi interferenti e delle opere di difesa idraulico sia sponale che in alveo lungo il tratto di torrente Tufere afferente alla conoide alluvionale con valutazione del grado di interferenza o di manutenzione dell'opera di difesa (cap. 5).
- Sintesi delle indicazioni di cui ai punti precedenti e proposta dei diversi scenari di pericolosità idrogeologica previsti e relativa proposta di ripermatrazione e di riclassificazione degli areali afferenti alla conoide in questione (cap. 6).

Il presente studio si compone dei seguenti elaborati tecnici ed allegati cartografici:

- Relazione Tecnica (presente documento).
- Allegato A: SCHEDA CONOIDE.
- Allegato B: SCHEDA CENSIMENTO OPERE INTERFERENTI E SEZIONI CRITICHE.
- Allegato C: SCHEDE ANALISI GEOMECCANICA AFFIORAMENTI ROCCIOSI.

- Tav. 1: Carta geologica e geomorfologica del bacino idrografico (scala 1:5000).
- Tav. 2: Carta della dinamica geomorfologica della conoide del torrente Tufere (scala 1:2000).
- Tav. 3: Carta della pericolosità geologica della conoide del torrente Tufere (stato di fatto - proposta; scala 1:2000).
- Tav. 4: Carta del dissesto con legenda uniformata PAI della conoide del torrente Tufere (stato di fatto - proposta; scala 1: 2000).
- Tav. 5: Carta della Fattibilità geologica per le azioni di Piano della conoide del torrente Tufere (stato di fatto - proposta; scala 1:2000).
- Proposta di aggiornamento / adeguamento norme geologiche di Piano - conoide torrente Tufere.



## 2. FASE DI RACCOLTA DATI

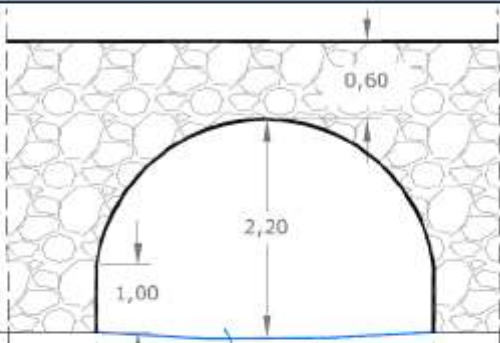
Per ognuno degli studi indicati nel paragrafo 1. 2 qui di seguito se ne daranno le informazioni principali mentre per quanto riguarda il "Progetto esecutivo regimazione e sistemazione torrente Tufere - Studio Cogeo snc (2010)" se ne riporterà un'ampia sintesi descrittiva in quanto buona parte dei ragionamenti che hanno permesso di addivenire alla proposta di ripermimetrazione e di riclassificazione trovano quale fondamentale punto di partenza quello della realizzazione delle opere indicate nel progetto sopracitato.

### 2.1. III° Studio Idrogeologico a scala di sottobacino idrografico della Valle Camonica (Settembre 2014).

Con il D.d.u.o. della Regione Lombardia n° 14313 del 26 novembre 2007 conseguente ad un Protocollo d'Intesa sottoscritto fra Direzione Generale Territorio ed Urbanistica della Regione Lombardia, Provincia di Brescia (Settore Protezione Civile e Settore Assetto Territoriale, Parchi e VIA) e Comunità Montana di Valle Camonica si diede avvia alla realizzazione di uno studio a scala di sottobacino della Valle Camonica che in seguito alla realizzazione di 3 lotti esecutivi ha permesso di fare il punto della situazione sugli aspetti di pericolosità idraulica ed idrogeologica dei sottobacini dell'Oglio sopralacuale. Particolarità dello studio è stata quella di aver tenuto in considerazione nell'ambito della realizzazione del III° lotto anche di alcuni sottobacini afferenti al territorio comunale di Pisogne fra i quali, in quanto appartenente al Reticolo Idrico Principale di competenza regionale, quello del torrente Tufere (Torrente Tufere - n° bacino: 84 - ID bacino: TUF). Per quanto riguarda gli elementi utili ai fini di una eventuale ripermimetrazione lo studio in questione, per la valutazione delle portate liquida, liquido-solida e magnitudo evento, ha fatto riferimento ai dati forniti e contenuti nel SIBCA regionale e già tenuti in considerazione per la realizzazione delle opere di difesa idraulica realizzate a seguito dell'evento dell'Aprile 2008 (vedi Tabella 1 del presente studio) e di cui si parlerà nel paragrafo seguente mentre un'informazione importante ai fini delle considerazioni seguenti è stata la verifica idraulica effettuata sugli attraversamenti e sulle tombinature da cui risulta che le sezioni in questione (vedi esempio in fig. 3) in caso di portata liquida risultano idraulicamente adeguate.

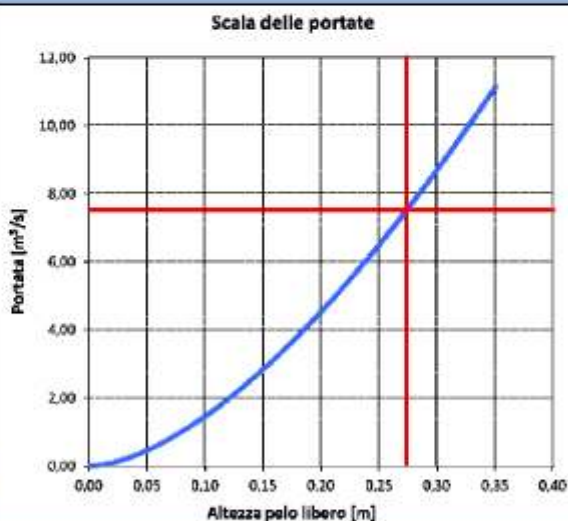
### Verifica idraulica speditiva dell'opera rispetto alla sola $Q_{liquida}$

Bacino idrico	Corso d'acqua	Comune	Data rilievo	Tipologia	Codice
Torrente Tufere	Torrente Tufere	Pisogne	12.06.2014	Tombinamento	TUF011

DATI:				SEZIONE DI CALCOLO:
Portata T=100	$Q_{T100}$	7,38	[m <sup>3</sup> /s]	
Pend. med. tratto	$i$	0,2174	[m/m]	
Scabrezza USGS	$k_s$	30	[m <sup>1/3</sup> /s]	
Sezione libera di deflusso:	$b_p$	5,00	[m]	
	$h_p$	1,80	[m]	
Ipotesi:	Moto Uniforme $Q = K_s R^{2/3} A i^{1/2}$			
Calcolo eseguito con sezione libera di deflusso reale				

### SCALA DELLE PORTATE

$h$	$b_p$	$A$	$P$	$R$	$Q$
0,00	5,00	0,00	5,00	0,00	0,00
0,02	5,00	0,10	5,04	0,02	0,10
0,04	5,00	0,20	5,08	0,04	0,32
0,06	5,00	0,30	5,12	0,06	0,63
0,08	5,00	0,40	5,16	0,08	1,02
0,10	5,00	0,50	5,20	0,10	1,47
0,12	5,00	0,60	5,24	0,11	1,98
0,14	5,00	0,70	5,28	0,13	2,55
0,16	5,00	0,80	5,32	0,15	3,16
0,18	5,00	0,90	5,36	0,17	3,83
0,20	5,00	1,00	5,40	0,19	4,54
0,22	5,00	1,10	5,44	0,20	5,30
0,24	5,00	1,20	5,48	0,22	6,10
0,26	5,00	1,30	5,52	0,24	6,93
0,27	5,00	1,35	5,54	0,24	7,37



### CONCLUSIONI

Altezza di Moto Uniforme relativa alla $Q_{T100}$	$h_o$	0,27	[m]
Franco di scorrimento libero del flusso idrico (30% di $h_p$ )	$f$	0,54	[m]
Tirante idrico ammissibile secondo il franco ( $h_p - f$ )	$h_{amm}$	1,26	[m]

Verifica idraulica	$h_o < h_{amm}$	Ponte idraulicamente adeguato
--------------------	-----------------	-------------------------------

Fig. 3: estratto dalla Tav. 5 dello studio di sottobacino del torrente Tufere (III° stralcio studio di sottobacino della Valle Camonica - D.d.u.o. 14313 del 26 novembre 2007.

## 2.2. Progetto esecutivo regimazione e sistemazione torrente Tufere - Studio Cogeo snc (Gennaio 2010).

Nel paragrafo presente si analizzeranno i contenuti salienti della relazione geologica e della relazione tecnica relativa al progetto in oggetto partendo dalla descrizione dell'evento alluvionale dell'11 Aprile 2008, fino a arrivare alla descrizione delle opere di mitigazione progettate e successivamente effettivamente realizzate (data inizio lavori 05/07/2010 - data fine lavori 20/05/2011).

### 2.2.1. Descrizione dell'evento dell'11 Aprile 2008

Lo straripamento del torrente Tufere, avvenuto nella notte tra l'11 e il 12 Aprile 2008, ha causato la chiusura della Strada Comunale Via Papa Paolo VI e interrotto il transito dei treni della linea ferroviaria Iseo - Edolo, oltre a causare l'allagamento di numerose abitazioni private localizzate nella medesima area (vedi foto 1).



**Foto 1:** Intasamento e chiusura del tombotto di attraversamento stradale e ferroviario verso lago.



**Foto 2:** deposito di materiale sulla linea ferroviaria.

e cause principali dello straripamento, oltre all'aumento effettivo della portata liquida dovuta alle intense precipitazioni piovose, è stato il trasporto solido che ha provocato l'intasamento e la chiusura del tombotto di attraversamento della strada comunale e della linea ferroviaria (Foto 2).

Tale intasamento ha indotto il deposito di materiale ghiaioso sia sulla sede stradale che sulla sede ferroviaria. Il volume del materiale depositato è stato stimato in 400 / 500 m<sup>3</sup>. Anche il tratto di



strada che da Govine porta verso Brescia, fino al passaggio a livello, è stata completamente allagata e infangata impedendo il transito veicolare, provocando forti disagi sia per la popolazione locale sia per l'intera Valle Camonica isolata dal transito su binario. Il deflusso dell'acqua sulla sede stradale ha anche causato lo scalzamento della linea ferroviaria nel tratto vicino al passaggio a livello, ed ha completamente allagato le abitazioni residenziali localizzate tra la linea ferroviaria nel tratto vicino al passaggio a livello, ed ha completamente allagato le abitazioni residenziali localizzate fra la linea ferroviaria e il lago. L'ulteriore intasamento di numerose griglie e caditoie stradali ha impedito il deflusso delle acque meteoriche, andando a peggiorare una situazione già compromessa. A causa di questo evento eccezionale il Comune di Pisogne è intervenuto mediante lavori di Somma Urgenza per il ripristino della Strada Comunale Via Paolo VI (ex SS 510) e il ripristino del deflusso delle acque del torrente Tufere in località Govine (L.R. 14.08.1973, n. 34 art. 10).



**Foto 3:** esondazione del torrente Tufere e deposito materiale sulla sede stradale.

### 2.2.2. *Interventi in progetto*

In relazione agli elementi raccolti nel corso dei rilievi e delle indagini eseguite, si può ritenere che:

- l'assetto del corso d'acqua del reticolo principale del Tufere presenta una serie di ostacoli legati alla presenza di attraversamenti che, se in grado di smaltire la portata liquida, non consentono il deflusso del materiale solido. Tali sezioni sono localizzate lungo l'abitato e soprattutto nella parte terminale del corso d'acqua, prima che questo si immetta nel lago.
- anche nell'ipotesi di adeguamento delle sezioni di deflusso dei tombotti esistenti, fattibile nella zona a monte del corso d'acqua, si arriverebbe in prossimità dell'immissione a lago ad avere



degli ostacoli difficilmente superabili per la presenza di abitazioni in fregio al torrente e proprietà private sotto le quali scorre il corso d'acqua.

Per le motivazioni sopra espresse e in relazione alle relativamente ridotte somme a disposizione, si è deciso di intervenire al fine di contenere il trasporto solido nella parte alta del bacino, evitando che parte del materiale possa raggiungere le sezioni di valle.

L'intervento si localizza nella porzione alta dell'abitato di Govine a monte del ponte stradale recentemente realizzato sul torrente Tufere, dove due aste secondarie confluiscono in un'unica asta.

L'asta posta più a monte presenta un alveo con fondo naturale in blocchi e grossi massi, e la sua sponda destra è in parte costituita dai muri di contenimento che delimitano le proprietà delle vicine abitazioni. Alla quota di circa 255m slm l'asta è attraversata da un ponte pedonale in mattoni con sezione ad arco e scarsa manutenzione.

L'asta più a sud presenta un fondo naturale in massi e grossi blocchi con sponde naturali, ad eccezione della sponda sinistra che, nel tratto prossimo al punto di confluenza, risulta costituita da un muro in pietra. In entrambi gli alvei è forte la presenza di vegetazione sia erbacea che arbustiva che costituisce un elemento di ulteriore aggravamento della condizione di pericolosità.



**Foto 4:** situazione alla confluenza delle due aste minori.

**Figura 5** Confluenza delle due aste minori

L'alveo presenta due porzioni diversamente incise in destra e sinistra orografica con ingenti quantità di materiale solido che può essere mobilitato verso valle. E' proprio questo il punto critico da cui prendono origine le alimentazioni di materiale detritico che arrivano poi a defluire verso valle e intasare le sezioni di deflusso.

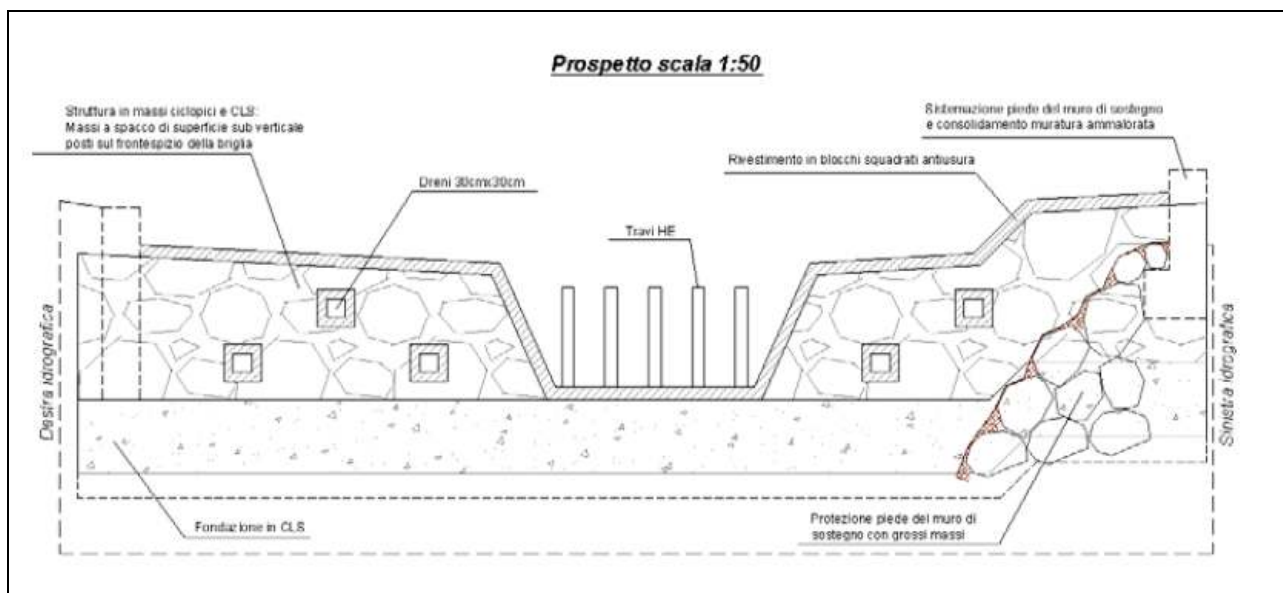
Di seguito un'analisi schematica delle condizioni qualificanti il progetto:

- Tipo di opera: principale è la briglia a fessura con effetto di laminazione delle portate liquido-solidi. Tutte le altre opere sono a contorno e finalizzate a migliorare l'efficacia e stabilità della briglia.
- Scopo delle opere: contenere e laminare le portate solide. Trattandosi di un corso d'acqua con un bacino idrografico di modesta estensione si ritiene che il colmo di piena abbia durate brevi e ridotti impulsi. Con la realizzazione di una briglia come quella prevista in progetto si otterrebbe il trattenimento del materiale solido con la possibilità di uno svasso immediato per la presenza di una pista di accesso da realizzare in sinistra idrografica.
- Effetti previsti: contenimento delle portate solide e quindi miglior deflusso delle portate nelle sezioni di valle. Questo intervento è sicuramente molto importante e consentirà di ridurre fortemente la pericolosità dei fenomeni, anche se si ritiene tuttavia importante prevedere il completamento della messa in sicurezza con l'adeguamento delle sezioni idrauliche di valle.
- Elementi qualificanti: con elemento qualificante vi è sicuramente la possibilità di realizzare un'area di accumulo e laminazione del materiale solido che ad oggi non esiste. Nel contempo, la realizzazione della pista a lato dell'intervento consentirà di programmare le attività di manutenzione del corso d'acqua. Tra le opere previste vi è inoltre il sovrizzo della difesa arginale in sinistra orografica che rappresenta un ulteriore elemento di riduzione del rischio esondazione.

Di seguito una descrizione sintetica delle opere:

- Intervento 1: arretramento e consolidamento della soglia.
- Intervento 2: consolidamento muro d'argine e sovrizzo.
- Intervento 3: realizzazione pista d'accesso.
- Intervento 4-5-6: realizzazione soglia, selciatoone e briglia: la realizzazione di una briglia a fessura posta alla quota di circa 245m s.l.m., realizzata in pietrame e calcestruzzo e completata dalla posa di putrelle in ferro verticali (pettini in elementi di ferro tipo HE), necessarie a trattenere eventuali detriti e/o tronchi vegetali. Il paramento di valle verrà realizzato mediante massi a spacco con superficie subverticale. La fondazione è prevista in calcestruzzo. Al completamento dell'opera verrà realizzato un selciatoone in massi ciclopici legati da fune in

acciaio contenuti a loro volta da una soglia in massi e calcestruzzo dell'altezza di 80cm per tutta la lunghezza della briglia. Di seguito si riporta lo stralcio del prospetto (non in scala).



**Fig. 4:** Prospetto di costruzione in scala 1:50.

- Intervento 7: rifacimento argine.

L'intervento appena descritto, pur non localizzandosi nei pressi delle aree colpite dagli eventi alluvionali dell'Aprile 2008, risulta necessario per la sistemazione e la regimazione del torrente Tufere, poichè atto a trattenere il materiale mobilizzabile durante un evento di piena a monte dell'abitato, impedendone il suo transito nel centro edificato. La scelta del tipo di briglia a fessura è funzione dell'estensione del bacino e del comportamento del corso d'acqua in caso di trasporto solido. Trattandosi di fatto di un bacino di ridotte dimensioni con fenomeni di colate di impulsi brevi e di ridotto volume, la presenza di un'opera come quella prevista in progetto consente di ottenere un effetto di laminazione. I volumi di materiale solido più grandi, così come eventuali tronchi o grossi arbusti, verrebbero trattenuti dalla briglia, il resto del materiale come sabbie e ghiaie potrà defluire attraverso la fessura.

### 2.2.3. Altri interventi realizzati

Con una successiva perizia di variante nell'ambito del progetto esecutivo di realizzazione dell'opera sopracitata è stato effettuato un intervento significativo ai fini della gestione delle portate liquide del torrente Tufere; infatti all'altezza della sezione rappresentata dal ponte della strada comunale "Via Paolo VI" (sezione H-H<sup>1</sup> dell'Allegato A del presente studio e foto 5) è stato realizzato di un canale

di by pass che permette di scaricare le portate liquide a valle della tombinatura rappresentata dal ponte carrabile della Via Paolo VI e dal ponte ferroviario della linea "Brescia-Iseo-Edolo" (sezione I-I' dell'Allegato A del presente studio e foto 6).



**Foto 5:** situazione attuale alla sezione H-H' con griglia di accesso al canale di scarico sulla destra.



**Foto 6:** situazione attuale alla sezione I-I' con l'uscita del canale scolmatore sulla sinistra.

#### 2.2.4. *Dati esistenti*

Con lo scopo di fornire un quadro completo sono stati presi in considerazione gli studi messi a disposizione dalla Regione Lombardia "SIBCA" (Sistema Informativo Bacini e corsi d'acqua) e dal Comune di Pisogne "Studio per la definizione del Reticolo Idrico Minore" relativamente al torrente Tufere.



#### 2.2.4.1. *Sistema informativo Bacini e Corsi d'Acqua (SIBCA)*

Il Sistema Informativo in oggetto si prefigge di creare un approccio per la definizione di scenari di rischio idrogeologico all'interno di bacini idrografici alpini e allo sbocco dei corsi d'acqua sui conoidi. Lo scopo finale è quello di calcolare in modo semi-automatico la massima portata liquida e la magnitudo di un bacino idrografico, scelto dall'utente. Di seguito si riportano in forma tabellare i dati messi a disposizione dalla Regione Lombardia per il bacino del torrente Tufere.

