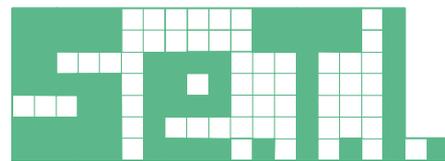


**ACQUA NOVARA VCO S.p.A.**  
via Triggiani n° 8 - 28100  
Novara



SERVIZI TECNICI PER L'INGEGNERIA S.r.l.

SEDE  
Corte dei Calderai, 1 - 28100 NOVARA  
TELEFONO  
0321.612691  
E-MAIL  
info@setisrl.eu

LAVORO

**COMUNE STRESA  
LAVORI DI COLLEGAMENTO RETI  
FOGNARIE DI MAGOGNINO -  
BRISINO - CAMPINO E LOITA  
ALLA DEPURAZIONE  
CENTRALIZZATA**

PROGETTISTA

Dott. ing. Ferdinando ZOLESI



OGGETTO

Relazione Geologica

**LABORATORIO  
di ARCHITETTURA**

**FABIO BUCAIDA  
ROBERTO BRISEDA**

SEDE OPERATIVA  
Corte dei Calderai, 1 - 28100 NOVARA

E-MAIL  
info@farolab.eu

COD.  
FaRo\_127\_16

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Dott. arch.  
Fabio BUCAIDA

Dott. arch.  
Roberto BRISEDA

**PROGETTO DEFINITIVO**

MODIFICA	DESCRIZIONE	DATA

DATA		GRAFICA		SCALA	
INCARICO	CODICE	ANNO	TIPOLOGIA	ELABORATO	REVISIONE
ZF	0392	16	DF	028	D0

ELABORATO

**028**



ACQUE NOVARA VCO S.P.A.

COMUNE DI STRESA  
LAVORI DI COLLEGAMENTO RETI FOGNARIE DI MAGOGNINO,  
BRISINO, CAMPINO, LOITA ALLA DEPURAZIONE CENTRALIZZATA

Dott. Geol. ANGELICA SASSI  
Vic. Brofferio 7 28925 VERBANIA SUNA  
Tel 338 6691692  
sassiangelica@gmail.com  
sassiangelica@epap.sicurezza postale.it



Elaborato:

RELAZIONE GEOLOGICA, GEOMORFOLOGICA, GEOLOGICO-TECNICA  
IDROGEOLOGICA E SISMICA AI SENSI D.M. 14/01/08, L.R.N.45/89 E N.T. P.R.G.

Data:

MARZO 2017

Scala:

Aggiornamento:

Codice:

GEO45

## 1. PREMESSA

La presente relazione è stata redatta a corredo del progetto di realizzazione di nuovi collegamenti della rete fognaria nei Comuni di Stresa e Baveno, in particolare nelle seguenti tratte.

In località Campino-Loita viene prevista la realizzazione del collegamento fra la rete di Campino con la esistente rete di Loita, già unita all'impianto di depurazione delle acque di Gravellona, attraverso la posa di una condotta di diam. 300 mm e sviluppo di circa 950 m; tale condotta verrà interrata lungo il sedime della strada comunale di Via Madonna della Neve, compreso il suo percorso a scavalco della galleria della tratta autostradale, e successivamente nel sedime della strada provinciale Baveno-Levo.

In località Magognino viene prevista la posa di una nuova condotta principale (diam. 250 mm, sviluppo circa 320 m) a partire dalla Via XX Settembre per una tratta lungo la strada provinciale Magognino-Brisino; la posa di tale condotta interesserà unicamente il tracciato e le banchine stradali esistenti, mentre l'attraversamento del Rio della Sacca verrà eseguito con un ponte canale sul lato di valle del ponte stradale e tale da non interferire con le attuali luci dello stesso.

In località Brisino gli interventi sono molteplici e prevedono:

- la sostituzione dell'attuale condotta lungo la Via Sant'Albino (che rimarrà solo per le acque bianche) con una condotta fognaria diam. 315 mm e lunghezza di circa 130 m (foto 1);
- la realizzazione di una nuova stazione di pompaggio all'estremità di Via Sant'Albino, subito a valle del sedime stradale, in corrispondenza dell'area in sinistra del Rio della Sacca; tale opera, non altrimenti localizzabile nei riguardi della rete esistente, è costituita da un paio di vasche di dimensioni 1.4x2.3 m ciascuna, completamente interrate al di sotto dell'area pavimentata posta tra la spalla del ponte sul Rio Sacca e l'attuale spogliatoio del campo da tennis (foto 2);
- la realizzazione di una nuova tubazione di pompaggio diam 140 mm e lunghezza di circa 250 m lungo il sedime di Via Sant'Albino e Via Santa Caterina (foto 3-4);
- la posa di una condotta a gravità, con diam 125 mm e lunghezza di circa 210 m, lungo la mulattiera della Sacca e poi sul versante boscato;
- infine è previsto il raccordo conclusivo con una tubazione diam. 250 mm e lunghezza di circa 280 m, con posa sul sedime della strada vicinale del Bo e della Via Lombardino.