<b>Elaborazioni SIBCA</b>	
<b>NOME BACINO</b>	Rio Tufere
<b>Qc (Tr 50 anni) (mc/s)</b>	6.76
<b>Qc (Tr 100 anni) (mc/s)</b>	7.38
<b>MAGNITUDO (Metodo Bottino) (mc)</b>	19635
<b>MAGNITUDO (Metodo Ceriani) (mc)</b>	20779
<b>MAGNITUDO (Metodo Bianco) (mc)</b>	23730
<b>COEFFICIENTE DI DEFLUSSO</b>	0.45
<b>TEMPO DI CORRIVAZIONE (ore)</b>	0.31
<b>PENDENZA MEDIA ASTA (m/m)</b>	0.55
<b>PENDENZA MEDIA DEL BACINO (m/m)</b>	0.77
<b>AREA PLANIMETRICA (Kmq)</b>	0.76
<b>INDICE DI MELTON</b>	1.15
<b>QUOTA MEDIA DEL BACINO (m s.l.m.)</b>	786

**Tabella 1:** dati bacino Tufere (da SIBCA Regione Lombardia).

#### 2.2.4.2. *Reticolo Idrico Minore*

Lo studio per la definizione del Reticolo Idrico Minore illustra le attività svolte per caratterizzare idrologicamente i bacini idrografici appartenenti al territorio comunale di Pisogne e corrispondenti ai corsi d'acqua individuati nell'ambito della definizione del reticolo idrico principale e minore. Di seguito si riporta la Scheda Portate del Bacino del torrente Tufere contenente i parametri caratteristici del bacino e la stima delle corrispondenti portate di riferimento.

sigla SEZIONE CALCOLO:

BS054-TufereQ1

BACINO:

Torrente Govine/Tufere

Z2 (m s.l.m.)	Z1 (m s.l.m.)	DA (m2)	DL (m)
1	210	230	4.524
2	230	250	8.823
3	250	270	10.289
4	270	300	15.970
5	300	350	24.663
6	350	400	17.488
7	400	450	18.348
8	450	500	31.493
9	500	550	40.317
10	550	600	49.968
11	600	650	57.251
12	650	700	52.140
13	700	750	58.543
14	750	800	61.862
15	800	850	59.635
16	850	900	44.978
17	900	950	41.740
18	950	1000	42.771
19	1000	1050	47.422
20	1050	1100	32.314
21	1100	1150	39.344
22	1150	1200	40.760
23	1200	1248	16.938
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32			
33			
34			
35			
36			
37			
38			
39			
40			
41			
42			
43			
44			
45			
46			
47			
48			
49			
50			

IPOTESI IDROLOGICHE							
TEMPO DI RITORNO	T (anni)	2	20	50	100	200	500
Coefficiente $q_{100}$	[m <sup>3</sup> /s km <sup>2</sup> ]	4.00					
Coefficiente deflusso	Cd	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Parametri curva possibilità climatica							
	d<1h	n	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
		a	21.76	37.44	43.04	47.24	56.96
	d≥1h	n	0.4254	0.4211	0.4203	0.4199	0.4188
		a	21.76	37.44	43.04	47.24	56.96
DATI BACINO SOTTESO							
Superficie Bacino	S [km <sup>2</sup> ]	0.81					
Lunghezza Asta principale	L [Km]	1.701					
Altitudine MASSIMA	[m s.l.m.]	1248.00					
Altitudine MINIMA	[m s.l.m.]	210.00					
Altitudine MEDIA	[m s.l.m.]	762.94					
Dislivello MEDIO rispetto a sez. chiusura	[m]	552.94					
CALCOLI PRELIMINARI							
Tempo corriv. GIANDOTTI	[ore]	0.327					
	[min]	19.65					
TEMPO DI CORRIVAZIONE MINIMO	[ore]	0.250					
TEMPO DI CORRIVAZIONE ADOTTATO	[ore]	0.327					
Altezza pioggia per t=Tc	h <sub>t</sub> [mm]	12.45	21.42	24.63	27.03	32.59	34.98
Intensità pioggia per t=Tc	I <sub>t</sub> [mm/h]	38.03	65.42	75.22	82.56	99.52	106.81
Calcolo pioggia raggiagliata ("procedura Wallingford")							
f <sub>1</sub> = 0.0394 S <sup>0.354</sup>	f <sub>1</sub>	0.037					
f <sub>2</sub> = 0.40-0.0208 ln(4.6-ln S) se S<20 Km <sup>2</sup>	f <sub>2</sub>	0.367					
f <sub>2</sub> = 0.40-0.03632 (4.6-ln S) <sup>2</sup> se 20<S<100 Km <sup>2</sup>							
Areal Reduction Factor = 1 - f <sub>1</sub> f <sub>2</sub>	ARF	0.945					
Altezza pioggia raggiagliata per t=Tc	h <sub>t</sub> [mm]	11.77	20.24	23.27	25.64	30.79	33.05
Intensità pioggia raggiagliata per t=Tc	I <sub>t</sub> [mm]	35.93	61.81	71.07	78.00	94.03	100.91
STIMA PORTATE [m <sup>3</sup> /s]							
Formule empiriche							
Gherardelli-Marchetti (x bacini grandi, esagerata per piccoli)					80.45		
C <sub>max</sub> = S q <sub>100</sub> (S/100) <sup>-2/3</sup>							
Mongiardini (adattamento Gherardelli-Marchetti a piccoli bacini)					36.08		
C <sub>max</sub> = S q <sub>100</sub> (S/100) <sup>-1/2</sup>							
Forti (valide per S<1000 Km <sup>2</sup> )							
con h <sub>g</sub> < 200 mm: C <sub>max</sub> = S x [ 2.25 x 500/(S+125) + 0.5 ]					7.68		
con h <sub>g</sub> < 400 mm: C <sub>max</sub> = S x [ 3.25 x 500/(S+125) + 1 ]					11.32		
Formule che tengono conto pluviometria							
Razionale s.za raggiaglio C <sub>max</sub> = 0.278 Cd hc S / Tc		4.30	7.40	8.51	9.34	11.25	12.08
Giandotti s.za raggiaglio C <sub>max</sub> = 0.278 (f <sub>fk</sub> ) hc S / Tc		10.75	18.50	21.27	23.34	28.14	30.20
(con S<300 km <sup>2</sup> f=10 f=0.5 k=4)							
Razionale con raggiaglio C <sub>max</sub> = 0.278 Cd hc S / Tc		4.06	6.99	8.04	8.82	10.63	11.41
Giandotti con raggiaglio C <sub>max</sub> = 0.278 (f <sub>fk</sub> ) hc S / Tc		10.16	17.48	20.09	22.05	26.58	28.53
(con S<300 km <sup>2</sup> f=10 f=0.5 k=4)							
Ricostruzione IDROGRAMMA di PIENA							
Convoluzione con istogramma costante		4.06	6.98	8.03	8.81	10.63	11.40
Convoluzione con istogramma triangolare		4.84	8.32	9.57	10.50	12.66	13.59
Portata di riferimento		4.45	7.65	8.80	9.66	11.64	12.49

Tabella 2: dati bacino Tufere (da Elaborato Tecnico reticolo idrico minore).

#### 2.2.4.3. Trasporto solido

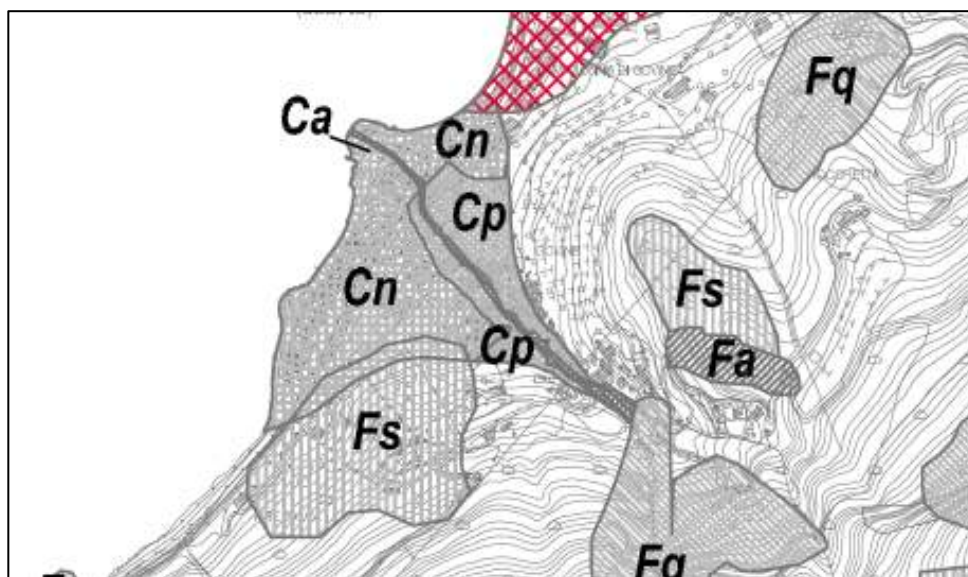
Come già premesso il bacino del torrente Tufere è essenzialmente impostato in roccia. Questo aspetto influenza l'eventuale trasporto solido che risulta legato alla sola componente dovuta alla disgregazione del substrato roccioso, ed è pertanto limitato.

### 2.3. Altri studi e progetti sul Tufere

Qui di seguito si darà sinteticamente spazio ai contenuti di diversi altri studi che nel recente passato sono stati realizzati sulle problematiche del bacino idrografico del torrente Tufere e della sua conoide alluvionale sia nell'ambito di studi più generalizzati a livello comunale o propriamente specifici e riferibili all'area in esame.

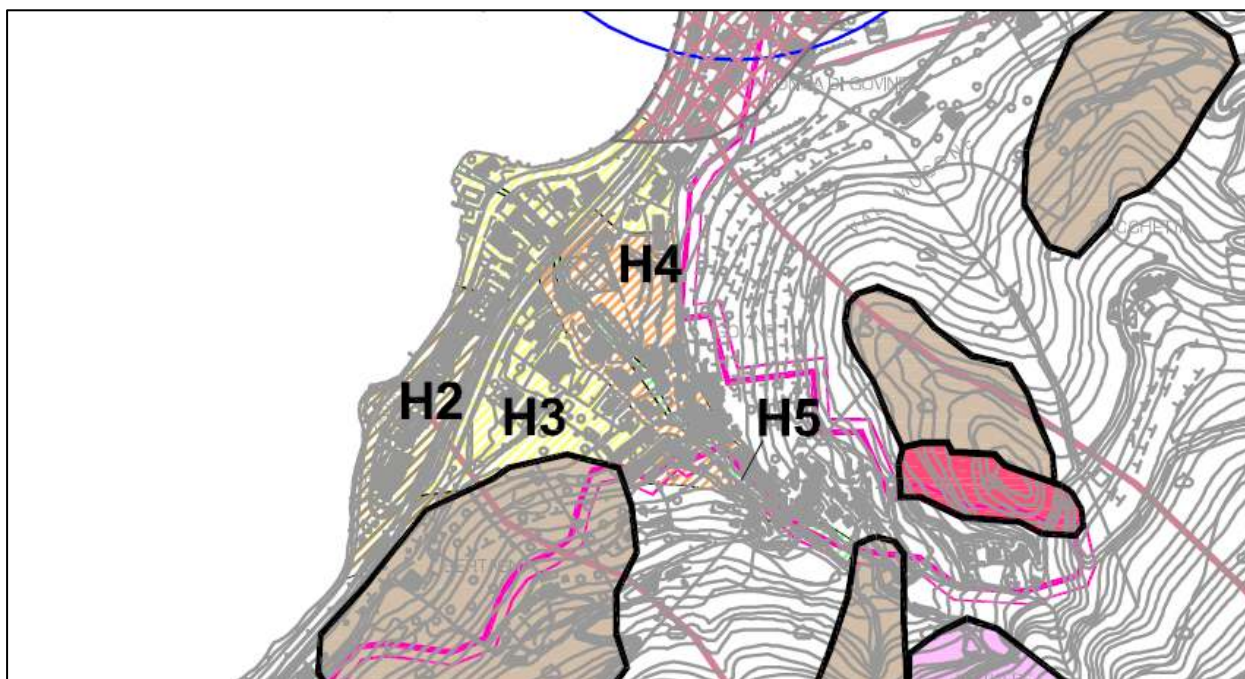
#### 2.3.1. Componente geologica idrogeologica e sismica del PGT.

Il Comune di Pisogne risulta dotato di Piano di Governo del Territorio realizzato ai sensi della L.R. 12/05 nel 2009 e oggetto di una prima variante generale nel 2013. Nell'ambito della stesura del PGT il Comune ha provveduto all'aggiornamento della componente geologica, idrogeologica e sismica i cui elaborati cartografici riportano le perimetrazioni e le classificazioni attualmente vigenti a livello di conoide del Tufere per quanto riguarda la classificazione PAI (Carta del dissesto con legenda uniformata PAI, vedi fig. 5) a livello di sintesi delle problematiche geologiche (Carta di Sintesi delle fenomeniche geologiche, fig. 6 e a livello di fattibilità geologica per le azioni di Piano (Carta della fattibilità geologica delle azioni di Piano, fig. 7).

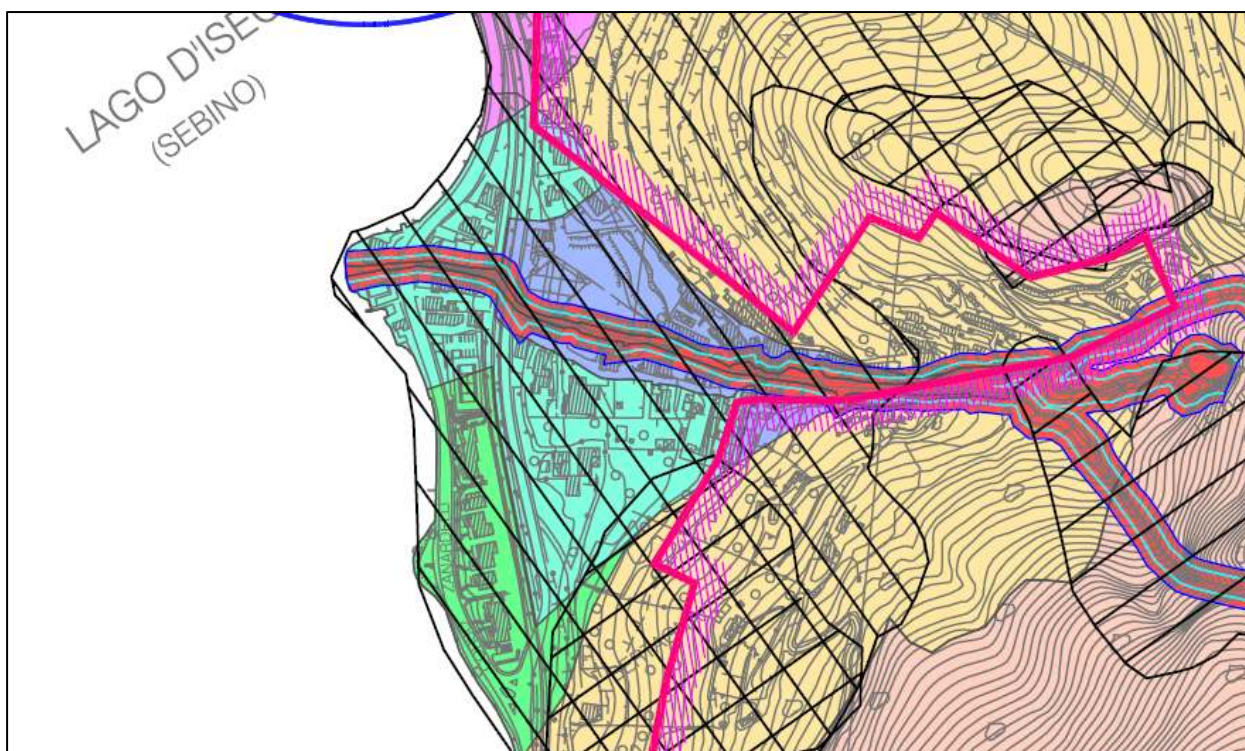


**Fig. 5:** Estratto della "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI" con individuazione della conoide Tufere.





**Fig. 6:** Estratto della "Carta di Sintesi delle fenomeniche geologiche" con individuazione della conoide del Tufere.



**Fig. 7:** Estratto della "Carta della Fattibilità geologica" con individuazione della conoide del Tufere.

Per quanto riguarda l'aspetto normativo questo fa riferimento alle prescrizioni della componente geologica così come recepita nel Titolo III (Gestione, Tutela e Vincoli) del Piano delle Regole con



particolare riferimento, per quanto riguarda la conoide del Tufere agli articoli 3.15 "Gestione e tutela del rischio idrogeologico - conoidi" e 3.16 "Classi di fattibilità geologica e zone di pericolosità sismica".

Nello specifico del Tufere quanto riportano nella componente geologica, idrogeologica e sismica vigente con l'attuale PGT rimanda a quanto indicato nel precedente aggiornamento dello studio geologico comunale realizzato nel 2002 in adempimento alla DGR 7/7365/01 "Attuazione del Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Po - PAI - in campo urbanistico. Art. 17, comma 5 della Legge 18 Maggio 1989, n. 183" e nel paragrafo seguente si riporteranno le indicazioni e le considerazioni relative alla conoide del Tufere e che portarono alla perimetrazione / classificazione attualmente vigente.

### 2.3.1.1. *Aggiornamento della componente geologica di supporto alla pianificazione comunale (ai sensi della DGR 7/7365/01 "Direttiva PAI") - estratto della Relazione Tecnica*

Il capitolo 2 della Relazione Tecnica risulta interamente dedicato alla "Conoide di Govine" di cui si analizzano le caratteristiche geologiche e geomorfologiche dell'area di bacino, si inquadrano le opere antropiche interferenti e gli altri punti critici nell'area della conoide e si forniscono dei valori della magnitudo partendo dai metodi previsti nelle DGR regionali allora vigenti e che hanno mantenuto validità anche successivamente, essendo state riprese nelle DGR applicative successive, non da ultima la DGR IX/2616/11 attualmente vigente. Pertanto la metodologia d'indagine allora individuata può essere ritenuta valida tutt'ora così come i risultati ottenuti nel calcolo di magnitudo (tabella 3) e portate (tabella 4, 5, 6).

Metodologia	Magnitudo [m <sup>3</sup> ]
Takei $M=13600 \cdot Ab^{0.61}$	11959
Marchi e Tecca $M=10000 \cdot Ab$ ( $ab < 10 \text{ Km}^2$ )	8100
Rickenmann e Zinnerman $M=(110-2.5Sc) \cdot Lcl$	28865
Crosta, Ceriani, Frattini e Quattrini $M=1000 \cdot K \cdot Ab \cdot Mb^{0.8} \cdot Sc_{lc} \cdot (I_F)^{-2}$	5632
Hampel $M=150 \cdot Ab \cdot (Sc-3)^{2.3}$	20162

**Tabella 3:** Valori di magnitudo stimati all'interno della valle del Tufere.

Dove:

Ab = area del bacino (0.81 Km<sup>2</sup>);

$Sc$  = pendenza del conoide (12.28%);

$Lcl$  = lunghezza dell'alveo sulla conoide (364m);

$K$  = 5.4 per fenomeni di debris flow;

$Mb$  = indice di Melton (pari a 1.3);

$Scl\_c$  = pendenza del collettore sulla conoide (10.51%);

$I\_F$  = indice di frana (pari a 3, frane sui versanti di piccole dimensioni).

L'applicazione del metodo semiempirico di Takahashi, aveva inoltre permesso di stimare un valore della portata  $Q_d$  (portata totale della miscela detritica pari a  $171,16 \text{ m}^3/\text{s}$ , un volume di detriti depositati pari a  $122.144 \text{ m}^3$  con un estensione longitudinale dell'area a rischio pari a 162m circa, misurati dall'apice della conoide.

Le valutazioni effettuate erano state rese possibili partendo dalla procedura indicata nell'allora normativa di settore vigente (Allegato 2 "Procedure per la valutazione e la zonazione della pericolosità e del rischio da frana in Regione Lombardia" della DGR 7/6645/01 "Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della L.R. 41/97") oltre che da un'analisi idrologica preliminare finalizzata alla determinazione delle portate di piena sull'area di conoide, portate utili per la valutazione del grado di pericolosità associabile all'area. Tale analisi idrologica risultava contenuta nell'Allegato A dello studio ("Allegato A: Analisi idrologica per la stima delle portate di piena sulle aree di conoide - Ing. Giuseppe Fenaroli, gennaio 2003) e qui di seguito se ne riportano le tabelle riassuntive principali.

Tempo di Ritorno	LSPP
T= 2 anni	$h = 21.764 \text{ t}^{0.4254}$
T= 20 anni	$h = 37.436 \text{ t}^{0.4211}$
T= 50 anni	$h = 43.042 \text{ t}^{0.4203}$
T= 100 anni	$h = 47.243 \text{ t}^{0.4199}$
T= 200 anni	$h = 56.949 \text{ t}^{0.4191}$
T= 500 anni	$h = 61.121 \text{ t}^{0.4188}$

**Tabella 4:** stima delle LSPP ottenute dalle analisi statistiche dei dati pluviometrici medi di Breno, Dezzo – Vilminore e Memmo.

Parametro	Valore
Superficie Bacino	0,81 Km <sup>2</sup>
Lunghezza asta principale	1,701 Km
Altitudine massima	1248,00 m s.l.m.
Altitudine minima	210,00 m s.l.m.
Altitudine media	678,60 m s.l.m.
Dislivello medio rispetto alla sezione di chiusura	468,60 m s.l.m.

**Tabella 5:** parametri morfologici principali dei bacini del Tufere.

Tempo di Ritorno	Portata [m <sup>3</sup> /s]
T= 2 anni	5,3
T= 20 anni	10,5
T= 50 anni	12,5
T= 100 anni	14,1
T= 200 anni	15,8
T= 500 anni	18,1

**Tabella 6:** portata stimata del torrente Tufere per vari tempi di ritorno.

*2.3.2. Elaborato tecnico relativo al Reticolo Idrico Minore e relative fasce di rispetto (ai sensi della D.G.R. 7/7868/2002 e D.G.R. 7/13950/2003).*

Nell'ambito dello studio qui considerato, è stata ripresa la disamina effettuata per i corsi d'acqua afferenti alle aree di conoide e di cui si è dato cenno nel paragrafo precedente e si riporta la tabella seguente nella quale sono stati raccolti i dati relativi al torrente Tufere alla sezione di chiusura prevista alla confluenza dei due rami (Tufere più Valle di Gasso) nella parte apicale della conoide alluvionale.

sigla SEZIONE CALCOLO:

BS054-TufereQ1

BACINO: Torrente Govine/Tufere

	Z2 (m s.l.m.)	Z1 (m s.l.m.)	DA (m2)	DL (m)
1	210	230	4.524	61.04
2	230	250	8.823	70.67
3	250	270	10.289	64.66
4	270	300	15.970	52.39
5	300	350	24.683	54.30
6	350	400	17.488	28.30
7	400	450	18.348	71.78
8	450	500	31.493	110.40
9	500	550	40.317	102.01
10	550	600	49.986	112.39
11	600	650	57.251	92.29
12	650	700	52.140	75.97
13	700	750	58.543	86.62
14	750	800	61.862	79.45
15	800	850	55.635	71.62
16	850	900	44.978	71.78
17	900	950	41.740	67.85
18	950	1000	42.771	114.20
19	1000	1050	47.422	155.07
20	1050	1100	32.314	94.76
21	1100	1150	39.344	43.85
22	1150	1200	40.760	0.00
23	1200	1248	16.938	0.00
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				
41				
42				
43				
44				
45				
46				
47				
48				
49				
50				

IPOTESI IDROLOGICHE							
TEMPO DI RITORNO	T (anni)	2	20	50	100	200	500
Coefficiente $q_{100}$	[m <sup>3</sup> /(s.km <sup>2</sup> )]	4.00					
Coefficiente deflusso	Cd	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
Parametri curva possibilità climatica							
	d<1h	n	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000	0.5000
		a	21.76	37.44	43.04	47.24	56.96
	d≥1h	n	0.4254	0.4211	0.4203	0.4199	0.4186
		a	21.76	37.44	43.04	47.24	56.96
DATI BACINO SOTTESO							
Superficie Bacino	S (km <sup>2</sup> )	0.81					
Lunghezza Asta principale	L (Km)	1.701					
Altitudine MASSIMA	[m s.l.m.]	1248.00					
Altitudine MINIMA	[m s.l.m.]	210.00					
Altitudine MEDIA	[m s.l.m.]	762.94					
Dislivello MEDIO rispetto a sez. chiusura	[m]	552.94					
CALCOLI PRELIMINARI							
Tempo corriv. GIANDOTTI	[ore]	0.327					
	[min]	19.65					
TEMPO DI CORRIVAZIONE MINIMO	[ore]	0.250					
TEMPO DI CORRIVAZIONE ADOTTATO	[ore]	0.327					
Altezza pioggia per t=Tc	h <sub>t</sub> [mm]	12.45	21.42	24.53	27.03	32.59	34.98
Intensità pioggia per t=Tc	I <sub>t</sub> [mm/h]	38.03	65.42	75.22	82.56	99.52	106.81
Calcolo pioggia ragguagliata ("procedura Wallingford")							
f <sub>1</sub> = 0.0394 S <sup>0.354</sup>	f <sub>1</sub>	0.037					
f <sub>2</sub> = 0.40-0.0208 ln(4.6-ln S) se S<20 Km <sup>2</sup>	f <sub>2</sub>	0.367					
f <sub>2</sub> = 0.40-0.03632 (4.6-ln S) <sup>2</sup> se 20<S<100 Km <sup>2</sup>							
Areal Reduction Factor = 1 - f <sub>1</sub> f <sub>2</sub>	ARF	0.945					
Altezza pioggia ragguagliata per t=Tc	h <sub>c</sub> [mm]	11.77	20.24	23.27	25.64	30.79	33.05
Intensità pioggia ragguagliata per t=Tc	I <sub>c</sub> [mm]	35.93	61.81	71.07	78.00	94.03	100.91
STIMA PORTATE [m <sup>3</sup> /s]							
Formule empiriche							
Gherardelli-Marchetti (x bacini grandi, esagerata per piccoli)					80.45		
Cmax = S q 100 (S/100) <sup>-2/3</sup>							
Mongiardini (adattamento Gherardelli-Marchetti a piccoli bacini)					36.08		
Cmax = S q 100 (S/100) <sup>-1/2</sup>							
Forti (valide per S<1000 Km <sup>2</sup> )					7.68		
con h <sub>g</sub> < 200 mm: Cmax = S x [ 2.25 x 500/(S+125) + 0.5 ]							
con h <sub>g</sub> < 400 mm: Cmax = S x [ 3.25 x 500/(S+125) + 1 ]					11.32		
Formule che tengono conto pluviometria							
Razionale s.za ragguaglio Cmax = 0.278 Cd hc S / Tc		4.30	7.40	8.51	9.34	11.25	12.08
Giandotti s.za ragguaglio Cmax = 0.278 (fIk) hc S / Tc		10.75	18.50	21.27	23.34	28.14	30.20
(con S<300 km2 I=10 f=0.5 k=4)							
Razionale con ragguaglio Cmax = 0.278 Cd hc S / Tc		4.06	6.99	8.04	8.82	10.63	11.41
Giandotti con ragguaglio Cmax = 0.278 (fIk) hc S / Tc		10.16	17.48	20.09	22.05	26.58	28.53
(con S<300 km2 I=10 f=0.5 k=4)							
Ricostruzione IDROGRAMMA DI PIENA							
Convoluzione con istogramma costante		4.06	6.98	8.03	8.81	10.63	11.40
Convoluzione con istogramma triangolare		4.84	8.32	9.57	10.50	12.66	13.59
Portata di riferimento		4.45	7.65	8.80	9.66	11.64	12.49

Tabella 7: dati bacino Tufere (da Elaborato Tecnico reticolo idrico minore).

### 2.3.3. SIBCA (Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua) - Regione Lombardia.

In considerazione del fatto che il torrente Tufere è un corso d'acqua inserito nell'elenco dei corsi d'acqua di competenza regionale in quanto appartenente al Reticolo Idrico Principale, qui di seguito si riportano in forma completa i dati, relativi al torrente Tufere e contenuti nel SIBCA (Sistema Informativo Bacini e Corsi d'Acqua) della Regione Lombardia

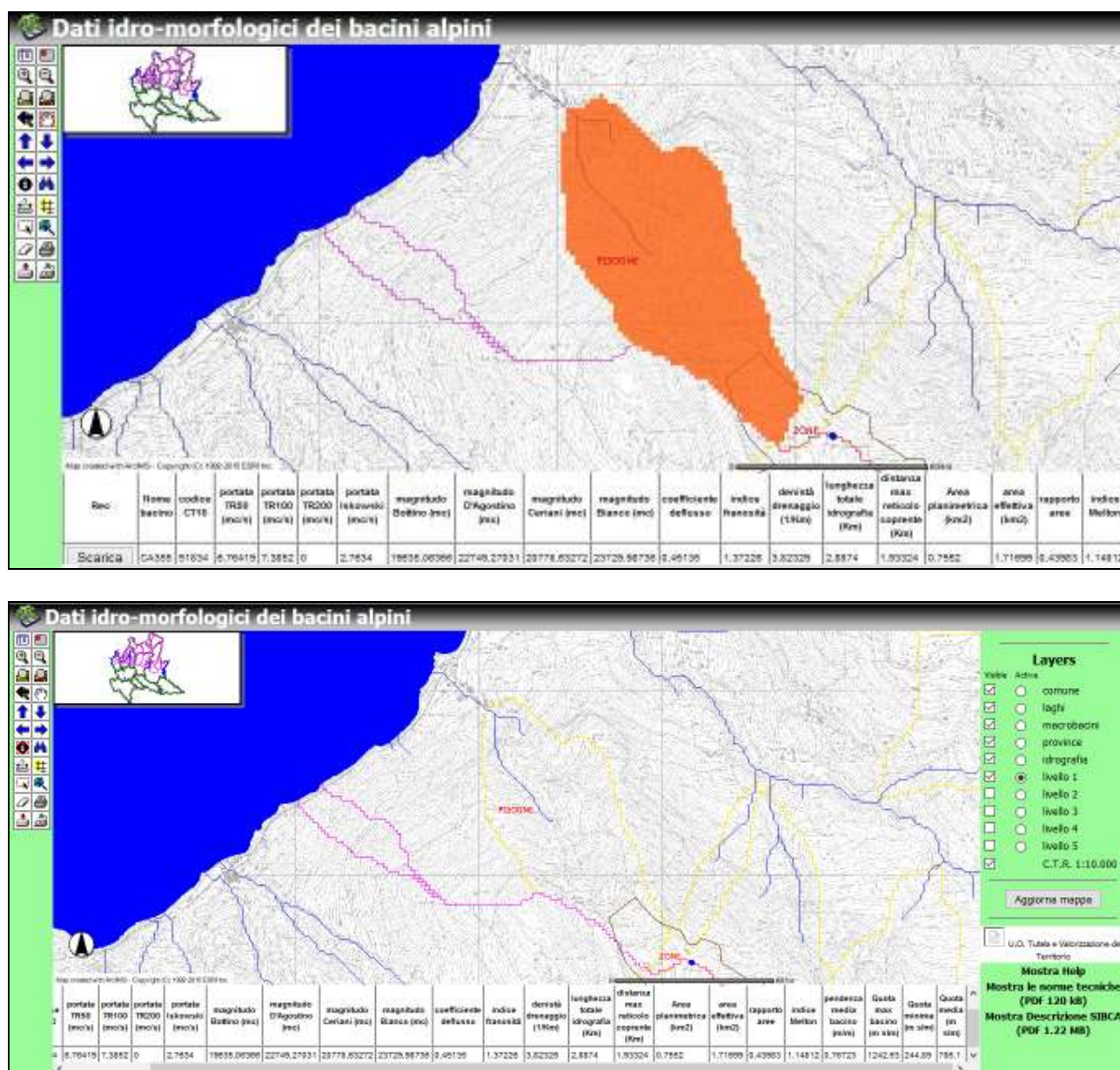
COMMITTENTE: Comune di Pisogne - Via Vallecamonica, 2 - 25055 - Pisogne (BS)

CONOIDE DEL TORRENTE TUFERE DI GOVINE (PISOGNE, BS)

PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE E RICLASSIFICAZIONE (Allegato 2 della DGR IX/2616/11)

RELAZIONE TECNICA





**Fig. 8:** Schermata dal database SIBCA con individuazione del bacino del torrente Tufere  
(<http://www.cartografia.regione.lombardia.it/website/viewersibca/viewer.htm>)

<b>Nome Bacino</b>	CA355
<b>Codice CT10</b>	51834
<b>Portata TR50 (m<sup>3</sup>/s)</b>	6,76
<b>Portata TR100</b>	7,38
<b>Portata TR200</b>	non riportata
<b>Portata Iskowski (m<sup>3</sup>/s)</b>	2,76
<b>Magnitudo Bottino (m<sup>3</sup>)</b>	19635,06
<b>Magnitudo D'Agostino</b>	22749,27
<b>Magnitudo Ceriani</b>	20778,63
<b>Magnitudo Bianco</b>	23729,98
<b>Coefficiente di deflusso</b>	0,45135
<b>Indice di franosità</b>	1,37226
<b>Densità drenaggio (l/Km)</b>	3,82329
<b>Lunghezza totale idrografia (Km)</b>	2,8874
<b>Distanza max reticolo coprente (Km)</b>	1,93324
<b>Area planimetrica (Km<sup>2</sup>)</b>	0,7552
<b>Area effettiva (Km<sup>2</sup>)</b>	1,71699
<b>Rapporto aree</b>	0,43983
<b>Indice di Melton</b>	1,14812
<b>Pendenza media bacino (m/m)</b>	0,76723
<b>Quota max bacino (m s.l.m.)</b>	1242,63
<b>Quota minima (m s.l.m.)</b>	244,89
<b>Quota media</b>	786,1

**Tabella 8:** dati morfologici e idraulici del bacino torrente Tufere (SIBCA Regione Lombardia).

## **2.4. Considerazioni conclusive sui dati esistenti**

Alla luce delle considerazioni effettuate nei paragrafi precedenti emerge che successivamente al lavoro di perimetrazione e classificazione della conoide del Tufere, effettuato nell'ambito della componente geologica in adeguamento al PAI del 2002 sono stati realizzati tutta una serie di nuovi studi (vedi studio RIM e realizzazione database SIBCA regionale) oltre che progettati e realizzati interventi di difesa idraulica (realizzazione briglia selettiva) e studi finalizzati a valutare le problematiche di rischio idrogeologico, soprattutto nell'ottica di fornire utili indicazioni alla programmazione e alla realizzazione di nuove opere di difesa idraulica e/o in funzione della stesura di piani di manutenzione di quelle esistenti (III° lotto studio sottobacino Valle Camonica - Torrente Tufere). Tutti questi studi hanno permesso di rivedere e affinare le valutazioni inerenti i valori di portata liquida, solida, magnitudo evento del torrente Tufere, anche se la procedura attualmente vigente nell'ambito della DGR IX/2616/11 (Allegato 2) risulta figlia della procedura adottata a suo tempo e riferibile alla DGR 7/6645/01.

Preso atto di questa cosa e ritenendo doveroso procedere con una valutazione da realizzarsi a favore di sicurezza si ritiene di effettuare le considerazioni di merito sulla pericolosità geologica e sul livello di rischio nell'ambito della conoide del torrente Tufere partendo dai medesimi valori dello studio del 2002 (vedi paragrafo 2.3.1.1 e Allegato A "Scheda conoide"), tenendo conto del fatto che, l'unico vero elemento in grado di condizionare l'evoluzione di un fenomeno di debris flow, subentrato nel frattempo è rappresentato dalla realizzazione della briglia selettiva all'apice della conoide che sicuramente può giocare un ruolo di primo piano sulla dinamica dell'evento alluvionale, permettendone una maggiore contestualizzato alla realtà attuale ed alla situazione presente.

Nei capitoli seguenti si procederà pertanto con l'analisi della situazione geologica nell'ambito del bacino idrografico del torrente Tufere, puntando l'attenzione principalmente sugli aspetti di dinamica geomorfologica che possono alimentare la presenza di coltri detritiche mobilizzabili e/o presenza di depositi in alveo facilmente trasportabili o che possano essere presi in carico in caso di forti precipitazioni e/o evento alluvionale; successivamente si analizzerà la situazione dell'alveo nell'ambito della conoide e le principali situazioni di interferenza che possano influenzare l'evolversi di un evento alluvionale parossistico (propagazione di un debris flow), prima fra tutti la briglia selettiva realizzata all'apice della conoide.

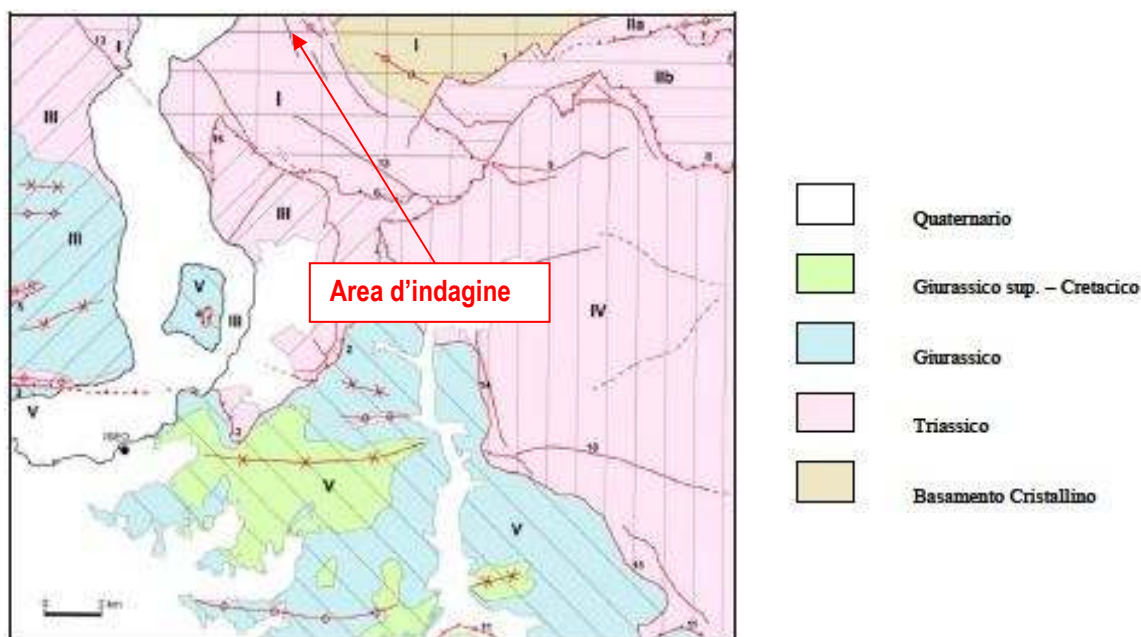


### **3. INQUADRAMENTO GEOLOGICO E STRUTTURALE DEL BACINO DEL TORRENTE TUFERE**

La zona di indagine è inserita in un contesto geologico piuttosto complesso e tale complessità è il risultato dei diversi fenomeni deformativi sia di natura fragile sia di tipo duttile che hanno complicato le reciproche interazioni di natura stratigrafico-deposizionale fra le formazioni litostratigrafiche presenti. Dopo un'introduzione sull'assetto tettonico dell'area e del contesto in cui si inserisce, derivante principalmente dalla consultazione dei fogli CARG 099 "Iseo" e CARG 078 "Breno", al confine dei quali viene a localizzarsi l'area d'indagine, si procederà con una disamina di maggior dettaglio circa le formazioni litostratigrafiche effettivamente affioranti nell'area d'indagine, puntando fin da subito l'attenzione su alcuni aspetti causati dal comportamento reologico delle rocce affioranti nella zona. Nel capitolo 4 invece si procederà con l'analisi del complesso assetto geologico desunto dall'interpretazione dei dati raccolti durante le fasi di rilevamento sul terreno sia di tipo geologico-strutturale che di tipo geomorfologico.

#### **3.1. Inquadramento geologico - strutturale generale**

L'attuale assetto tettonico dell'area, nella quale è inserita anche la parte nord orientale del lago d'Iseo, è il risultato di una serie di imponenti fenomeni compressivi che, a partire dal Cretaceo fino al Miocene ed anche oltre visto che l'orogenesi alpina è tutt'ora in corso, hanno contraddistinto l'evoluzione della catena alpina. Come si evince dall'esame della figura 9 il risultato finale di questi fenomeni è la presenza di differenti unità tettoniche, scollate e sovrapposte le une sulle altre ed aventi una vergenza verso i quadranti meridionali; infatti a causa dell'attivazione di faglie e sovrascorrimenti (di cui parleremo nello specifico del dettaglio della nostra area) le formazioni litostratigrafiche più antiche (dal Basamento Cristallino alle successioni del Trias Inferiore) sono state esumate e traslate al di sopra delle formazioni litostratigrafiche più recenti, con conseguente sviluppo di fenomeni plicativi a media e grande scala (anticlinali di rampa) caratterizzate dalla contemporanea formazione di diverse famiglie di fratture, quale diretta conseguenza dell'accomodamento della formazione rocciosa alle deformazioni in atto.



**Fig. 9:** Carta tettonica dell'area oggetto di indagine (estratto da "Note illustrative Carta Geologica d'Italia-1:50000- Foglio Iseo"). I numeri romani contraddistinguono le differenti unità tettoniche sovrascorse, mentre i colori identificano l'età delle diverse unità : l'area di nostro interesse si colloca nell'unità I.

L'area in esame è compresa nell'unità I nell'ambito della quale si ha la venuta a giorno della porzione più meridionale di tutto il Sudalpino lombardo del Basamento Cristallino. Quest'ultimo è strutturato ad anticlinale di rampa con asse di piegamento variabile, ma in generale orientato ENE-WSW ed avente un'immersione strutturale verso occidente. Ed è sul fianco meridionale di questa anticlinale, conosciuta anche come anticlinale camuna, che affiora la successione permo-triassica che risulta ben rappresentata, come si vedrà nel paragrafo successivo, nella porzione del territorio comunale di Pisogne investigata.

Fin d'ora va rimarcato che sono numerose le faglie e le strutture tettoniche minori che interessano la successione stratigrafica appartenente a questa Unità strutturale: le più evidenti sono le faglie trascorrenti e transpressive destre, con direzione all'incirca NW-SE che, posizionate a est di Govine e Pisogne, segmentano e disarticolano il contatto fra Basamento Cristallino, Verrucano Lombardo, Servino, Carniola di Bovegno e Calcare di Angolo, generando una serie di pieghe "*en-echelon*" evidenti soprattutto nella formazione del Servino e della Carniola di Bovegno. La presenza di questi fenomeni deformativi ha determinato nell'area di nostro interesse, la presenza di una fitta ragnatela di fratture e fessurazioni che sono state ben evidenziate dal rilevamento di campagna, dall'analisi geomeccanica degli affioramenti rocciosi più significativi.

### 3.2. Inquadramento geologico - stratigrafico di riferimento

Come precedentemente accennato l'anticlinale camuna, con il suo movimento verso sud ha portato a giorno la successione permo-triassica, facendola affiorare in modo più o meno deformato in tutta l'area di indagine. Nello specifico, nel settore indagato non vi affiora il Basamento Cristallino né il Verucano Lombardo ed il Servino, litologie ben evidente in aree poste nel limitrofo bacino del torrente Trobiolo mentre risulta ben rappresentata, dalla più antica alla più recente, la seguente successione stratigrafica:

- Carniola di Bovegno (Olenekiano ? - Anisico inferiore p.p.).
- Calcare di Angolo (Anisico inferiore - medio).
- Calcare di Prezzo (Anisico superiore, Illirico).
- Formazione di Buchenstein (Ladinico inferiore).
- Formazione di Wengen (Ladinico medio - superiore p.p.).
- Calcare di Esino (Ladinico superiore).

Queste formazioni, di cui si fornirà la descrizione nei paragrafi seguenti, risultano sormontati dalla presenza di coltri di depositi quaternari riferibili a depositi di origine alluvionale o di versante piuttosto che da depositi glaciali che manifestano tutti la tendenza ad obliterare i contatti stratigrafici e/o tettonici.

#### Carniola di Bovegno (Olenekiano ? - Anisico inf. p.p.)

Nell'area di nostro interesse la Carniola di Bovegno, nella fattispecie della sua lente di gesso, rappresenta il substrato roccioso su cui poggia l'abitato di Govine e le aree poste in adiacenza alla parte apicale della conoide alluvionale del torrente Tufere (Foto 7). La formazione è formata da dolomie marnose vacuolari di colore giallognolo o ocreo, a stratificazione indistinta o in grossi banchi, talora brecciate, con intercalazioni di calcari dolomitici e siltiti varicolori. Gli orizzonti di breccie inglobano clasti metrici di calcari fini in strati centimetrici, talora piegati. Le cavità degli orizzonti di dolomie vacuolari presentano talora riempimenti di gesso e anidrite. Nella formazione si intercalano lenti, anche di notevole spessore, di evaporiti (gesso, anidrite) ben visibili nell'adiacente "cava LAGES" e sulle pareti della frana del Gasso. Proseguendo nell'adiacente bacino del torrente Trobiolo l'unità si presenta in genere molto tettonizzata e in cattive condizioni di esposizione. Inoltre si può fin d'ora ragionevolmente presupporre che la Carniola di Bovegno



rappresentanti il substrato roccioso di una buona parte dell'abitato di Pisogne quantomeno di quella porzione dell'abitato che si incontra risalendo dalla foce del Trobiolo nel lago d'Iseo passando per la Pieve e località Castellazzo, fino ai terrazzi morfologici ben evidenti fra Pressò e Minicco Staffoni.