foto 1



foto 2

foto 3



foto 4

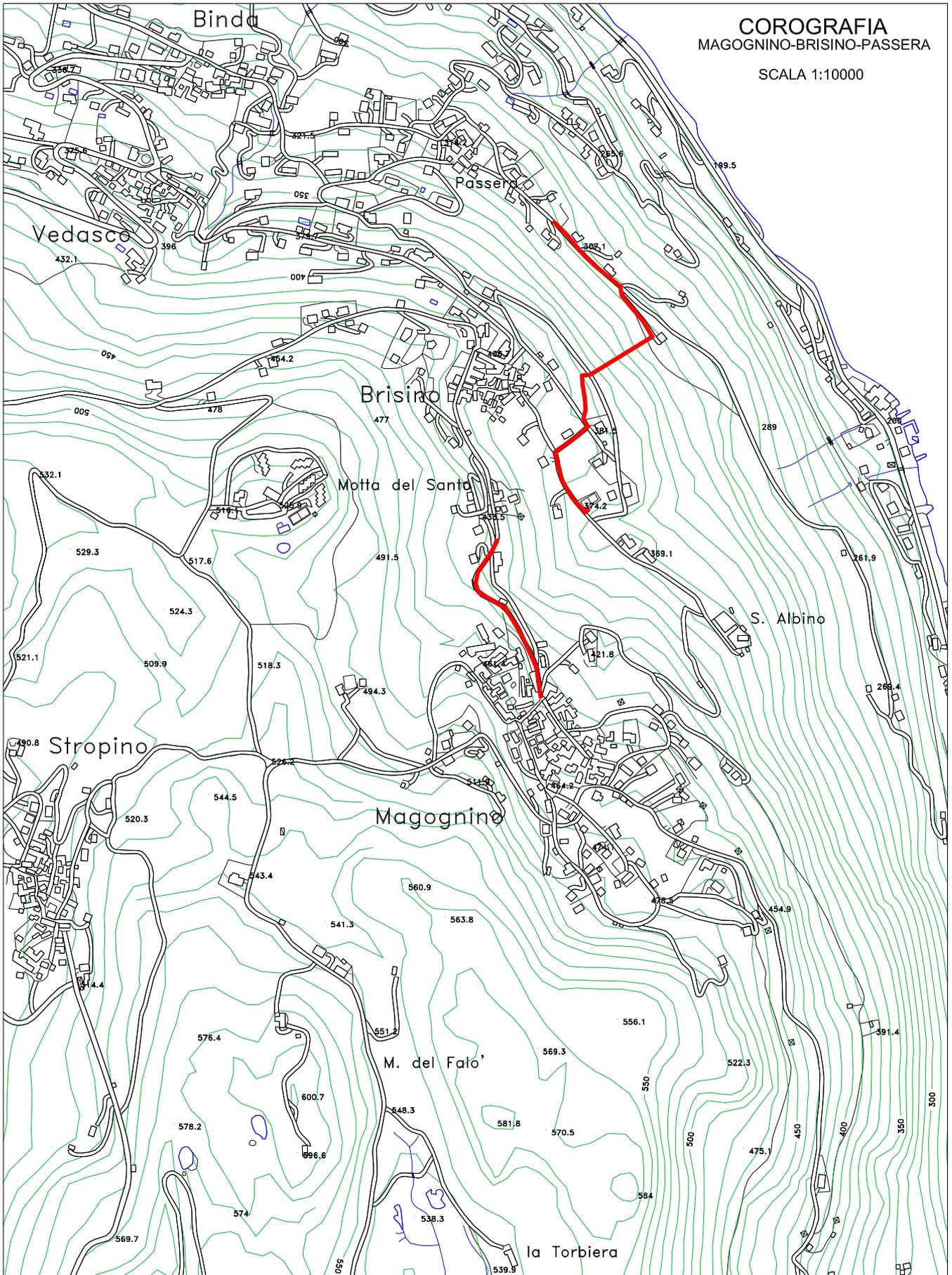


**COROGRAFIA**  
CAMPINO-LOITA

SCALA 1:10000



**COROGRAFIA**  
MAGOGNINO-BRISINO-PASSERA  
SCALA 1:10000



Le indagini eseguite nel corso del presente studio sono state le seguenti:

- raccolta e analisi di tutti i dati geologici, geomorfologici, idrogeologici e sismici disponibili sull'area;
- esame delle caratteristiche geologiche e geomorfologiche delle aree interessate e di un intorno significativo;
- esame delle caratteristiche idrologiche e idrogeologiche dell'area;
- esame delle caratteristiche dei terreni e delle rocce, con valutazioni dei parametri geotecnici, della portata ammissibile, della stabilità in relazione alle forme del terreno e alle opere previste;
- esame della compatibilità degli interventi con l'assetto idrogeologico e la stabilità dell'area.

La presente relazione ottempera ai disposti dei D.M. 14/01/08 e 11/3/88, della L.R. n.45/89 e delle norme di P.R.G. per quanto riguarda le aree soggette a classe II e III di pericolosità; essa documenta i risultati del programma svolto; in fase esecutiva le ipotesi di progetto dovranno essere puntualmente verificate, adattando eventualmente l'opera alle situazioni riscontrate.

In particolare, per quanto riguarda la normativa per gli interventi previsti su aree sottoposte a vincolo idrogeologico (L.R. n.45/89) si precisa che gli approfondimenti eseguiti hanno interessato in particolare la tratta a Brisino posta lungo la mulattiera della Sacca e poi sul versante boscato..

Infatti la normativa vigente (L.R. n.45/89 e Circ. P.G.R. n.4/AMD del 3 aprile 2012) prevede che non necessitano di autorizzazione tutte le tratte di condotte interrato quando *"... si sviluppano lungo le strade e non si verifica modificazione del suolo se non per un brevissimo periodo e senza apprezzabili conseguenze per l'assetto idrogeologico"* (punto 10.3 della Circ. citata).

Tale in particolare è la situazione presente in corrispondenza delle opere previste sulle tratte Campino-Loita e Magognino, nonché sui percorsi stradali delle vie Sant'Albino e Santa Caterina a Brisino e delle vie del Bo e Lombardino a Passera.

## **2. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE E GEOLOGICHE**

L'areale in esame è situato sul versante orientale della dorsale Mottarone-Monte Falò, nella porzione immediatamente prospiciente il Lago Maggiore; tale versante, nella fascia fra Lesa e Baveno, fra le quote di 350 m e 500 m s.l.m. è caratterizzato dalla presenza di un'ampia zona a pendenza media abbastanza ridotta (10°-12°) e a morfologia ondulata, su cui sono posti molti nuclei abitati (Vedasco, Carpugnino, Brisino, Stropino, Magognino, Calogno, ecc. e più a nord ancora Campino e Someraro).

Questa morfologia terrazzata, caratteristica anche altre zone della sponda occidentale del Lago Maggiore è legata ad una impronta di tipo geologico-strutturale e si ritiene sia connessa a fenomeni di rilascio tensionale in corrispondenza dei periodi glaciali. In particolare, sia sul terreno ma anche attraverso l'esame delle foto aeree sono visibili alcuni sistemi di faglie e fratture che interessano l'intero versante; già dalle evidenze morfologiche del territorio ad esempio è possibile riconoscere un sistema principale con direzione NNO-SSE, sottolineato dal percorso del T.Erno.

La morfologia a gradonate dell'intero versante è caratterizzata dall'affioramento nelle zone più acclivi del substrato roccioso, costituito da rocce metamorfiche appartenenti agli Scisti dei Laghi, che presentano scistosità in genere parallela all'allineamento tettonico NNO-SSE; in particolare nella zona con tratta al di fuori dei sedimi stradali gli affioramenti più continui sono presenti in corrispondenza dell'alveo del Rio della Sacca e a valle del campo sportivo di Brisino (vedi estratto allegato nella pagina successiva, tratto dalle tavole geologiche di P.R.G., con il substrato affiorante o subaffiorante in colore giallo aranciato).

Si tratta di paragneiss e micascisti biotitico-muscovitici, spesso granatiferi; la grana può variare da minuta a grossolana; sono riconoscibili bancate più competenti a grana più fine alternate a porzioni più micacee e scistose; la cui giacitura dei piani di scistosità si presenta con direzione all'incirca N-S, ma con inclinazione verso ovest a monte dell'abitato di Brisino e verso est sul versante immediata-

mente soprastante al Lago Maggiore; questa struttura sembra quindi delineare una piega di tipo anticlinalico che ha il suo culmine nella fascia compresa fra Brisino e Magognino.