**Foto 7:** Affioramento di Carniola di Bovegno nei pressi della località Govine Superiore lungo la strada comunale per la località Rocchetta.

#### *Calcare di Angolo (Anisico inferiore - medio)*

Il Calcare di Angolo costituisce la gran parte della dorsale che dal Monte Guglielmo scende in direzione di Govine e nel contesto di nostro interesse risulta essere la litologia dominante nella porzione mediana e basale del bacino idrografico del torrente Tufere così come lungo la parete rocciosa rappresentante il principale salto morfologico presente e che connette la parte basale del bacino con la zona apicale della conoide alluvionale.

La formazione è definita inferiormente da calcari grigio-scuri e neri, per lo più microcristallini, fittamente venati di calcite, a stratificazione indistinta o in grossi banchi, alternati con calcari ad entrochi, grigio-scuri, in strati di 30-60 cm. La parte superiore dell'unità è costituita da una ritmica alternanza di calcari neri, localmente nodulari, in straterelli di 2-10 cm ben visibile nella parte alta del Vallone dell'Insero, con argilliti carboniose bruno-nerastre, spesso micacee. Nella formazione sono saltuariamente presenti anche orizzonti di calcareniti e biocalcareniti.



**Foto 8:** Affioramento di Calccare di Angolo lungo il sentiero che sale all'opera di presa della sorgente Tufere a monte di Govine Superiore.

#### *Calccare di Prezzo (Anisico superiore, Illirico)*

Il Calccare di Prezzo affiora al tetto dell'Angolo e affiora sporadicamente nella porzione medio-alta del bacino del Tufere in continuità con affioramenti presenti nella parte sommitale del Vallone dell'Insero nell'adiacente bacino del torrente Trobiolo.

La formazione è caratterizzata da calcari e calcari marnosi da grigi a neri, alternati ritmicamente a merne e argilliti nere, ad elevata fissilità. I calcari si presentano in strati da centimetrici a decimetrici e sono prevalenti alle marne, le quali sono talora fortemente costipate al punto che le porzioni calcaree si trovano a contatto, e conferiscono all'unità un aspetto nodulare. La distinzione con il sottostante Calccare di Angolo risulta fortemente soggettiva e condizionata dalla presenza del "Banco a Brachipodi" o dell'intermedio Calccare del Monte Guglielmo.

#### *Formazione di Buchenstein (Ladinico inferiore)*

La Formazione di Buchenstein si rinviene lungo una fascia che da Toline sul lago d'Iseo sale alla Malga Aguina e lambisce in diversi punti gli areali appartenenti al bacino del torrente Tufere fin alla porzioni sommitali nella zona di Monte Novale per poi allontanarsi dall'area di nostro interesse. Trattasi di calcari da grigi a nerastri compatti, talora pseudonodulari (bernocoluto, in strati ben

marcati da 10 a 30 cm ed oltre, intercalati da livelli centimetrici di peliti grigio-verdastre. Sono tipicamente presenti selci e noduli, liste e ad aspetto reticolare, di colore giallastro, e strati di vario spessore, anche millimetrici, costituiti da depositi vulcanoclastici molto alterati di colore verdino, spesso gradati e risedimentati ("pietre verdi").

#### Formazione di Wengen (Ladinico medio - superiore p.p.)

La Formazione di Wengen è anch'essa presente in un'areale che partendo dalle spalle dell'abitato di Toline risale in direzione della Malga Aguina lambendo in più punti gli areali interni al bacino idrografico del Tufere e risulta caratterizzata dalla presenza di marne e calcari marnosi neri a frattura concoide, a stratificazione per lo più indistinta, ed in subordine arenarie e siltiti vulcanoclastiche, e tufiti grigio-verdine, in strati centimetrici talora gradati e laminati. La facies di transizione con il soprastante Calcare di Esino risulta caratterizzata dalla presenza di alternanze decimetriche di calcari marnosi e marne calcaree nerastre e calcari di color grigio chiaro così come risultano ben visibili nei pressi della località Campo delle Rape sotto Malga Aguina.

#### Calcare di Esino (Ladinico superiore)

Il Calcare di Esino lambisce la porzione sommitale del bacino idrografico del Tufere in quanto affiorante nei pressi di Malga Aguina. Trattasi di calcari, calcari dolomitici e dolomie grigio chiari, a stratificazione grossolana o massicci, spesso fossiliferi. Localmente si distinguono due litofacies, che non è stato possibile cartografare. Il passaggio alla sovrastante Arenaria di Val Sabbia risulta ben visibile lungo la strada che da passo Croce di Zone sale a Malga Aguina ad una quota di circa 1085m s.l.m. in una zona esterna agli areali di nostro interesse.



## 4. RILEVAMENTO GEOLOGICO - STRUTTURALE E GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

### 4.1. Inquadramento generale

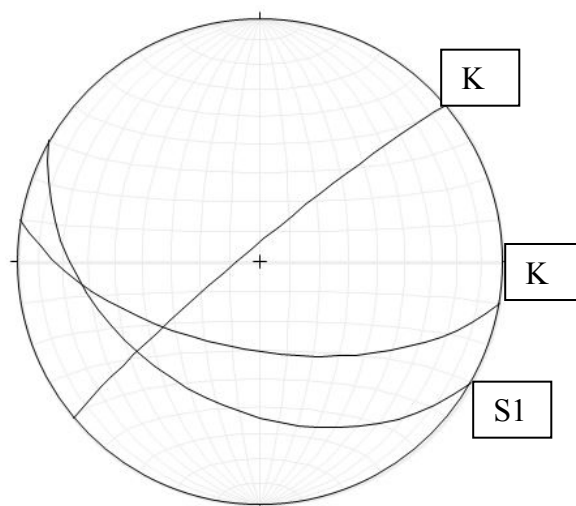
Il contesto geologico strutturale dell'area di indagine vede la presenza di una successione triassica in apparenza quasi monoclinale, che vede alle quote più basse la presenza della Carniola di Bovegno ( centro abitato di Govine), la quale lascia spazio a quote più alte a litotipi calcarei più competenti della F.ne del Calcare di Angolo , i quali dominano quasi tutto l'areale di interesse fino al versante orientale del Monte Novale, quasi alla quota di 1100m s.l.m. dove, le ripide pareti del Monte Novale risultano impostate in una formazione calcarea a carattere meno nodulare, afferente alla F.ne di Buckenstein (vedi Tav. 1 "Carta geologica e geomorfologica di dettaglio, scala 1:5.000").

Gli strati immergono in maniera quasi monotona verso il settore Sud Meridionale( circa 220-240 gradi rispetto al nord), con inclinazioni che variano tra i 40 e i 70 gradi : tal fatto risulta compatibile col contesto strutturale locale, che vede la presenza di fenomeni deformativi a carattere fragile duttile, i quali si sviluppano con un asse generalmente secondo direttrici NNW-SSE e SSW-NNE.

Anche in questo caso si assisterebbe alla presenza di fenomeni deformativi interessanti anche i litotipi più competenti calcarei, caratterizzati dalla presenza di pieghe probabilmente serrate e non continue nell'ammasso roccioso, aventi direzione del piano assiale NNW-SSE e SSW-NNE.

Tali fenomeni plicativi sarebbero facilitati e si presenterebbero più diffusi in corrispondenza della parte centrale del bacino dove risultano affioranti litotipi afferenti probabilmente alla facies calcareo marnosa della formazione del calcare di Angolo.

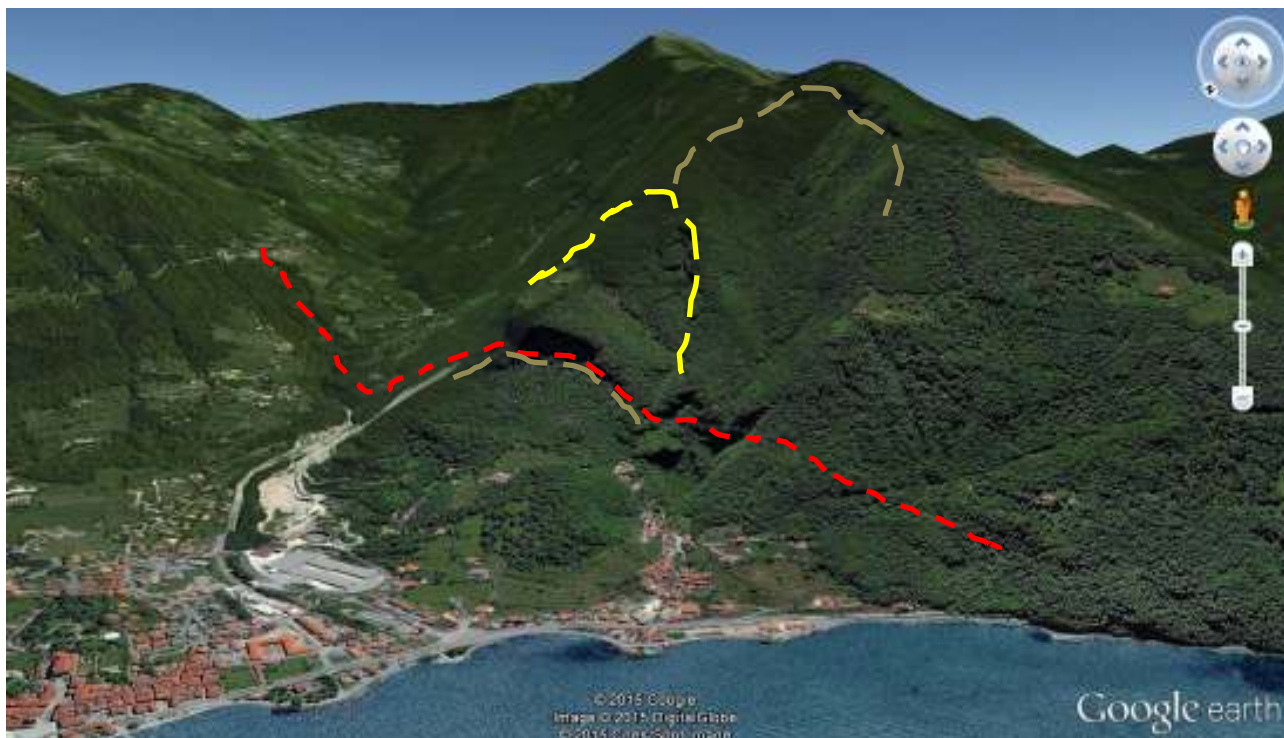
Parlando dei fenomeni a dinamica fragile, si è potuto constatare come la fratturazione degli ammassi rocciosi sia sostanzialmente dominata dalla presenza di tre superfici di discontinuità principali: la prima , S1, risulta essere la stratificazione, che come già detto risulta possedere immersioni verso i quadranti sud meridionali, con inclinazioni variabili tra 40 e 70 gradi; a seguire si ritrova la famiglia di fratture K1, al quale possiede immersioni verso il settore settentrionale e presenta inclinazioni variabili, in funzione dello stato deformativo dell'ammasso roccioso e delle possibili rotazioni nello spazio del reticolo di giunti; per ultima risulta presente una terza famiglia di fratture K2 , questa volta maggiormente variabile come orientazione nello spazio, ma in generale immergente verso il settore meridionale.



**Fig. 10:** Proiezione stereografica esemplificativa dei principali set di fratture presenti.

Importante è sottolineare come il sistema di frattura K1, il quale risulta spesso con inclinazioni subverticali e immergenti generalmente verso nord, anche se locali curvature ne consentono l'immersione verso meridione, risulta essere probabilmente alla base della conformazione morfologica del versante, dominato da cambi di pendenza e ripide pareti rocciose.

La disposizione delle pareti rocciose sovrastanti l'abitato di Govine, risulta compatibile con la presenza del set di frattura K1: l'analisi morfologica del versante consentirebbe di ipotizzare come in un passato remoto, porzioni del versante possano essersi scollate più o meno improvvisamente, originando movimenti gravitativi anche importanti e originando quindi la conformazione morfologica attuale del versante, caratterizzata dalla presenza in cresta di trincee e contropendenze e con situazioni tipo quella di Gasso Alto, rappresentante una situazione di fenomeno gravitativo di versante anche di notevole importanza volumetrica (Fig. 11).



**Fig. 11:** In rosso il sistema K1, in beige la nicchia di un probabile paleo evento gravitativo, in giallo il possibile sviluppo per arretramento di nicchia del fenomeno gravitativo in oggetto.

L'analisi strutturale degli ammassi rocciosi ha previsto la realizzazione di 6 stop strutturali concentrati nella porzione mediana e superiore del bacino (vedi Allegato 3: Schede di analisi geomeccanica degli affioramenti rocciosi).

Il contesto geomorfologico risulterebbe di conseguenza fortemente influenzato dalle caratteristiche geomeccaniche e di fratturazione degli ammassi rocciosi in loco; di seguito si riporteranno schematicamente le risultanze dei dati raccolti, evidenziando inoltre la correlazione con le principali evidenze geomorfologiche riscontrate in sito.

## **4.2. Analisi strutturale e geomorfologica del versante**

### **4.2.1. Porzione alta del bacino ( Campo delle Rape-Monte Novale)**

Il contesto morfologico vede la presenza di aspre pareti rocciose subverticali, la cui conformazione sembra confermare le caratteristiche meccaniche della roccia in sito.



**Foto 9:** Panoramica del versante a quota 1050 ca e delle pareti del Monte Novale.

L'ammasso roccioso si presenta in generale poco o mediamente alterato con caratteristiche geomeccaniche da medio a buone, risultando composto da un calcare compatto con presenza di 3 set principali di fratture spaziate in genere 20-30 cm; l'ammasso presenta un valori di  $GSI=60$ .

L'orientazione del reticolo di fratture renderebbe l'ammasso roccioso suscettibile a fenomeni di crollo per ribaltamento, vista la presenza di set di fratture a tratti sub verticali e comunque aventi una immersione contraria alla giacitura delle pareti rocciose del Monte Novale.

Lo stato di attività morfologica delle pareti rocciose in questione non sembrerebbe essere elevato, come può evincere dall'analisi della falda detritica al piede delle stesse, la quale risulta si piuttosto sviluppata, ma anche piuttosto vegetata, sintomo di una scarsa attività di scarico di massi e detriti dalle pareti, che altrimenti interferirebbe con la crescita della vegetazione: rimane presente il rischio da crollo per ribaltamento di locali porzioni rocciose.





**Foto 10:** Il versante sottostante le pareti rocciose del Monte Novale, si presenta ben vegetato, con la falda detritica non soggetta a particolari fenomeni gravitativi in atto.

Discendendo il versante fino a una quota di circa 850m, si assiste sempre alla presenza di una coltre di detrito piuttosto vasta, la quale risulta stabile sulle pendenze considerevoli del versante in questione, probabilmente grazie all'effetto di ritegno esercitato dalla presenza di diversi ordini di speroni e pareti rocciose, le quali generando locali cambi di pendenza, consentono di mantenere la coltre detritica stabile su pendenze di anche di 30-35 gradi. Alla base delle pareti rocciose si assiste alla presenza di un cambio vegetazionale, localizzato soprattutto nella porzione di bacino che si trova risalendo il sentiero verso Malga Aguina in prossimità di campo delle Rape: qui la presenza di uno sperone roccioso a valle, ha consentito lo sviluppo sul pendio di una forte attività pedogenetica; le essenze vegetali presenti risultano essere inoltre differenti e costituite anche da latifoglie e da essenze amanti dell'acqua (felci-alberi di sambuco), fatto da ricondurre alla probabile

presenza di una maggiore circolazione idrica superficiale rispetto alle restanti porzioni del versante, dove la coltre detritica poco alterata consente all'acqua di infiltrarsi in profondità.

Lungo la direttrice che da Malga Aguina discende lungo il relativo promontorio roccioso di Campo delle Rape, per poi proseguire lungo il versante in direzione NNW, si assiste alla presenza di locali depressioni di dimensioni metriche a carattere subcircolare: la presenza di tali depressioni, spesso localizzate lungo direttrici ben definite, e la presenza in sito di litotipi calcarei competenti, e dominati da reticoli di frattura persistenti anche in profondità, potrebbe essere l'espressione morfologica superficiale di fenomeni di carsismo, a tratti anche sviluppato (doline-inghiottitoi).



**Foto 11:** Possibili doline risalendo il versante verso Campo delle Rape.





**Foto 12:** Depressione a quota 850 lungo la direttrice Gasso Alto-Campo delle Rapa.

In questa porzione di versante la copertura pedologica risulta essere poco importante, e spesso si assiste alla presenza di piante ribaltate a causa dell'effetto vela e della scarsa radicazione delle stesse: il fenomeno può risultare pericoloso per l'equilibrio locale del versante, in quanto destabilizza localmente la coltre detritica e permette alle acque di accumularsi nelle depressioni formatesi e saturare localmente il terreno.

La presenza a tratti di diversi fusti legnosi e materiale detritico vario accumulatosi soprattutto nelle porzioni corrispondenti o nelle vicinanze degli impluvi principali risulterebbe costituire un fenomeno di rischio piuttosto elevato per l'innescò di colate detritiche a seguito di eventi precipitazionali importanti, costituendo infatti una sorta di tappo al deflusso regolare delle acque e permettendo una saturazione della coltre detritica maggiore a causa dell'effetto diga.



**Foto 13:** Alberi caduti causa probabile presenza di fenomeni di soliflusso e soli creep.





**Foto 14:** Materiale ligneo e roccioso ostruente uno dei principali impluvi sul versante.

#### *4.2.2. Porzione mediana del bacino*

Discendendo lungo il versante e portandosi nella zona di confluenza dei principali impluvi presenti, alla quota di circa 750 m , si assiste a un locale cambio litologico : si passa infatti dalla presenza di una spessa falda detritica sovrapposta ai litotipi carbonatici competenti del Servino, alla presenza di un litotipo calcareo marnoso, piuttosto fratturato e alterato, avente indice GSI=25 il quale in superficie presenta una spessa coltre di alterazione pedologica, la quale risulta colonizzata da vegetazione , anche questa volta di tipo differente dalle essenza silvestri presenti, spesso arbustiva o amante dell'acqua.



**Foto 15:** Stato di fratturazione presente nel litotipo marnoso-calcareo.

Nella zona in questione si sono individuate anche zone con emergenze sorgentizie, probabilmente della tipologia a soglia sottoposta, legate quindi a un contrasto di permeabilità tra il litotipo calcareo marnoso, e la soprastante falda di detrito e roccia competente fratturata, localmente maggiormente più permeabile.



**Foto 16:** Emergenza idrica.



In questa porzione di versante gli impluvi presentano raramente l'alveo di scorrimento impostato in roccia, bensì in materiale litoide di pezzatura decimetrico centimetrica, a tratti facilmente mobilizzabile con un aumento delle sovrappressioni interstiziali: l'alveo risulta inoltre possedere una forma concava a semicerchio, con sponde ben definite e incise, evidenza morfologica di fenomeni di colata detritica passati, i quali hanno profilato in tal maniera l'alveo di scorrimento.

Localmente si assiste alla presenza di piccoli scivolamenti superficiali diffusi, impostati nelle porzioni più alterate della coltre detritica, oppure dove essa risulta essere meno competente e sovrapposta a un substrato litoide.



**Foto 17:** Dettaglio dell'alveo del principale impluvio che drena il versante.

#### 4.2.3. *Porzione medio bassa del bacino*

Spostandosi nella porzione medio inferiore del bacino, lungo la direttrice Le Volte-Gasso alto, si assiste alla progressiva presenza di una falda detritica superficiale sempre più alterata: in questo

contesto si assiste a una maggiore incisione del reticolo idrico superficiale, soprattutto dove questo risulta scorrere nel detrito, per poi incontrare alcuni speroni rocciosi.

In corrispondenza delle parti rocciose, come peraltro, lungo tutta l'estensione del bacino, ove siano presenti litotipi affioranti, la disposizione reciproca di giunti e fratture rende possibile il disgaggio di blocchi per crollo e ribaltamento.

Gli ammassi rocciosi in questa zona presentano un valore di  $GSI=35-40$

La coltre detritica, risulta maggiormente alterata e anche la copertura pedologica risulta presentare spessori anche superiori a 1-2m, come valutabile dalle incisioni dei principali dreni in loco.



**Foto 18:** Locali scivolamenti superficiali impostati nella coltre detritica.

**Foto 19:** Pareti rocciose a strapiombo con fenomeni di crollo e instabilità diffusa innescati anche dalla presenza detensionante di alberi e radici.





A conclusione della campagna di rilevamento sul terreno nell'ambito degli areali del bacino idrografico del Tufere si può asserire che il substrato roccioso quando non direttamente affiorante risulta subaffiorante e caratterizzato comunque da una fratturazione piuttosto pervasiva con VRU variabili dal  $m^3$  al  $cm^3/dm^3$  in funzione della competenza del livello roccioso più o meno rappresentativo (vedi allegato 3: Schede analisi geomeccanica affioramenti rocciosi). Comunque solo localmente risultano presenti lembi di depositi quaternari che posso fungere da aree di alimentazioni di materiale detritico mentre nella maggior parte dei casi questo deriva dall'alterazione del substrato roccioso presente per fenomeni sia di erosione meteorica che di fenomeni di crioclastismo / termoclastico. Tale disponibilità di materiale tende normalmente a concentrarsi maggiormente alla base della parete rocciosa retrostante l'abitato di Govine, rappresentante il salto morfologico di collegamento fra la parte alta del bacino e la sua parte basale / area di conoide, caratterizzato dalla presenza, soprattutto in periodi immediatamente successivi ad abbondanti precipitazioni così come nei periodi di scioglimento nivale, di una cascata la cui forza d'impatto tende a movimentare il materiale alla base e a ridistribuirlo nella parte bassa del bacino idrografico e nella porzione di conoide retrostante la briglia selettiva.

Val la pena inoltre sottolineare che ipotizzando una coltre di copertura (ove presente nell'ambito della parte alta del bacino, sopra la parete rocciosa della "cascata del Tufere") variabile fra 1 e 2m la volumetria potenzialmente movimentabile varia fra i  $30000m^3$  (1m di spessore della coltre) e i  $60000m^3$  (2m di spessore della coltre detritica) e tale valore si ottiene considerando tutte le aree mobilizzabili riferibili alle coltri detritiche così come sono state individuate e riportate in Tav. 1 "Carta geologica e geomorfologica del bacino idrografico, scala 1:5000".

Si evince che se valutato in base alla disponibilità di materiale detritico o potenzialmente movimentabile, presente nella parte di bacino idrografico, il volume del debris flow risulterebbe circa meno della metà di quello effettivamente tenuto in considerazione nell'ambito dello studio di perimetrazione e classificazione della conoide del 2002, valutati su basi "morfometriche".

## 5. ANALISI DELL'AREA DI CONOIDE E VALUTAZIONE SCENARIO DI EVENTO

Alla luce delle indicazioni e delle considerazioni riportate nei capitoli precedenti qui di seguito si procederà con l'analisi della situazione dell'alveo nell'ambito della conoide (vedi foto 20) prestando particolare attenzione sulle situazioni di maggior criticità in caso di evento e/o che possano condizionarne l'evoluzione; tale analisi può essere affrontata suddividendo la conoide stessa per tratti omogenei sinteticamente descritti partendo da:

- porzione apicale: dall'apice della conoide (sezione della briglia selettiva) al ponte stradale antistante l'edificio dell'ex Mulino "Masneri";
- porzione mediana: dalla sezione del ponte stradale antistante l'edificio dell'ex Mulino Masneri alla sezione della strada comunale Via Paolo VI;
- porzione distale (o terminale): dalla sezione della strada Comunale Via Paolo VI alla confluenza nel lago d'Iseo.



**Foto 20:** Foto da aereo della conoide del Tufere, con l'abitato di Govine in primo piano e le direttrici di propagazione di un debris flow dall'apice della conoide verso valle.

## 5.1. Porzione apicale della conoide

La porzione apicale della conoide si sviluppa fra la sezione di chiusura del bacino idrografico, coincidente con la presenza della briglia selettiva (sezione A-A<sup>1</sup>, vedi foto 21 e scheda monografica in Allegato B) per chiudersi all'altezza della sezione D-D<sup>1</sup> coincidente con il ponte stradale situato poco a valle del fabbricato dell'"ex Mulino Masneri" in centro all'abitato di Govine. La sezione A-A<sup>1</sup> è stata rilevata ad una quota di 284m slm mentre la sezione D-D<sup>1</sup> risulta individuata a quota 216m slm per un dislivello di 68m su una distanza di circa 100m.



**Foto 21:** Briglia selettiva realizzata all'apice della conoide del torrente Tufere.

Portandosi da monte verso valle l'alveo tende a restringere la propria sezione passando da una larghezza di oltre circa 10m alle spalle della sezione A-A<sup>1</sup> ad una larghezza di 3,65m alla sezione D-D<sup>1</sup> del ponte "ex Mulino Masneri" e si presenta quasi completamente interessato da opere di regimazione oltre che lambito da abitazioni o spazi pertinenziali delle stesse. Un elemento interferente è rappresentato dal ponte stradale corrispondente alla sezione B-B<sup>1</sup> (larghezza massima della sezione 6,45m) situato ad una quota di circa 240m mentre un'altra sezione significativa è stata individuata all'altezza della soglia di quota 227m slm (sezione C-C<sup>1</sup>). Quest'ultima risulta situata appena prima di uno slargo in destra idrografica corrispondente ad un'area verde di pertinenza di un fabbricato (Foto 22), leggermente in contropendenza, che in caso di non elevate velocità di scorrimento della colata detritica potrebbe rappresentare una potenziale via di fuga per il materiale trasportato dal debris flow proveniente da monte; la cosa risultava maggiormente veritiera prima della realizzazione della briglia selettiva in quanto nessun ostacolo si frapponeva precedentemente alla sezione in oggetto e a questo punto la colata sarebbe sopraggiunta alla sua massima velocità di propagazione.

COMMITTENTE: Comune di Pisogne - Via Vallecamonica, 2 - 25055 - Pisogne (BS)

**CONOIDE DEL TORRENTE TUFERE DI GOVINE (PISOGNE, BS)**

**PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE E RICLASSIFICAZIONE (Allegato 2 della DGR IX/2616/11)**

**RELAZIONE TECNICA**



La presenza della briglia selettiva lascia invece presagire che nella sua fase iniziale il debris flow troverebbe in essa un ostacolo da superare e solo una volta bypassata la briglia ricomincerebbe la discesa a valle con una sia pur limitata perdita di velocità. Qualora il debris flow riuscisse parzialmente a salire sull'area verde la disposizione dell'urbanizzato in destra idrografica, con la presenza di alcuni fabbricati in linea con lo spazio verde, finirebbe per avere l'effetto di un "pennello deviatore" e la colata detritica riprenderebbe la via preferenziale rappresentata dall'alveo del Tufere posto in adiacenza lasciando solo una porzione del materiale trasportato nello spazio sopracitato.



**Foto 22:** La freccia indica la potenziale via d'uscita di una colata detritica (spazio verde sulla destra).

Proseguendo la discesa lungo il tratto d'alveo in oggetto si sopraggiunge alla sezione di chiusura di questa porzione apicale, che rappresenta invece il vero anello debole / snodo deviatorio di maggior criticità nell'ambito della conoide del Tufere in caso di propagazione di un debris flow. Come si evidenzia bene in foto 23 (sinistra) un'eventuale colata detritica avrebbe gioco facile ad intasare e bypassare il ponte stradale lì indicato e prospiciente l'edificio dell'"ex Mulino Masneri", proseguendo poi la sua corsa in parte ancora in alveo (foto 23 destra e foto 24) ma soprattutto incanalandosi lungo la strada comunale in forte discesa e di collegamento con la Via Paolo VI (strada posta poco a monte ed in adiacenza alla linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo) così come verrà illustrato nel paragrafo seguente e schematizzato negli elaborati grafici, in primis la Tav. 2 "Carta della dinamica geomorfologica della conoide del torrente Tufere - scala 1:2.000".





**Foto 23:** Sezione di chiusura porzione apicale (sezione D-D<sup>1</sup>) vista da monte (a sinistra) e da valle (a destra).



**Foto 24:** Sezione di chiusura porzione apicale (sezione D-D<sup>1</sup>) vista da valle con ben evidente il salto dell'alveo nella parte pre-tombinatura.

## 5.2. Porzione mediana della conoide

La porzione mediana della conoide si sviluppa fra la sezione D-D<sup>1</sup> già indicata precedentemente e posta ad una quota di 216m slm e la sezione H-H<sup>1</sup> rappresentata dall'attraversamento (lato monte) della Via Paolo VI sul torrente Tufere e posta ad una quota di 190m slm individuando pertanto un dislivello di 26m su una distanza di circa 170m.



**Foto 25:** via di fuga rappresentata dalla strada comunale sulla sinistra della sezione D-D<sup>1</sup> vista da monte vs. valle.

Arrivati alla sezione D-D<sup>1</sup> la dinamica della colata detritica può evolvere secondo il seguente schema "comportamentale" (Foto 25):

- una volta occlusa e disalveata la sezione vista la favorevole pendenza della strada sulla sinistra il deflusso della colata detritica si andrebbe concentrando in quella direzione e solo al sopraggiungere di altro materiale da monte il debris flow potrebbe contemporaneamente proseguire lungo tale direttrice oltre che riprendere la direzione dell'alveo e ricadervi dentro, in quanto a valle della sezione D-D<sup>1</sup> vi è un salto di una decina di metri, di poco antecedente alla sezione E-E<sup>1</sup> (ingresso tombinatura). La tombinatura in questione presenta una lunghezza di 55metri, una larghezza massima all'imbocco di 3,77m mentre l'altezza è di 1,90m; qualora l'occlusione si verificasse, a debris flow già in corso, la porzione di colata in questione bypasserebbe sulla sinistra idrografica la sezione E-E<sup>1</sup> in quanto la via della destra idrografica è chiusa dalla presenza dei fabbricati posti sopra la tombinatura.

### 5.3. Porzione distale della conoide

La porzione distale della conoide si sviluppa a valle dell'attraversamento rappresentato dalla strada comunale "Via Paolo VI" e dal sedime della linea ferroviaria Brescia-Iseo-Edolo (Foto 26) e ad eccezione dell'alveo del corso d'acqua e delle sue fasce di rispetto difficilmente sarebbe interessata da un evento parossitico, in quanto l'evoluzione dello stesso, come visto precedentemente verrebbe condizionata dalla presenza dei diversi elementi di interferenza presenti a monte di questo tratto e finirebbe con l'esaurirsi all'altezza dell'ingresso della sezione apicale di questo tratto. Inoltre anche il problema di esondazione in caso di eventi minori, come accaduto nel 2008, sembra essere scongiurato, in quanto a seguito proprio di quell'evento il

tratto in questione e le sezioni di "monte" sono state sottoposte ad un intervento con la realizzazione di un canale di by pass con il fine di rendere più agevole lo scolmamento delle portate liquide in caso di forti precipitazioni e di materiale detritico in alveo. Resta sottinteso che al fine di mantenere efficiente ed efficace il sistema adottato l'alveo debba essere sottoposto periodicamente a degli interventi di manutenzione ordinaria e di pulizia.



**Foto 26:** Sezione di chiusura porzione mediana (sezione H-H<sup>1</sup>) vista da monte con in evidenza la griglia d'accesso al canale scolmatore.

## 6. PROPOSTA DI RIPERIMETRAZIONE E DI RICLASSIFICAZIONE CONOIDE TUFERE.

Alla luce delle indicazioni e delle considerazioni riportate nei capitoli precedenti e tenuto conto soprattutto della dinamica di evento così come descritta nell'ultimo capitolo, alla luce dell'importante ruolo giocato dalla briglia selettiva nel laminare l'evento di massima intensità atteso si ritiene di poter procedere alla ripermetrazione e riclassificazione della conoide del Tufere secondo uno schema che tenga conto della nuova situazione che si è venuta a creare. Pertanto nel seguito descrivendo i contenuti delle varie carte si forniranno le indicazioni relative ai cambiamenti apportati rispetto alle equivalenti cartografie contenute nella componente geologica, idrogeologica e sismica attualmente vigente.

### 6.1. Proposta di "Carta della dinamica geomorfologica della conoide del torrente Tufere"

Nella **Tav. 2** *"Carta della dinamica geomorfologica della conoide del torrente Tufere - scala 1:2.000"* sono indicati tutti gli elementi di criticità individuati nell'ambito della conoide, con particolare attenzione alle situazioni che maggiormente possono condizionare l'evoluzione dell'evento alluvionale atteso, così come si è data indicazione di tutti quegli elementi potenzialmente interferenti per i quali maggiori informazioni sono reperibili nell'Allegato B: Schede censimento opere interferenti e sezioni critiche.

Inoltre per la lunghezza di massima espansione della colata detritica prevista in 162m (vedi Allegato A: scheda conoide) la conoide risulta in parte sicuramente ed in parte potenzialmente interessabile dall'evento mentre per quanto succede più a valle si è tenuto conto sia della morfologia dei luoghi che della distribuzione e orientamento nonché delle pendenze delle vie di accesso all'abitato oltre che della presenza in alveo delle sezioni interferenti più significative per la valutazione della dinamica di evento.

Ne risulta un interessamento in caso di propagazione della colata detritica prevalentemente in sponda idrografica sinistra mentre solo in caso di occlusione e disalveamento all'altezza della sezione E-E<sup>1</sup> la colata potrebbe rientrare poco a valle anche in sponda idrografica destra, ma con porzioni e volumetrie inferiori rispetto a quanto sicuramente potrebbe accadere in sinistra idrografica, in quanto già dalla sezione D-D<sup>1</sup>, rappresentante l'elemento di vera criticità nell'ambito della conoide quella della sinistra idrografica sarebbe la via di fuga preferenziale dell'evento parossistico.



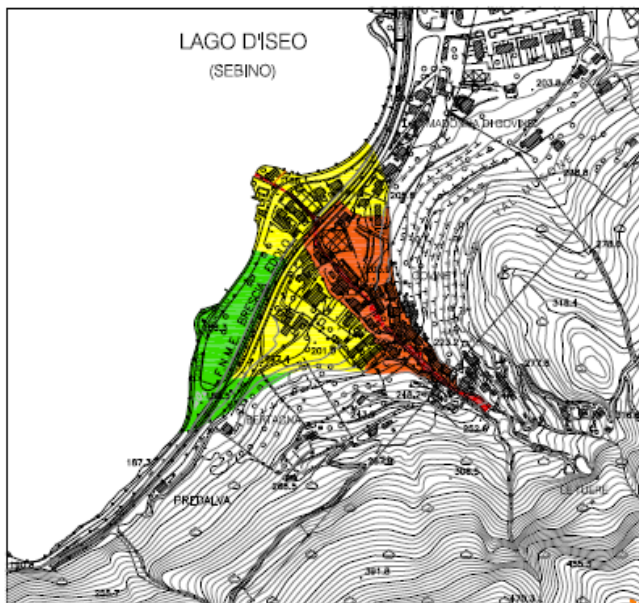
## 6.2. Proposta di "Carta della pericolosità geologica della conoide del torrente Tufere"

Le considerazioni fin qui elaborate sono state inoltre riprese nella **Tav. 3** "Carta della pericolosità geologica della conoide del torrente Tufere (scala 1:2.000)" secondo il seguente schema concettuale:

- per l'alveo naturale e arginato nella sua interezza lungo la conoide si propone una classificazione "H5" in quanto area a pericolosità molto alta, dovuta all'essere completamente interessata dalla propogazione dell'evento di piena sia come portate liquide che come portate liquido-solidi.
- per la porzione apicale della conoide e per una distanza di 162m dall'apice della conoide (poco a valle della sezione E-E<sup>1</sup>) si propone una classificazione "H4" in quanto area a pericolosità alta con alta probabilità di essere interessata da fenomeni di trasporto in massa e/o trasporto solido con deposizione di ingenti quantità di materiale solido, con potenziale danneggiamento di opere e manufatti. Per gli stessi motivi si propone la medesima classificazione per la porzione di conoide, sviluppata in sinistra idrografica, compresa fra la sezione D-D<sup>1</sup> e la sezione H-H<sup>1</sup> (imbocco tombinatura Tufere di Via Paolo VI - linea ferroviaria) e compresa fra il ciglio della sponda idrografica sinistra a Est e la parte esterna (verso Ovest) della strada di collegamento detta "per Govine Superiore" che collega la parte centrale dell'abitato di Govine con la Via Paolo VI a valle. In via cautelativa (in quanto la dinamica di evento si concentra prevalentemente sulla sinistra idrografica), in sponda idrografica destra si propone di mantenere una classificazione "H4" per quelle porzioni comprese nei dieci metri dal ciglio spondale nel tratto compreso fra la sezione E-E<sup>1</sup> (in realtà poco a valle di questa) fino alla sezione H-H<sup>1</sup>.
- per le porzioni di conoide immediatamente successive (a valle della sezione H-H<sup>1</sup>) ed adiacenti alle aree di cui al punto precedente si propone una classificazione "H3" (vedi Tav. 3 per i dettagli) in quanto aree a pericolosità media considerato che in passato sono state interessate da eventi alluvionali documentati su basi storiche ma aventi attualmente una moderata probabilità di essere esposte a fenomeni alluvionali con deflussi che possono avere altezze idriche ridotte (massimo 20-30cm) e trasporto di materiali sabbioso-ghiaiosi.
- per le restanti porzioni della conoide si propone una classificazione "H2" in quanto aree a pericolosità bassa mai interessate nel passato da fenomeni alluvionali documentati su base storica o in quanto area protetta da opere di difesa idraulica ritenute idonee anche in caso di eventi estremi con bassa probabilità di essere interessata da fenomeni di dissesto.

Nella figura sottostante si propone un raffronto fra l'attuale stato di fatto e la proposta di ripermimentazione.

Conoide del Tufere: Carta della Pericolosità Geologica  
 Stato di Fatto - scala 1:2000



Conoide del Tufere: Carta della Pericolosità Geologica  
 Proposta di Progetto-scala 1:2000

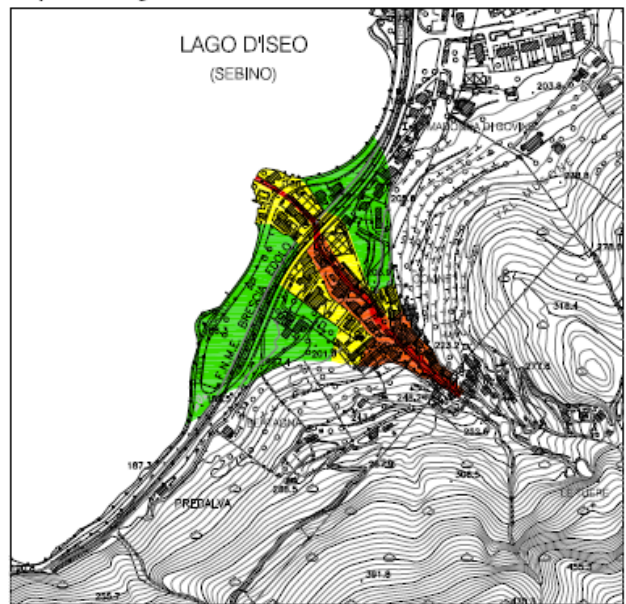


Fig. 12: Estratto della "Carta della pericolosità geologica - stato di fatto e proposta progettuale".

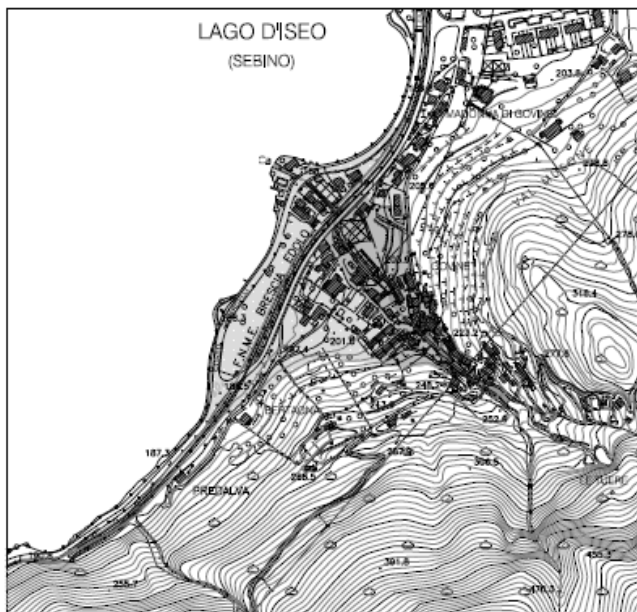
### 6.3. Proposta di "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI della conoide del torrente Tufere"

Di pari passo a quanto fatto nel paragrafo precedente qui di seguito si riporta le indicazioni relative alla proposta di revisione della **Tav.4 "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI della conoide del torrente Tufere (scala 1:2.000)"** qui di seguito indicata:

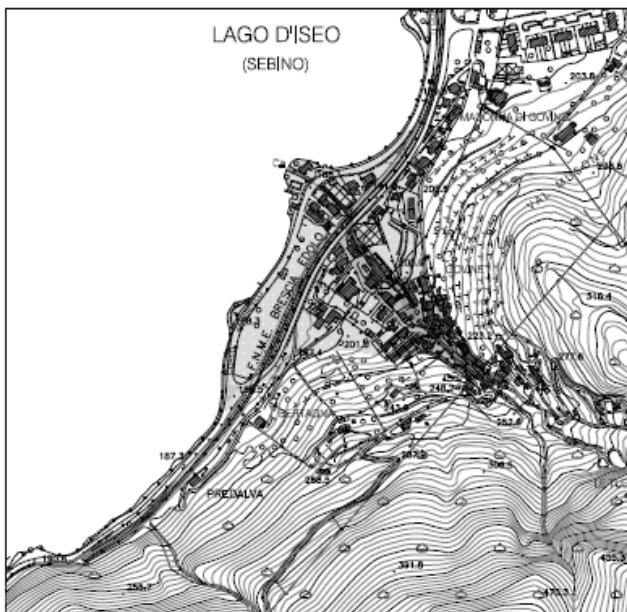
- per le aree indicate nel paragrafo precedente quali aree a pericolosità H5 si propone di mantenere la classificazione "Ca" (porzione di conoide attiva non protetta) come attualmente previsto nell'ambito della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT attualmente vigente..
- per le aree indicate come aree a pericolosità H4 si propone una classificazione "Cp" in quanto area di conoide parzialmente protette da opere di difesa e di sistemazione a monte e potenzialmente interessabili dall'evento atteso.
- per le porzioni di conoide classificate nel paragrafo precedente come aree a pericolosità media "H3" e come aree di conoide a pericolosità bassa "H2" si propone infine una perimetrazione "Cn" in quanto aree di conoide non recentemente riattivate o completamente protette da opere di difesa, ma con una differenziazione a livello di fattibilità geologica per le azioni di Piano che si andrà a dettagliare nei paragrafi successivi ma che fondamentalmente farà riferimento a quanto attualmente previsto per le medesime aree nelle prescrizioni geologiche comprese nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT comunale.

Nella figura sottostante si propone un raffronto fra l'attuale stato di fatto e la proposta di ripermimentazione in discussione nel presente studio.

**Conoide del Tufere: Carta dei Dissesti con Legenda Uniformata PAI  
Stato di Fatto - scala 1:2000**



**Conoide del Tufere: Carta dei Dissesti con Legenda Uniformata PAI  
Proposta di Progetto - scala 1:2000**



**Fig. 13: Estratto della "Carta del dissesto con legenda uniformata PAI - stato di fatto e proposta progettuale".**

#### **6.4. Proposta di "Carta della Fattibilità geologica per le azioni di Piano della conoide del torrente Tufere"**

Alla luce delle indicazioni fornite nei paragrafi precedenti si è effettuata la stesura della **Tav.5 "Carta della Fattibilità geologica per le azioni di Piano della conoide del Torrente Tufere (scala 1:2.000)"** che può essere di seguito riassunta mentre per le prescrizioni ad essa associate si rimanda a quanto indicato nel paragrafo successivo. Pertanto:

- per le aree indicate quali aree a pericolosità H5 con perimetrazione PAI "Ca" (porzione di conoide attiva non protetta) come attulamente previsto nell'ambito della componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT attualmente vigente si propone una classe di fattibilità geologica 4 (Fattibilità con gravi limitazioni) con prescrizioni geologiche e norme di Piano indicate nel paragrafo successivo.
- per le aree indicate come aree a pericolosità H4 e con classificazione PAI "Cp" si propone una classe di fattibilità geologica 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) sottclasse 3a (conoide Cp - pericolosità H4) con recepimento integrale delle NdA del PAI per quanto in esse indicato per le aree perimetrare Cp come meglio indicato nel paragrafo.