Gli affioramenti rocciosi appaiono comunque caratterizzati da numerosi piegamenti a piccola scala, a volte con lenti o vene di quarzo al nucleo o intercalate; presentano una alterazione limitata al livello più superficiale della roccia, consistente in una ossidazione e lisciviazione dei minerali; tale strato di alterazione è presente a volte anche quando il substrato è ricoperto da depositi superficiali; in tale caso l'alterazione è dovuta alla presenza di un velo acquifero e può condurre alla argillificazione completa, soprattutto dei micascisti.

#### INQUADRAMENTO GEOLOGICO - ESTRATTO DA TAVOLA GEOB2 P.R.G. VIGENTE (non in scala)



Nelle zone in cui il substrato è subaffiorante, esso è coperto da ridotti spessori di depositi colluviali e di versante, prodotti attraverso la demolizione del substrato, ad opera degli agenti atmosferici e della gravità, e dalla rielaborazione di materiali sciolti di natura morenica.

La morfologia terrazzata legata ai disturbi tettonici ha fatto sì che nelle fasce ad acclività meno accentuata, potesse aver luogo la formazione di potenti sequenze di depositi superficiali, in particolare legati ai fenomeni glaciali di età quaternaria: sono frequenti amplissime coperture del substrato con depositi di natura morenica (in azzurro nell'estratto), spesso a formare cordoni o dossi rilevati.

I depositi di natura morenica sono stati inoltre interessati da una azione rielaboratrice da parte dei corsi d'acqua che contornavano le masse glaciali durante il loro ritiro, con formazione di depositi fluvioglaciali e periglaciali. La struttura tipica di un deposito morenico, caotica con elementi di maggiori dimensioni, a superficie spigolosa, immersi in una matrice da sabbiosa a limosa, viene rielaborata con arrotondamento degli spigoli, allontanamento delle frazioni più fini del deposito, e rideposizione in livelli che mostrano inizi di classazione, cioè separazione a seconda delle dimensioni. Il deposito risulta quindi costituito da ghiaie e sabbie, ma non sono infrequenti anche trovanti di grandi dimensioni, rappresentanti delle "restiti" dell'originario deposito.

La permanenza di tali depositi antichi in ambiente subaereo provoca poi una profonda alterazione dei livelli più superficiali, con formazione di orizzonti limosi di colore aranciato o addirittura rossiccio.

### **3. CARATTERISTICHE IDROGEOLOGICHE**

Il deflusso superficiale lungo il versante risulta controllato dai corsi d'acqua che si sviluppano con direzione perpendicolare allo stesso, in genere lungo linee di massima pendenza, a volte sovrimposte a lineamenti tettonici; le acque di ruscellamento superficiali hanno direzioni di scorrimento che nelle condizioni naturali rispettano generalmente le direttrici di massima pendenza.

In una situazione geologica come quella presente sul versante oggetto di studio l'infiltrazione delle acque di scorrimento superficiale avviene in corrispondenza di tutte le superfici permeabili, quindi nei depositi sciolti e nelle aree a substrato roccioso fratturato. Se è presente un acquifero in roccia di sufficienti dimensioni (fratturazioni pervasive su vaste aree e in profondità) si può instaurare una importante circolazione idrica.

Nel caso in cui il substrato roccioso sia privo di fratturazioni esso funge da limite di base di un acquifero in depositi sciolti, che può essere permanente nel caso di depositi a notevole sviluppo areale e spessore ed effimero nel caso della presenza solo della coltre detritico-eluviale o di depositi morenici di limitata entità, come in gran parte nelle aree più acclivi.

Solo in corrispondenza delle zone terrazzate maggiori (in particolare nelle vicinanze dei corsi d'acqua che la alimentano con perdite di subalveo (ad esempio in località Torbiera di Magognino) può essere presente una limitata falda, notevolmente soggetta ad oscillazioni a seguito delle ricariche idriche in periodo piovoso.