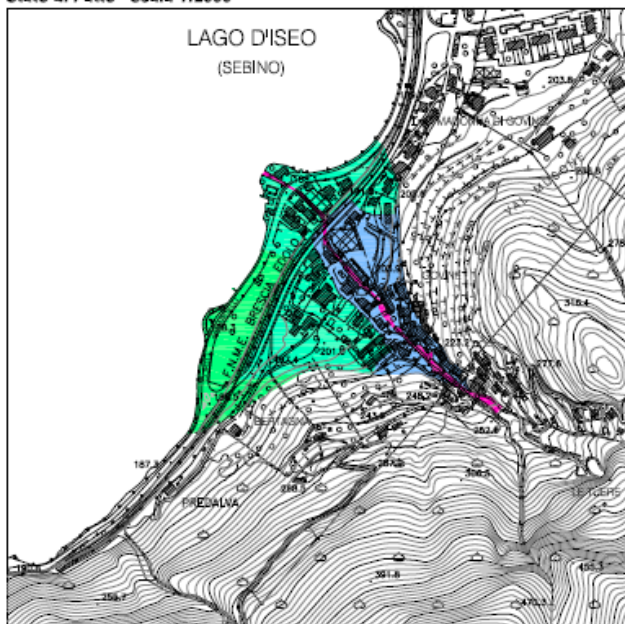


- per le porzioni di conoide classificate nel paragrafo precedente come aree a pericolosità media "H3" - conoide "Cn" si propone una classe di fattibilità geologica 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) sottoclasse 3b (conoide Cn - pericolosità H3) mentre per le aree di conoide a pericolosità bassa "H2" - conoide Cn si propone una classe di fattibilità 3 (fattibilità con consistenti limitazioni) sottoclasse 3c (conoide Cn - pericolosità H2) e per le cui norme di piano si rimanda al paragrafo successivo.

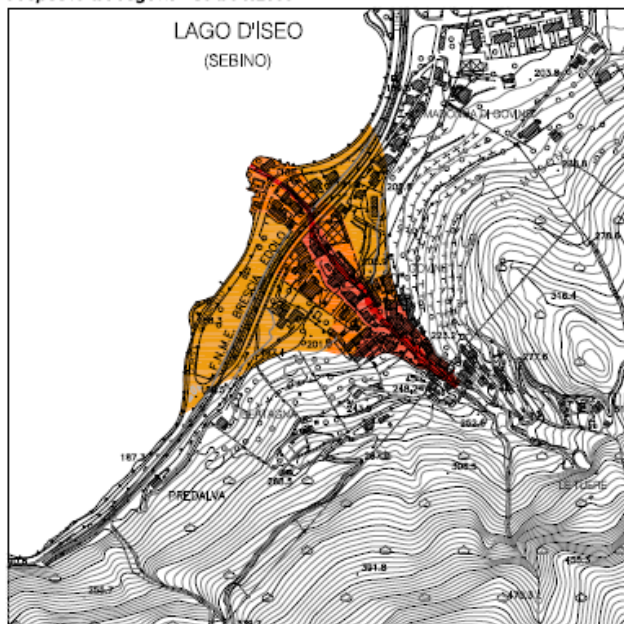
Nella figura sottostante si propone un raffronto fra l'attuale stato di fatto e la proposta di ripermimentazione della Carta in oggetto.

Fin d'ora si la carta di fattibilità della proposta progettuale si riferisce esclusivamente alle indicazioni derivanti da valutazioni relative alle problematiche di rischio idrogeologico afferente al bacino idrografico del torrente Tufere e della sua conoide e risulta scevra da altre considerazioni (es. caratteristiche geotecniche dei terreni, vincoli di polizia idraulica, ecc. ecc.) che andranno invece tenuti in considerazione all'atto del recepimento della proposta di Carta di fattibilità in oggetto da parte del PGT comunale e le cui indicazioni andranno sommarsi / sovrapporsi a quelle qui considerate.

**Conoide del Tufere: Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano**  
**Stato di Fatto - scala 1:2000**



**Conoide del Tufere: Carta della Fattibilità Geologica per le Azioni di Piano**  
**Proposta di Progetto - scala 1:2000**



**Fig. 14:** Estratto della "Carta di fattibilità geologica per le azioni di Piano - stato di fatto e proposta progettuale".

## 6.5. Proposta aggiornamento / adeguamento norme geologiche di Piano - conoide torrente Tufere

### 6.5.1. Norme geologiche di Piano vigenti

A seguito della variante del PGT 2013 la normativa geologica del PGT di Pisogne Piano è stata fatta rientrare al "Titolo III del Piano delle Regole - Gestione, Tutela e Vincoli" con particolare attenzione, per quanto riguarda le questioni relative alle problematiche di rischio idrogeologico sulle aree di conoide agli articoli:

- Art. 3.14 "Gestione e tutela del rischio idraulico, idrogeologico e sismico - generalità".
- Art. 3.15 "Gestione e tutela del rischio idrogeologico - conoidi".
- Art 3.16 "Classi di fattibilità geologica e zone di pericolosità sismica". Nell'ambito di questo articolo i punti che al momento normano la pericolosità geologica sulla conoide del torrente Tufere risultano essere:

✓ 3.16\_3 "Classe di fattibilità geologica 2 con modeste limitazioni - conoide": Descrizione: aree di conoide ricadenti nella classe di pericolosità H2 ovvero in classe Cn - aree di conoide non recentemente riattivatosi o completamente protetto da opere di difesa. Le aree di conoide H2 sono quelle delle conoidi che sfumano nella piana di fondovalle e sono caratterizzate dalla presenza di livelli limosi e limoso-argillosi dalle caratteristiche geotecniche scadenti. Prescrizioni: Le condizioni di pericolosità individuate nelle aree classificate come H2 consentono la possibilità di nuove edificazioni ma rendono necessario un supplemento di indagini tecniche da allegare al progetto dell'intervento, redatte e firmate da un tecnico abilitato, condotte in ottemperanza alle prescrizioni di cui al D.M. 11 marzo 1988, volte a dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio idrogeologico esistente, proponendo tutti gli eventuali accorgimenti di natura tecnica necessari alla mitigazione o all'annullamento delle condizioni di rischio presenti.

✓ 3.16\_7 "Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni - conoide": Descrizione: Le condizioni di pericolosità individuate nelle aree classificate in classe di pericolosità H3 non escludono la possibilità di nuovi interventi, ma rendono necessario un approfondimento d'indagine geotecnica dell'area interessata. L'approfondimento sarà effettuato mediante indagini geotecniche, sottoscritte da tecnico abilitato, volta a dimostrare la compatibilità fra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio idrogeologico esistente, proponendo tutti gli eventuali accorgimenti di natura tecnica necessari alla mitigazione o all'annullamento delle condizioni di rischio presenti. Prescrizioni: Oltre alle indicazioni soprariportatesi prescrive di:

- non consentire alle acque di esondazione o alla frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo, definendo quindi le quote altimetriche da mantenere a

seconda delle varie classi di pericolosità; le quote altimetriche dovranno essere comunque definite in dettaglio, sulla base di condizioni morfologiche e topografiche locali, tenendo conto della presenza di eventuali depressioni che possano determinare l'accumulo delle acque di esondazione o di situazioni (sottopassi, muri di confine, rilevati) che possano costituire ostacolo al normale deflusso delle acque.

- eventuali nuovi locali interrati o seminterrati da destinare a canitne ed autorimesse dovranno essere realizzati solo in modo che non possano essere raggiunti ed allagati da eventuali acque di esondazione o dalle frazioni liquide della colata così come dovranno essere adottati accorgimenti costruttivi relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche da utilizzare, in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale che di pericolo per l'incolumità delle persone. Si dovranno preferire fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte di eventuali acque di esondazione;
- mantenere all'interno dei lotti edificabili la maggior superficie libera possibile conformando l'impianto planimetrico in modo da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque di esondazione;
- salvaguardare e mantenere in efficienza quegli elementi morfologici o manufatti quali muri di confine, terrazzamenti o rilevati artificiali che costituiscono una barriera per le acque di esondazione.
- mantenere in efficienza la rete di drenaggio delle acque superficiali per favorire il deflusso delle acque di esondazione;
- prevedere la viabilità locale, la disposizione planimetrica degli edifici e la morfologia delle aree libere in modo da evitare la concentrazione delle acque di esondazione e delle frazioni liquide delle colate lungo vie preferenziali di deflusso che non siano alvei di corsi d'acqua superficiali o linee di drenaggio appositamente progettate;
- favorire il deflusso delle acque di esondazione evitando le recinzioni cieche (vietate dalle presenti norme) con soluzioni senza muri o con muri bassi ed elementi caratterizzati da maglie larghe ed una superficie libera dell'ordine del 50%.

In particolare è fatto divieto:

- di mantenere in opera cisterne di metano, GPL e prodotti assimilabili (con esclusione di altri carburanti) che non siano completamente interrate;
- di realizzare interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame con modificazioni della superficie topografica locale che possano favorire



l'accumulo od il ristagno di acque di esondazione o che possano favorire l'ingresso nell'area stessa;

- di demolire ed eliminare elementi morfologici o manufatti (muri di confine, terrazzamenti o rilevati artificiali) che costituiscono una barriera per le acque di esondazione. Nel caso di interventi che prevedano modificazioni sostanziali di questi elementi, dovranno essere ridefinite le condizioni di pericolosità delle aree sulla base di una valutazione specifica che prenda in considerazione anche le eventuali conseguenze sulle aree esterne.
- ✓ 3.16\_10 *"Classe di fattibilità geologica 3 con consistenti limitazioni - conoide"*: Descrizione: Aree di conoide ricadenti nella classe di pericolosità H4. Sono aree che per il grado di pericolosità individuato sono soggette alle prescrizioni indicate per le aree classificate come Cp per le quali valgono le prescrizioni dell'art. 9, comma 8 delle norme PAI. Prescrizioni: nelle aree classificate in classe geologica 3\* (asterisco) - conoide, in osservanza dell'art. 9, comma 8 delle norme PAI, sono ammessi:
- gli interventi di cui all'art. 3.2, commi 3.2\_2, 3.2\_3, 3.2\_4, 3.2\_5, 3.2\_6, 3.2\_7A e B, senza aumenti di SIp.
  - interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie lorda e/o netta e di volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
  - interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
  - i cambiamenti delle destinazioni colturali, purché non interessanti una fascia di ampiezza di 4 metri dal ciglio della sponda ai sensi del R.D. 523/1904;
  - gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati ed all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
  - le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
  - le ristrutturazioni e la realizzazione di infrastrutture lineari ed a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto, approvazione preventiva e definitiva dell'Autorità Regionale Competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza permanente dell'esercizio e delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti e preventivi studi di fattibilità idrogeologici e di preventiva Valutazione di Impatto Ambientale (V.I.A.);

- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti e la realizzazione di nuovi impianti;
  - gli interventi di ampliamento degli edifici esistenti per adeguamenti igienico-funzionali, fino ad un massimo del 10% del volume esistente e solo per destinazioni d'uso poste ai piani superiori con esclusione dei piani terra e degli interrati;
  - gli interventi di recupero abitativo dei sottotetti ai sensi degli art. 63, 64 e 65 della L.r. 12/2005 e smi, a condizione che il piano terra venga preventivamente (mediante DIA) dismesso dagli usi abitativi.
- ✓ 3.16\_13 *"Classe di fattibilità geologica 4 con gravi limitazioni - conoide"*: Descrizione: Aree di conoide ricadenti nella classe di pericolosità H5. In queste aree è da escludere qualsiasi attività urbanistica se non quella riferita a sistemazioni relative ad una migliore funzionalità, ad una maggiore protezione ed una maggiore stabilità delle aree stesse. Prescrizioni: in osservanza all'art. 9, comma 7 delle norme PAI, fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, sono esclusivamente consentiti (aree Ca):
- gli interventi di demolizione senza ricostruzione;
  - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 (ora lettere a), b), c) dell'art. 27 della L.R. 12/2005 esmi);
  - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superfici e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo;
  - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela;
  - i cambiamenti delle destinazioni culturali purchè non interessanti una fascia di ampiezza di 4m dal ciglio di sponda ai sensi del R. D. 523/1904;
  - gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati ed all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
  - le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni;
  - le ristrutturazioni e la realizzazione di infrastrutture lineari ed a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto, approvazione preventiva e definitiva dell'Autorità Regionale Competente. Gli

interventi devono comunque garantire la sicurezza permanente dell'esercizio e delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti;

- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti e la realizzazione di nuovi impianti.

#### 6.5.2. *Proposta aggiornamento/adeguamento Norme geologiche di Piano - conoide torrente Tufere*

Per quanto riguarda la conoide del torrente Tufere, alla luce di quanto descritto ed illustrato nel presente studio si ritiene di poter proporre, per quanto riguarda le problematiche di rischio idrogeologico, le seguenti prescrizioni di natura geologica così suddivise per classi e sottoclassi di fattibilità:

- ✓ *"Classe di fattibilità geologica 3c (fattibilità con consistenti limitazioni - conoide Cn - pericolosità H2":*

Descrizione: Le aree appartenenti a questa sottoclasse sono caratterizzate da condizioni di pericolosità geomorfologica per potenziali fenomeni di esondazione e propagazione di colate detritico-fangose e corrispondono alle zone aventi pericolosità H2 (bassa) così come individuate e definite dallo studio in oggetto e rientrano fra le zone classificate Cn ai sensi del PAI. Approfondimenti d'indagine e

Prescrizioni: Le condizioni di pericolosità individuate nelle aree classificate come H2 consentono la possibilità di valutare la realizzazione di nuovi interventi edificatori previa realizzazione di indagini tecniche da allegare al progetto dell'intervento, redatte e firmate da un tecnico abilitato, condotte in ottemperanza alle NTC08, alla DGR IX/2616/11, alla DGR X/5001/2016. Nell'ambito delle indagini sopracitate si dovrà inoltre appurare e dimostrare la compatibilità tra l'intervento, le condizioni di dissesto e il livello di rischio idrogeologico esistente, proponendo tutti gli eventuali accorgimenti di natura tecnica necessari alla mitigazione delle condizioni di rischio residuo presenti. Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità alla luce da effettuarsi alla luce della nuova normativa regionale (DGR X/5001/2016), sono ammissibili tutte le tipologie di intervento di cui alle lettere a), b), c), d) dell'art. 27 della L.R. 12/05 e smi e tutti questi interventi dovranno tenere in considerazione il ricorso ad accorgimenti, materiali e tecnologie in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia di pericolo per l'incolumità delle persone. Per tutti gli altri interventi, in questa sede sono definite le prescrizioni di carattere generale che dovranno essere successivamente dettagliate e verificate, in funzione delle tipologie e delle condizioni morfologiche locali, con studi specifici di carattere morfologico ed idraulico. Nello specifico si tratta di:

- realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale, solo ad una quota superiore al piano campagna



locale di almeno 0,5m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali.

- La superficie topografica adiacente agli edifici dovrà essere confermata in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
- Locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati adottando accorgimenti costruttivi, relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche costruttive da utilizzare, in grado di limitare le conseguenze di potenziali allagamenti sia in termini di danno materiale sia per l'incolumità delle persone.
- Realizzazione di fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte delle acque di esondazione e/o di infiltrazioni e sifonamenti da parte delle acque di eventuale ristagno.
- Disposizione delle opere e conformazione delle superfici esterne in modo da mantenere la maggiore superficie libera possibile e in modo da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque favorendone sia l'infiltrazione nel terreno sia il loro deflusso.
- Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrate.
- Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame e per le aree adiacenti.

✓ *"Classe di fattibilità geologica 3b (fattibilità con consistenti limitazioni - conoide Cn - pericolosità H3"):*

Descrizione: le aree appartenenti a questa sottoclasse sono caratterizzate da condizioni di pericolosità geologica per potenziali fenomeni di esondazione e propagazione di colate detritico-fangose in corrispondenza della conoide del Tufere. Approfondimenti d'indagine e Prescrizioni: Le condizioni di pericolosità riscontrate per queste aree alla luce delle indicazioni fornite dal presente studio non sono tali da escludere a priori la possibilità di interventi di nuova edificazione, ma rendono necessaria una verifica delle condizioni di pericolosità complessiva delle aree sulla base delle quali confermare la realizzazione degli interventi e definire tutti gli accorgimenti finalizzati a mitigare le condizioni di rischio.

Per quanto riguarda edifici e manufatti esistenti in queste aree, fatti salvi gli aspetti relativi alla sismicità alla luce da effettuarsi alla luce della nuova normativa regionale (DGR X/5001/2016), sono ammissibili tutte le tipologie di intervento di cui alle lettere a), b), c), d) dell'art. 27 della L.R. 12/05 e s.m.i. tenendo conto delle seguenti prescrizioni di carattere generale per la realizzazione degli stessi:

- realizzazione delle superfici abitabili, delle aree sede dei processi industriali e degli impianti tecnologici e degli eventuali depositi di materiale, solo ad una quota superiore al piano campagna locale di almeno 1m, da dettagliare sulla base degli studi specifici ed in riferimento a considerazioni relative alle condizioni morfologiche e topografiche locali.
  - La superficie topografica adiacente agli edifici dovrà essere confermata in modo da non consentire alle acque di esondazione o alle frazioni fluide delle colate provenienti da monte di raggiungere le superfici di utilizzo.
  - Locali interrati o seminterrati da destinare a cantine od autorimesse dovranno essere realizzati solo in modo che non possano essere raggiunti ed allagati dalle acque di esondazione o dalle frazioni liquide della colate / debris flow, adottando accorgimenti costruttivi relativi alla disposizione dei locali e delle aperture, alle reti tecnologiche, ai materiali ed alle tecniche costruttive da utilizzare.
  - Realizzazione di fondazioni sufficientemente profonde o relativamente protette in modo da non incorrere in problemi di erosione da parte delle acque di esondazione e/o di infiltrazioni e sifonamenti da parte delle acque di eventuale ristagno.
  - Disposizione delle opere e conformazione delle superfici esterne in modo da mantenere la maggiore superficie libera possibile e in modo da evitare l'accumulo ed il ristagno delle acque favorendone sia l'infiltrazione nel terreno sia il loro deflusso, senza recinzioni cieche e senza concentrazioni lungo linee preferenziali che non siano linee di drenaggio naturali, da mantenere e migliorare, o linee di drenaggio appositamente progettate.
  - Divieto di messa in opera di cisterne per carburanti, metano, GPL e prodotti assimilabili che non siano completamente interrate.
  - Divieto di interventi che possano portare ad un aumento delle condizioni di pericolosità per le aree in esame e per le aree adiacenti.
- ✓ *"Classe di fattibilità geologica 3a (fattibilità con consistenti limitazioni - conoide parzialmente protetto Cp - pericolosità H4".*

Descrizione: riprendendo quanto indicato dalla componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT attualmente vigente, le aree appartenenti a questa sottoclasse sono caratterizzate da condizioni di pericolosità geologica per potenziali fenomeni di esondazione e propagazione di colate detritico-fangose in corrispondenza della conoide in studio. Queste aree corrispondono alle zone avente pericolosità H4 (elevata) così come individuate nel presente studio e nella componente geologica, idrogeologica e sismica, rientrano fra le aree classificate come Cp ai sensi del PAI e per esse si ritiene di confermare la normativa di Piano attualmente vigente che per quanto riguarda la problematica del rischio idrogeologico. Approfondimenti d'indagine e Prescrizioni: Le condizioni di pericolosità

riscontrate per queste aree alla luce delle indicazioni fornite dal presente studio sono tali da escludere a priori la possibilità di interventi di nuova edificazione, consentendo esclusivamente quanto previsto dall'art. 9 delle NdA del PAI per le aree classificate come conoide Cp, consentendo quanto di seguito indicato:

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione
  - gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b), c), d) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 (ora lettere a), b), c), d) dell'art. 27 della L.R. 12/2005 esmi) e per quanto riguarda la lettera d) senza aumenti di superficie e di volume
  - gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superficie e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo.
  - gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela.
  - i cambiamenti delle destinazioni colturali purchè non interessanti una fascia di ampiezza di 4m dal ciglio di sponda ai sensi del R. D. 523/1904.
  - gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati ed all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica.
  - le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni.
  - le ristrutturazioni e la realizzazione di infrastrutture lineari ed a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto, approvazione preventiva e definitiva dell'Autorità Regionale Competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza permanente dell'esercizio e delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti.
  - l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti e la realizzazione di nuovi impianti.
- ✓ *"Classe di fattibilità geologica 4 con gravi limitazioni - conoide Ca - classe di pericolosità H5":*

Descrizione: Aree di conoide ricadenti nella classe di pericolosità H5. In queste aree è da escludere qualsiasi attività urbanistica se non quella riferita a sistemazioni relative ad una migliore funzionalità, ad una maggiore protezione ed una maggiore stabilità delle aree stesse. Prescrizioni: in osservanza



all'art. 9, comma 7 delle norme PAI , fatto salvo quanto previsto dall'art. 3 del D.L. 12 ottobre 2000, n. 279, convertito in L. 11 dicembre 2000, n. 365, sono esclusivamente consentiti (aree Ca):

- gli interventi di demolizione senza ricostruzione.
- gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di restauro e di risanamento conservativo degli edifici, così come definiti alle lettere a), b), c) dell'art. 31 della L. 5 agosto 1978, n. 457 (ora lettere a), b), c) dell'art. 27 della L.R. 12/2005 esmi).
- gli interventi volti a mitigare la vulnerabilità degli edifici esistenti e degli impianti esistenti e a migliorare la tutela della pubblica incolumità, senza aumenti di superfici e volume, senza cambiamenti di destinazione d'uso che comportino aumento del carico insediativo.
- gli interventi necessari per la manutenzione ordinaria e straordinaria di opere pubbliche e di interesse pubblico e di restauro e risanamento conservativo di beni di interesse culturale, compatibili con la normativa di tutela.
- i cambiamenti delle destinazioni colturali purchè non interessanti una fascia di ampiezza di 4m dal ciglio di sponda ai sensi del R. D. 523/1904.
- gli interventi volti alla ricostruzione degli equilibri naturali alterati ed all'eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica.
- le opere di difesa, di sistemazione idraulica e di monitoraggio dei fenomeni.
- le ristrutturazioni e la realizzazione di infrastrutture lineari ed a rete riferite a servizi pubblici essenziali non altrimenti localizzabili, previo studio di compatibilità dell'intervento con lo stato di dissesto, approvazione preventiva e definitiva dell'Autorità Regionale Competente. Gli interventi devono comunque garantire la sicurezza permanente dell'esercizio e delle funzioni per cui sono destinati, tenuto conto delle condizioni idrauliche presenti.
- l'ampliamento o la ristrutturazione degli impianti di trattamento delle acque reflue esistenti e la realizzazione di nuovi impianti.

## 7. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Su incarico dell'Amministrazione Comunale (determinazione n. 138 del 25/09/2015 del Responsabile dell'Area Gestione del Territorio ) di Pisogne (BS) è stato realizzato il presente studio avente ad oggetto la "Proposta di ripermimetrazione e riclassificazione (ai sensi dell'Allegato 2 della DGR IX/2616/11) della conoide del torrente Tufere" ; tale proposta rappresenta il tassello finale conseguente ai lavori di regimazione e sistemazione torrente Tufere realizzati dall'Amministrazione Comunale di Pisogne nel 2011 / 2012 tramite la messa a disposizione, da parte di Regione Lombardia, dei fondi necessari alla progettazione delle opere ed alla loro realizzazione. Tali lavori sono consistiti nella realizzazione di una briglia selettiva all'apice della conoide e nella realizzazione di un canale di by pass all'altezza della sezione, la cui occlusione era stata causa di un evento alluvionale nell'Aprile 2008, evento che aveva determinato l'interessamento della Sede Territoriale della Regione Lombardia, in quanto il Tufere appartiene al reticolo idrico principale di competenza regionale. Preso atto della nuova situazione venutasi a creare con la realizzazione delle opere suddette, il presente studio ha avuto il compito di rivedere la e rivalutare la situazione di pericolosità geologica afferente alla conoide in questione, tenuto appunto conto delle nuove opere fatte. Si è dato corso all'incarico espletando lo studio secondo le indicazioni fornite nell'Allegato 2 della DGR IX/2616/11 e tenuto conto di quanto da indicato nella componente geologica, idrogeologica e sismica del PGT del Comune di Pisogne e da quanto emerso si può asserire che la presenza della briglia selettiva all'apice della conoide ricopre un ruolo fondamentale nel limitare le conseguenze di un debris flow che provenendo dal bacino a monte si scarichi sulla conoide. Inoltre è stata individuata come criticità fondamentale ed elemento di "snodo", nell'ambito dell'evoluzione dell'evento alluvionale, in caso di disallineamento, la sezione indicata come D-D<sup>1</sup>, in quanto precedentemente un evento alluvionale difficilmente si spargerebbe fuori dall'alveo, se non a ridosso dei fabbricati posti quasi sul ciglio di sponda o poco distante, soprattutto a causa dell'elevata pendenza del profilo longitudinale del Tufere che guiderebbe la colata fin verso la sezione sopracitata oltre la quale, con ragionevole quasi certezza si può pensare che la sezione venga occlusa e disallineata. Da qui l'evoluzione dell'evento porta a considerare un suo sviluppo prevalentemente in sponda idrografica sinistra e solo più a valle ci potrebbe un interessamento in sponda idrografica destra, anche se man mano ci si allontana dalla sezione D-D<sup>1</sup> si comincia ad essere a distanze che solo marginalmente potrebbero essere interessate da eventi alluvionali.

Alla luce dell'evento dell'Aprile 2008, anche questo assunto deve essere soppesato adeguatamente, in quanto se con ragionevole certezza l'evento di maggior intensità previsto avrà impattato sulla conoide fin dalle prime sezioni di monte, eventuali episodi secondari, se concomitanti con periodi di scarsa manutenzione e pulizia dell'alveo potrebbero ricreare situazioni simili a quelle dell'Aprile 2008. A questo proposito va comunque segnalato che la realizzazione del canale di by pass all'altezza della sezione H-H<sup>1</sup> rappresenta un ulteriore elemento a favore di sicurezza ma questo non deve far dimenticare la necessità di provvedere con adeguati

piani di manutenzione e di pulizia dell'alveo al fine di ripristinare situazioni di partenza il meno rischiose possibile.

Pisogne, aprile 2016

Dott. Geol. Alessandro Schiepatti



Dott. Geol. Fabio Fenaroli



---

---

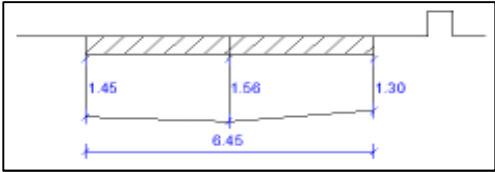


***ALLEGATO A:***  
***Schede censimento opere interferenti e sezioni critiche***

---

---



<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</b>				<b>sezione n. A-A<sup>1</sup></b>	
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015	
QUOTA SEZIONE:	284	m s.l.m.	RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000		
Coordinate geografiche	Lat.	45° 47' 41.33" N			
	Long.	10° 06' 44.92" E			
DESCRIZIONE SEZIONE:	<i>Briglia selettiva situata immediatamente a valle della confluenza dei due rami principali.</i>				
<b>Descrizione morfologica della sezione</b>					
Sezione longitudinale della briglia vista da valle					
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	<i>Sponda in muratura a secco composta da blocchi di grosse dimensioni.</i> <i>Presenza di materiale di depositi di grosse dimensioni e vegetazione arbustiva abbondante.</i>				
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	<i>Tratto terminale di un ramo di torrente. Elevata presenza di vegetazione.</i>				
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	<i>Come sponda di monte</i>				
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	<i>Sponda costituita da un muro a secco in discrete condizioni con notevole presenza di vegetazione.</i>				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	<i>Rilevante presenza di materiale anche di grosse dimensioni (max 50 cm).</i>				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	<i>Fondo in malta e blocchi di pietrame. Presenza di materiale anche di grosse dimensioni (max 50cm).</i>				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	<i>Fondo in malta e blocchi di pietrame. Presenza di materiale anche di grosse dimensioni (max 45 cm).</i>				
NOTE:	<i>L'opera presenta un'ottimo stato di conservazione. Tuttavia la vegetazione arbustiva è abbondante. Il muro di sostegno in sponda sx, in corrispondenza dell'opera, presenta dei cedimenti con materiale che si deposita all'interno dell'alveo.</i>				
<b>Fotografie</b>					
<b>Vista da valle. Data 19.10.2015</b>			<b>Vista da monte. Data 19.10.2015</b>		

SCHEMA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE				sezione n. <b>B-B<sup>1</sup></b>
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015
QUOTA SEZIONE:	240	m s.l.m.	RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000	
Coordinate geografiche	Lat.	45° 47' 42.11" N		
	Long.	10° 06' 26.44" E		
DESCRIZIONE SEZIONE:	Ponte carrabile di collegamento delle due strade che salgono ai lati del torrente.			
Descrizione morfologica della sezione				
Sezione del manufatto con vista da valle.				
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	Sponda corrispondente alla muratura in cls di un'abitazione. La base è costituita da grossi blocchi di pietra cementati. Discreta presenza di vegetazione, in diminuzione in corrispondenza della struttura.			
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	Muratura a secco in discrete condizioni. Vegetazione arbustiva notevole.			
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	Sponda in muratura a secco in discrete condizioni. Vegetazione limitata.			
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	Muratura in malta e pietrame in buone condizioni. Vegetazione limitata.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con rilevante presenza di materiale di medie dimensioni (max 30 cm) a monte del salto.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di materiale di medie dimensioni (max 30 cm).			
NOTE:	L'opera presenta un'ottimo stato di conservazione. La conformazione a monte, con una rientranza in sponda dx, favorisce l'accumulo di materiale.			
Fotografie				
 <p>Vista della sezione verso valle. Data 19.10.2015</p>		 <p>Vista verso valle dal ponte. Data 19.10.2015</p>		

SCHEMA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE				sezione n. <b>C-C<sup>1</sup></b>
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015
QUOTA SEZIONE:	227	m s.l.m.	RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000	
Coordinate geografiche	Lat.	45° 47' 43.98" N		
	Long.	10° 06' 26.66" E		
DESCRIZIONE SEZIONE	Briglia situata in corrispondenza di alcune abitazioni in sponda sx con giardino situato alla stessa quota della corrente a valle del manufatto.			
Descrizione morfologica della sezione				
Sezione del manufatto con vista da valle.				
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	Sponda in muratura a secco costituita da grossi blocchi di pietra cementati. Discreta presenza di vegetazione.			
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	Muratura a secco in discrete condizioni. Discreta presenza di vegetazione.			
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	Sponda corrispondente all'ingresso di un cortile privato e successivamente costituita da massi di imponenti dimensioni (1,2 m).			
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	Muratura a secco. Vegetazione limitata.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di massi di varie dimensioni (max. 40 cm).			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Come a monte.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di alcuni blocchi di grosse dimensioni (max. 50 cm).			
NOTE:	L'opera presenta un'ottimo stato di conservazione. A valle il fondale presenta dei punti di scalmamento dei massi posati. Il cortile in sponda dx presenta una potenziale via di scorrimento in caso di piena ed è collegato direttamente alla strada che scende sulla sinistra del centro abitato.			
Fotografie				
Vista della sezione da valle. Data 19.10.2015		Vista verso valle dalla briglia. Data 19.10.2015		



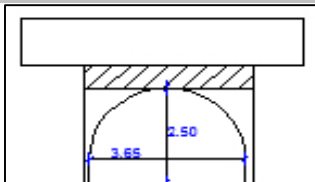


**SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE**sezione n. **D-D<sup>1</sup>**

CORSO D'ACQUA: Torrente Tufere DATA RILIEVO: 19/10/2015  
QUOTA SEZIONE: 216 m s.l.m. RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000  
Coordinate geografiche Lat. 45° 47' 43.97" N  
Long. 10° 06' 22.03" E  
DESCRIZIONE SEZIONE Ponte carrabile collegante le due strade di accesso alla frazione presso l'antico mulino.

**Descrizione morfologica della sezione**

Sezione del manufatto con vista da monte.



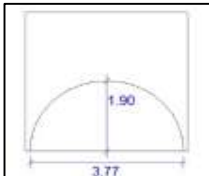


SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	<i>Sponda corrispondente alla muratura in cls di un'abitazione</i>
	<i>Vegetazione quasi assente</i>
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	<i>Muratura a secco in pessime condizioni.</i>
	<i>Discreta presenza di vegetazione.</i>
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	<i>Breve tratto corrispondente all'accesso allo scarico del mulino.</i>
	<i>Vegetazione assente.</i>
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	<i>Muratura a secco. In buone condizioni.</i>
	<i>Vegetazione assente.</i>
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di massi di varie dimensioni (max. 40 cm).
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.
NOTE:	<i>Ponte ad arco in mattoni, sormontato da una soletta in cls dello spessore di 50 cm. Il bordo della carreggiata è costituito da un muro a secco alto 1 metro. L'opera si presenta in un discreto stato di conservazione.</i>

**Fotografie**

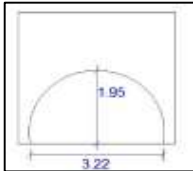


Vista della sezione da monte.  
Data 19.10.2015



Vista della sezione da valle.  
Data 19.10.2015

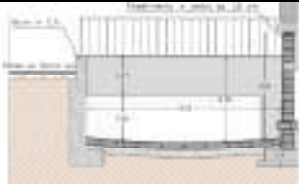


<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</b>				<b>sezione n. E-E<sup>1</sup></b>	
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015	
QUOTA SEZIONE:	-	m s.l.m.	RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000		
Coordinate geografiche	Lat.	-			
	Long.	-			
DESCRIZIONE SEZIONE	Ingresso al lato tombinato.				
<b>Descrizione morfologica della sezione</b>					
Sezione del manufatto con vista da monte.					
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	Sponda corrispondente alla muratura in cls di un'abitazione con abbondante vegetazione.				
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	Muratura a secco in buone condizioni. Vegetazione presente ma non abbondante.				
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	Tratto in galleria.				
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	Tratto in galleria.				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di materiale di grosse dimensioni (max 40 cm) a valle del salto successivo alla sezione D-D.				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito. Alcuni tratti sono costituiti da antiche ruote di frantoio perfettamente levigate. La sezione dell'alveo è omogenea e consente un rapido deflusso dell'acqua.				
NOTE:	L'opera presenta un buono stato di conservazione. A pochi metri dall'ingresso la sezione si alza fino a 2,7 m. All'incirca in prossimità del tratto tombinato la sezione presenta una repentina riduzione (la larghezza si riduce a 2,7 m e l'altezza a 1,45 m). Poco più a monte la parete in sponda dx è interrotta e si presenta uno scavo in pietrame e terriccio per il collegamento di uno scarico.				
<b>Fotografie</b>					
					
Vista della sezione da monte. Data 19.10.2015			Vista verso valle dall'interno della galleria. Data 19.10.2015		

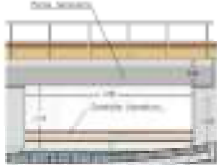




<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</b>				<b>sezione n. F-F<sup>1</sup></b>	
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015	
QUOTA SEZIONE:	-	m s.l.m.	RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000		
Coordinate geografiche	Lat.	-			
	Long.	-			
DESCRIZIONE SEZIONE	Uscita al lato tombinato.				
Descrizione morfologica della sezione					
Sezione del manufatto con vista da valle.					
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	Tratto in galleria.				
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	Tratto in galleria.				
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	Muratura a secco con abbondante vegetazione (arbusti).				
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	Muratura in buone condizioni.				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con sporadica presenza di ciottoli.				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito. Poco più a valle la sezione si riduce a causa della rilevante presenza di vegetazione arbustiva.				
NOTE:					
Fotografie					
					
Vista della sezione da valle. Data 06.10.2015			Vista verso monte dell'interno della galleria. Data 06.10.2015		



<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</b>				<b>sezione n. G-G<sup>1</sup></b>	
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015	
QUOTA SEZIONE:			RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000		
Coordinate geografiche	Lat.				
	Long.				
DESCRIZIONE SEZIONE:	Ponte carrabile di accesso ad area produttiva.				
<b>Descrizione morfologica della sezione</b>					
Sezione longitudinale della briglia vista da valle					
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine				
	Presenza di materiale in alveo e vegetazione arbustiva abbondante.				
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine				
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	Come sponda di monte				
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di ciottoli e massi (max 50 cm).				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di ciottoli e massi (max 50cm). Aumento della vegetazione in alveo				
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di ciottoli e massi (max 50cm). Aumento della vegetazione in alveo				
NOTE:	L'opera presenta un buono stato di conservazione. Tuttavia la vegetazione arbustiva è abbondante e si necessiterebbe di un intervento di pulizia.				
<b>Fotografie</b>					
<b>Vista da valle. Data 19.10.2015</b>			<b>Vista vs. monte. Data 19.10.2015</b>		

<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</b>				sezione n. <b>H-H<sup>1</sup></b>
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015
QUOTA SEZIONE:	m s.l.m.		RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000	
Coordinate geografiche	Lat.			
	Long.			
DESCRIZIONE SEZIONE:	Ponte carrabile della strada comunale di collegamento con Brescia (Via Paolo VI).			
<b>Descrizione morfologica della sezione</b>				
Sezione del manufatto con vista da valle.				
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine. Sistemata recentemente			
	Assenza di vegetazione in alveo; presenza di griglia del canale di by-pass delle portate liquide.			
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	buone condizioni			
	presenza di muro d'argine. Sistemata recentemente			
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	Sponda in muratura a secco in discrete condizioni.			
	ottimo stato di conservazione. Di recente realizzazione.			
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine. Sistemata recentemente			
	ottimo stato di conservazione. Di recente realizzazione.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo in cls rivestito con massi e pietrame.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo pulito e in ottimo stato di conservazione.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	come sopra			
NOTE:	L'opera presenta un'ottimo stato di conservazione. La realizzazione della griglia e del canale di by pass rappresenta un tassello importante a favore di sicurezza per la parte terminale della conoide.			
<b>Fotografie</b>				
 <p><b>Vista della sezione verso valle.</b> Data 19.10.2015</p>		 <p><b>Vista verso monte dal ponte.</b> Data 19.10.2015</p>		

<b>SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE</b>				sezione n. <b>I-I'</b>
CORSO D'ACQUA:	Torrente Tufere		DATA RILIEVO:	19/10/2015
QUOTA SEZIONE:	m s.l.m.		RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000	
Coordinate geografiche	Lat.			
	Long.			
DESCRIZIONE SEZIONE	ponte ferroviario della linea Brescia-Iseo-Edolo			
<b>Descrizione morfologica della sezione</b>				
Sezione del manufatto con vista da valle.				
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine in ottimo stato di conservazione			
	Assenza di vegetazione e pulito recentemente			
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	presenza di muro d'argine in ottimo stato di conservazione			
	Assenza di vegetazione e pulito recentemente			
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	come sopra			
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	come sopra			
	Vegetazione limitata.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con rivestimento di massi e pietrame.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Come a monte.			
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di alcuni blocchi di grosse dimensioni (max. 50 cm).			
NOTE:	L'opera presenta un'ottimo stato di conservazione. Ben visibile risulta l'uscita del canale scolmatore realizzato nell'ambito degli ultimi lavori effettuati sul Tufere (2010-2012)			
<b>Fotografie</b>				
 <p>Vista della sezione da valle. Data 19.10.2015</p>		 <p>Vista da valle vs la sezione. Data 19.10.2015</p>		

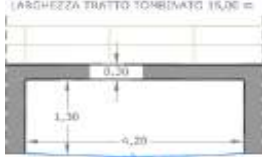




**SCHEDA DI CARATTERIZZAZIONE DELLA SEZIONE**sezione n. **L-L<sup>1</sup>**

CORSO D'ACQUA: Torrente Tufere DATA RILIEVO: 19/10/2015  
QUOTA SEZIONE: \_\_\_\_\_ m s.l.m. RIF.CARTOGRAF. OFG Pisogne 1:2000  
Coordinate geografiche Lat.  
Long.

DESCRIZIONE SEZIONE *Ponte carrabile della strada comunale Corso Zanardelli.*

Descrizione morfologica della sezione	
Sezione del manufatto con vista da monte.	
SPONDA DX A MONTE DELLA SEZIONE:	<i>presenza di muro d'argine</i> <i>Discreta presenza di vegetazione</i>
SPONDA SX A MONTE DELLA SEZIONE:	<i>presenza di muro d'argine</i> <i>Discreta presenza di vegetazione.</i>
SPONDA DX A VALLE DELLA SEZIONE:	<i>Non rilevata</i> <i>Non rilevata</i>
SPONDA SX A VALLE DELLA SEZIONE:	<i>Non rilevata</i> <i>Non rilevata</i>
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A MONTE DELLA SEZIONE	Fondo cementato con presenza di massi di varie dimensioni (max. 40 cm).
DESCRIZIONE FONDO ALVEO IN CORRISPONDENZA DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.
DESCRIZIONE FONDO ALVEO A VALLE DELLA SEZIONE	Fondo cementato e pulito.
NOTE:	<i>Sezione di chiusura e ingresso tratto tombinato terminale.</i>

**Fotografie**

Vista della sezione da monte.  
Data 19.10.2015



Vista dalla sezione vs. monte.  
Data 19.10.2015

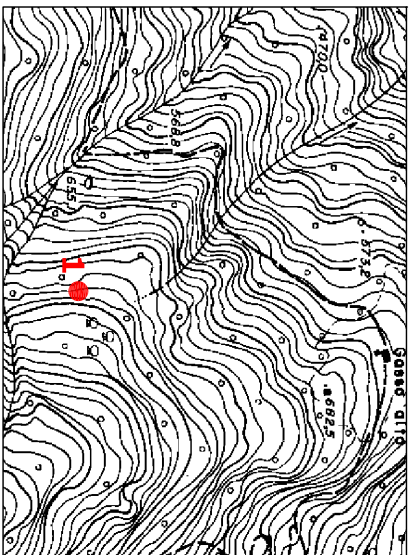
---

---

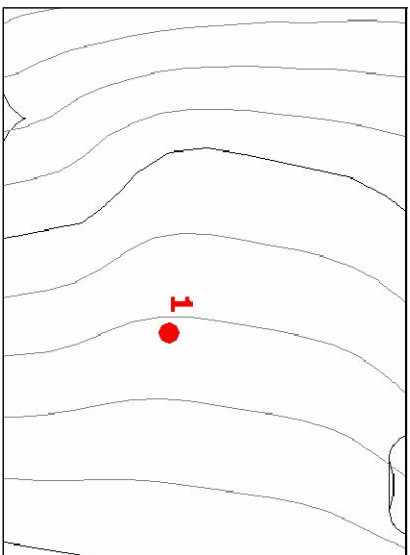
***ALLEGATO B:***  
***Schede analisi geomeccanica affioramenti rocciosi***

---

---



UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:10000



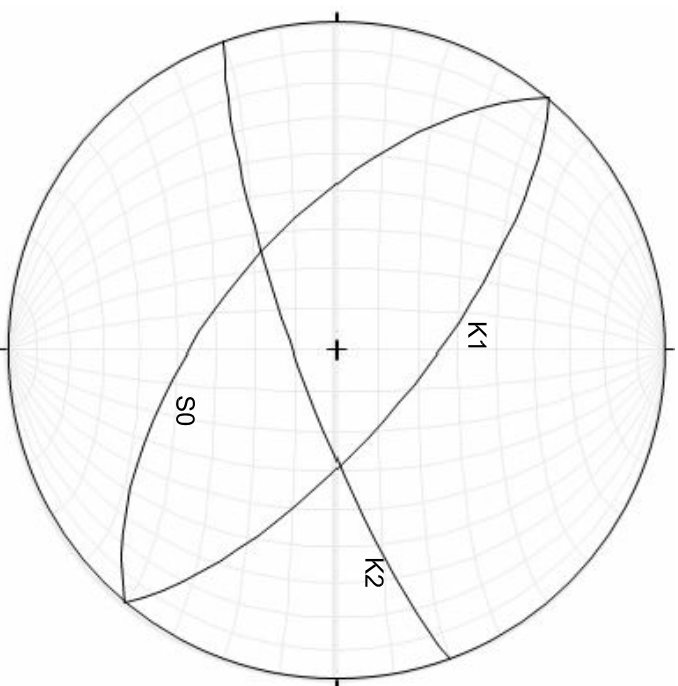
UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:5000



SCALA GRAFICA

PARAMETRI DISCONTINUITA'			
	SISTEMA S0	SISTEMA K1	SISTEMA K2
GIACITURA MEDIA	220N/60	40N/70	160N/80
SPAZIATURA (m)	0,05-0,1	0,1	0,3
APERTURA (mm)	1-5	1-5	5-10
PERSISTENZA (m)	1-5	0,5-1	0,5-1
ALTERAZIONE	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA
RIEMPIMENTO	ROCCIA FRATTURATA	ROCCIA FRATTURATA	NESSUNA
RUGOSITA' (irc)	8-10	10-12	10-12
r ( Mpa )	132	40	40
R ( Mpa )	141	72	72
PRESENZA ACQUA	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE

PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO			
JV	48		
RQD	<10		
	VALORE OTTENUTO	ATTRITO ( gradi )	COESIONE( Kpa )
RMR	55	30	250
GSI	40	53	0,395



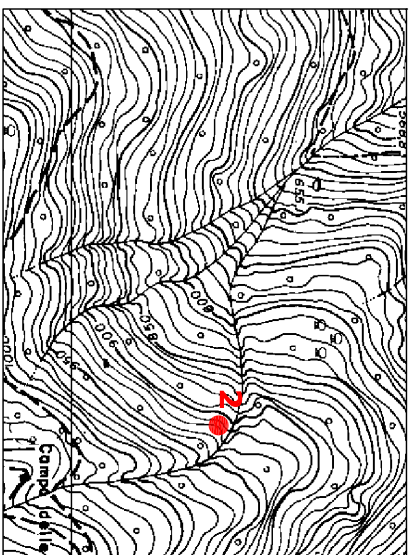
PROIEZIONE STEREOGRAFICA

**AFFIORAMENTO 1**

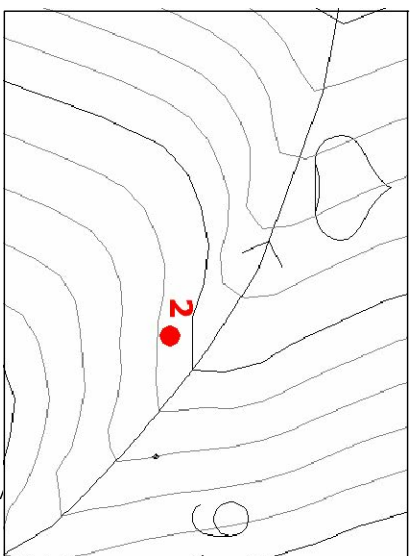


**GEOLOGO  
FABIO  
FENAROLI**

Via Giuseppe Palini 5  
25055 Pisogne (BS)  
cell.3280590024  
geologo.fenaroli@gmail.com



UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:10000



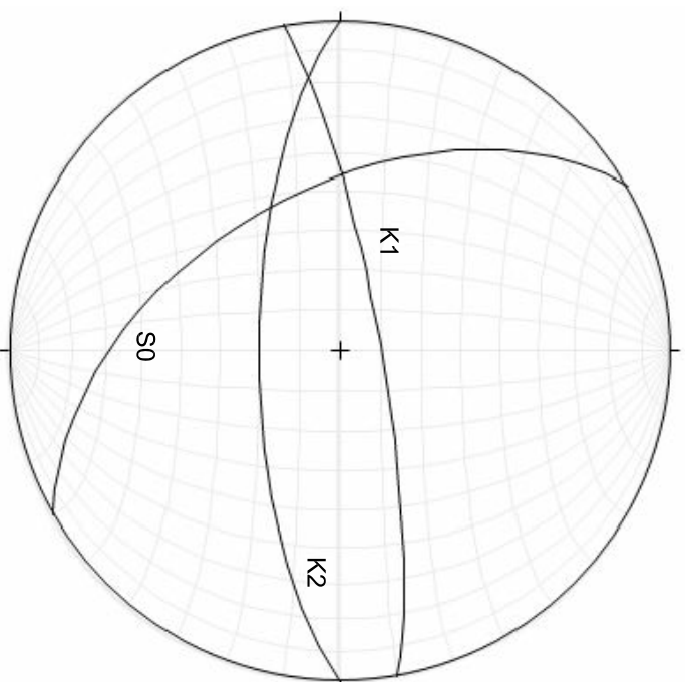
UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:5000



SCALA GRAFICA

PARAMETRI DISCONTINUITA'			
	SISTEMA S0	SISTEMA K1	SISTEMA K2
GIACITURA MEDIA	240N/50	350N/80	180N/70
SPAZIATURA (m)	0,1-0,3	0,1-0,5	0,1-0,3
APERTURA (mm)	1-5	1-5	5-10
PERSISTENZA (m)	1-5	0,5-1	0,5-1
ALTERAZIONE	MEDIAMENTE ALTERATA	MEDIAMENTE ALTERATA	MEDIAMENTE ALTERATA
RIEMPIMENTO	ROCCIA FRATTURATA	ROCCIA FRATTURATA	NESSUNA
RUGOSITA' (irc)	8-10	14-16	14-16
r ( Mpa )	46	124	124
R ( Mpa )	80	180	180
PRESENZA ACQUA	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE

PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO			
JV	30		
RQD	16		
	VALORE OTTENUTO	ATTRITO ( gradi )	COESIONE( Kpa )
RMR	50	32,5	275
GSI	50	56	0,723



PROIEZIONE STEREOGRAFICA

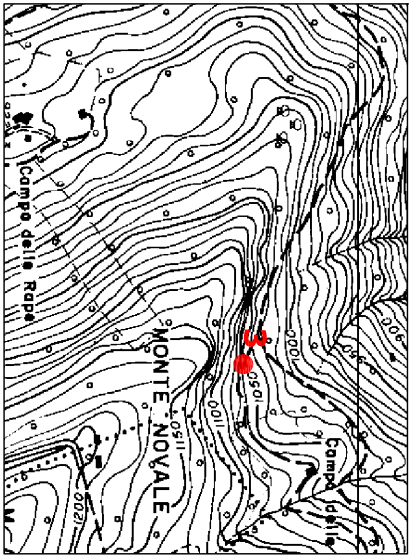
**AFFIORAMENTO 2**



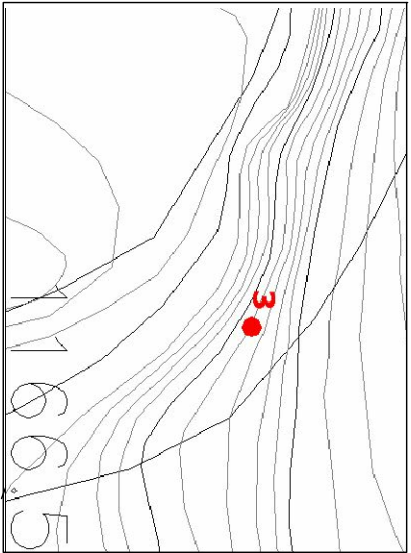
**GEOLOGO  
FABIO  
FENAROLI**

Via Giuseppe Palini 5  
25055 Pisogne (BS)  
cell.3280590024  
geologo.fenaroli@gmail.com





UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:10000



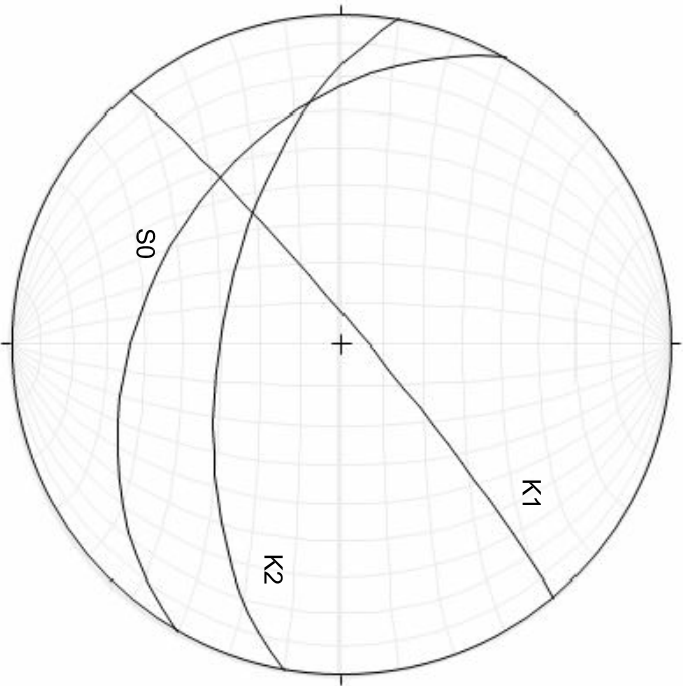
UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:5000



SCALA GRAFICA

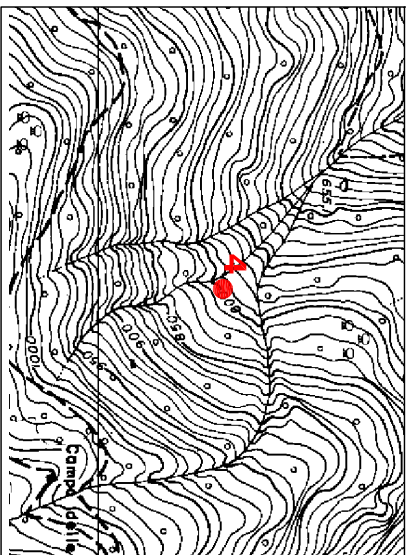
PARAMETRI DISCONTINUITA'			
	SISTEMA S0	SISTEMA K1	SISTEMA K2
GIACITURA MEDIA	210N/40	320N/85	190N/60
SPAZIATURA (m)	0,1-0,2	0,2-0,4	0,1-0,3
APERTURA (mm)	10-15	5-10	5-10
PERSISTENZA (m)	1-5	0,5-1	0,5-1
ALTERAZIONE	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA
RIEMPIMENTO	NESSUNA	NESSUNA	NESSUNA
RUGOSITA' (irc)	10-12	6-8	6-8
r ( Mpa )	44	44	44
R ( Mpa )	90	90	90
PRESENZA ACQUA	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE

PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO			
JV	20		
RQD	49		
	VALORE OTTENUTO	ATTRITO ( gradi )	COESIONE( Kpa )
RMR	54	34,5	295
GSI	60	56	1,249

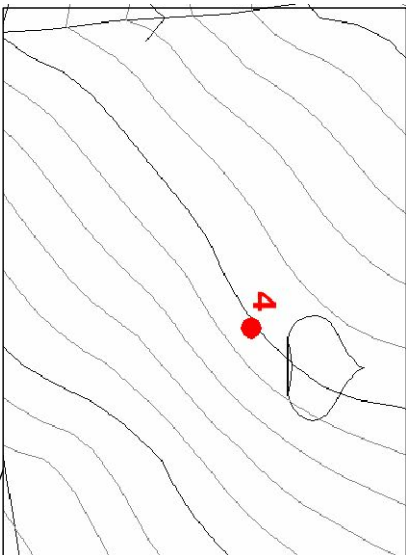


PROIEZIONE STEREOGRAFICA

**AFFIORAMENTO 3**



UBICAZIONE AFFIORRAMENTO -SCALA 1:10000



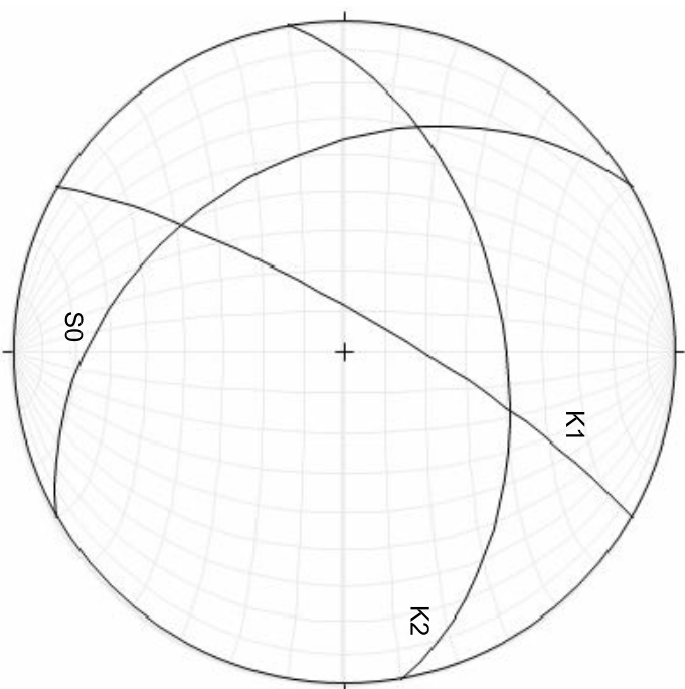
UBICAZIONE AFFIORRAMENTO -SCALA 1:5000



SCALA GRAFICA

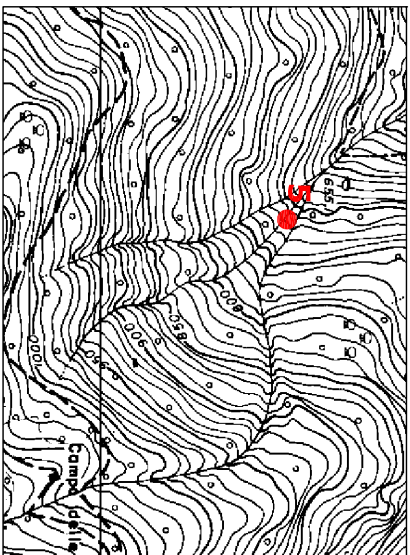
PARAMETRI DISCONTINUITA'			
	SISTEMA S0	SISTEMA K1	SISTEMA K2
GIACITURA MEDIA	240N/40	300N/80	350N/50
SPAZIATURA (m)	0,1-0,2	0,2-0,4	0,2-0,4
APERTURA (mm)	10-15	1-5	1-5
PERSISTENZA (m)	0,5-1	0,5-1	0,5-1
ALTERAZIONE	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA
RIEMPIMENTO	ROCCIA FRATTURATA	NESSUNA	NESSUNA
RUGOSITA' (Irc)	10-12	14-16	14-16
r ( Mpa )	55	45	39
R ( Mpa )	98	90	79
PRESENZA ACQUA	ASSENTE	ASSENTE	ASSENTE

PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO			
JV	15		
RQD	65		
	VALORE OTTENUTO	ATTRITO ( gradi )	COESIONE( Kpa )
RMR	57	36	310
GSI	55	56	0,910

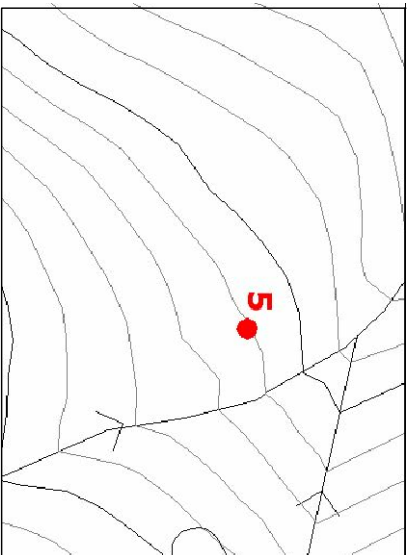


PROIEZIONE STEREOGRAFICA

AFFIORRAMENTO 4



UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:10000



UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:5000



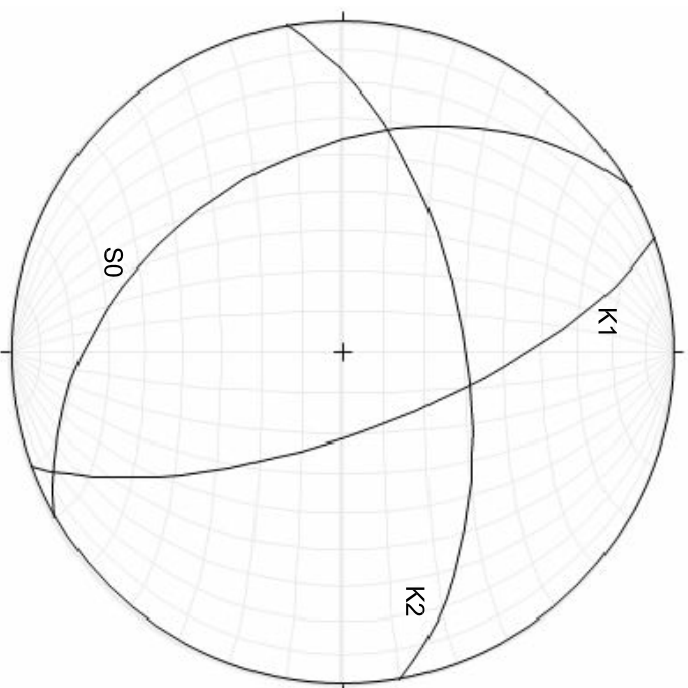
SCALA GRAFICA

#### PARAMETRI DISCONTINUITA'

GIACITURA MEDIA	SISTEMA S0	SISTEMA K1	SISTEMA K2
SPAZIATURA (m)	240N/40	70N/70	350N/60
APERTURA (mm)	0,05-0,1	0,05-0,1	0,05-0,1
PERSISTENZA (m)	1-5	10-15	10-15
ALTERAZIONE	FORTEMENTE ALTERATA	FORTEMENTE ALTERATA	FORTEMENTE ALTERATA
RIEMPIMENTO	SUOLO-ROCCIA FRATTURATA	SUOLO-ROCCIA FRATTURATA	SUOLO-ROCCIA FRATTURATA
RUGOSITA' (irc)	6-8	6-8	6-8
r ( Mpa )	18	18	18
R ( Mpa )	35	35	35
PRESENZA ACQUA	UMIDITA' DIFFUSA	UMIDITA' DIFFUSA	UMIDITA' DIFFUSA

#### PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO

JV	60		
RQD	<10		
	VALORE OTTENUTO	ATTRITO ( gradi )	COESIONE( Kpa )
RMR	29	22	170
GSI	25	36	0,117



PROIEZIONE STEREOGRAFICA

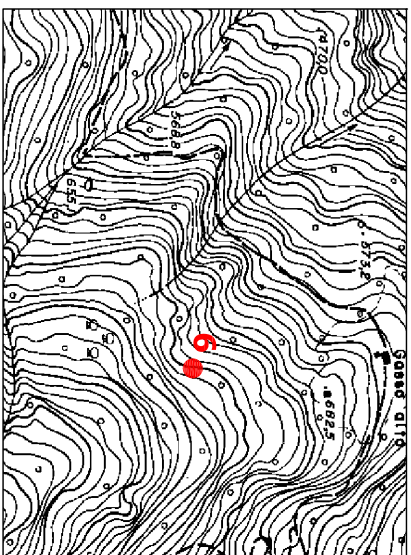
**AFFIORAMENTO 5**



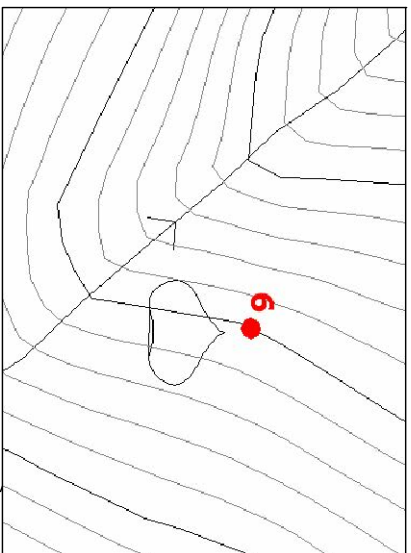
**GEOLOGO  
FABIO  
FENAROLI**

Via Giuseppe Palini 5  
25055 Pisogne (BS)  
cell.3280590024  
geologo.fenaroli@gmail.com





UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:10000



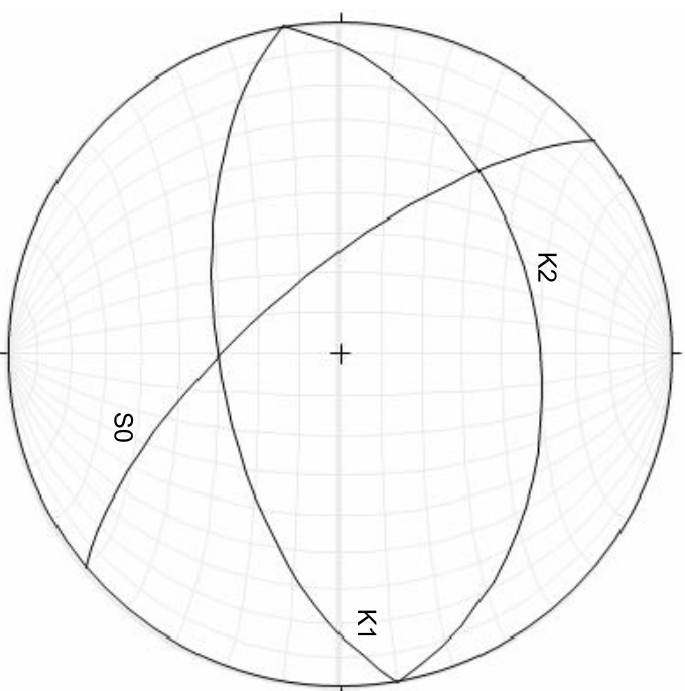
UBICAZIONE AFFIORAMENTO -SCALA 1:5000



SCALA GRAFICA

PARAMETRI DISCONTINUITA'				
	SISTEMA S0	SISTEMA K1	SISTEMA K2	
GIACITURA MEDIA	230N/70	170N/60	350N/40	
SPAZIATURA (m)	0,05-0,1	0,1-0,2	0,1-0,2	
APERTURA (mm)	10-15	1-5	1-5	
PERSISTENZA (m)	1-3	0,5-1	0,5-1	
ALTERAZIONE	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA	MODERATAMENTE ALTERATA	
RIEMPIMENTO	NESSUNO	NESSUNO	NESSUNO	
RUGOSITA' (irc)	8-10	6-8	6-8	
r ( Mpa )	20	20	20	
R ( Mpa )	55	55	55	
PRESENZA ACQUA	UMIDITA' DIFFUSA	UMIDITA' DIFFUSA	UMIDITA' DIFFUSA	

PARAMETRI AMMASSO ROCCIOSO			
JV	35		
RQD	<10		
	VALORE OTTENUTO	ATTRITO ( gradi )	COESIONE( Kpa )
RMR	36	25	205
GSI	35	48	0,12



PROIEZIONE STEREOGRAFICA

**AFFIORAMENTO 6**



**GEOLOGO  
FABIO  
FENAROLI**

Via Giuseppe Palini 5  
25055 Pisogne (BS)  
cell.3280590024  
geologo.fenaroli@gmail.com