Per quanto riguarda le opere in progetto esterne a tracciati stradali, le caratteristiche dei terreni portano ad escludere interferenze idriche in tutta la tratta di raccordo fra la Via Santa Caterina di Brisino e la Via Lombardino a Passera; al momento del sopralluogo non erano presenti sul lotto evidenze di venute sorgentizie perenni o semiperenni e la morfologia dei luoghi porta ad escludere venute dirette sull'area di intervento;

Per quanto riguarda la realizzazione delle vasche della stazione di pompaggio, le quote di fondo saranno superiori a quella dell'alveo del Rio della Sacca ma possibilità di richiami di flussi idrici dal vecchio percorso del rio ora tombinato lungo la Via Sant'Albino, portano a consigliare di eseguire le opere in occasione di un periodo asciutto.

#### 4. CARATTERISTICHE SISMICHE

##### Pericolosità sismica di base

Grado di pericolosità sismica: Sulla base della D.G.R. 17/11/2003 n.61-11017 il territorio di Stresa e Baveno è inserito nella **Zona 4** di classificazione di pericolosità sismica.

Categoria di sottosuolo: E' possibile assegnare i terreni interessati dalle opere alla **categoria E**, in quanto è presente uno spessore dei depositi superficiali inferiore a 20 metri su substrato roccioso.

Condizioni topografiche e coefficiente di amplificazione  $S_T$

Superficie con inclinazione media  $>15^\circ$ : **categoria T2**  $\rightarrow S_T = 1.2$

##### Caratteristiche dell'opera in relazione all'azione sismica

Tipologia di opera: Ai sensi della D.G.R. 23/12/2003 n.64-11402 l'intervento in progetto **non** rappresenta edificio o opera strategica o rilevante.

Vita nominale dell'opera: Trattandosi di opere ordinarie la vita nominale prevista è  $\geq 50$  anni.

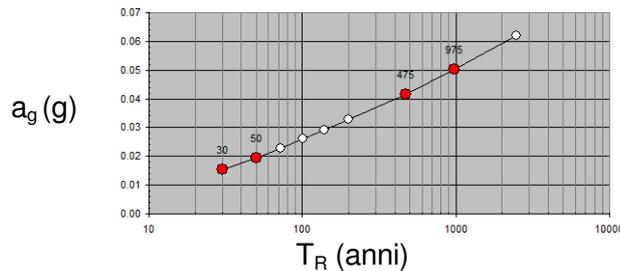
Classe d'uso e coefficiente d'uso: Trattandosi di costruzioni con normali affollamenti, la classe d'uso prevista è la **Classe II**, a cui corrisponde un **coefficiente d'uso = 1.0**.

Periodo di riferimento per l'azione sismica ( $V_R$ ): Si ottiene moltiplicando vita nominale e coefficiente d'uso: per l'opera in esame può quindi essere considerato di  **$V_R \geq 50$  anni**.

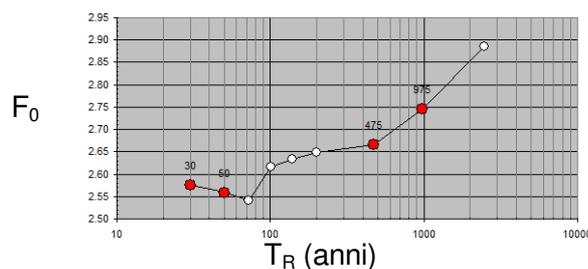
Probabilità di eccedenza o superamento  $P_{VR}$ : Nel periodo di riferimento le probabilità di superamento, nei vari stati limite previsti dalla normativa, sono rispettivamente di 81% (SLO), 63% (SLD), 10% (SLV) e 5% (SLC). Su questi valori si ottiene il tempo di ritorno del sisma  $T_R$  per ciascun stato limite.

##### Azione sismica di progetto (programma "Spettri" Istituto nazionale Geofisica)

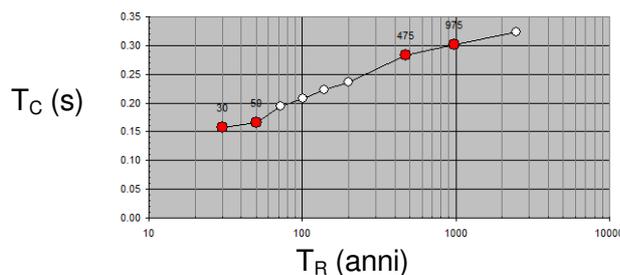
Valori di progetto del parametro accelerazione orizzontale massima  $a_g$  in funzione di  $T_R$



Valori di progetto del parametro  $F_0$  in funzione di  $T_R$



Valori di progetto del parametro  $T_C$  in funzione di  $T_R$



### Valori dei parametri $a_g$ , $F_0$ , $T_C^*$ per i periodi di ritorno $T_R$ associati a ciascuno SL

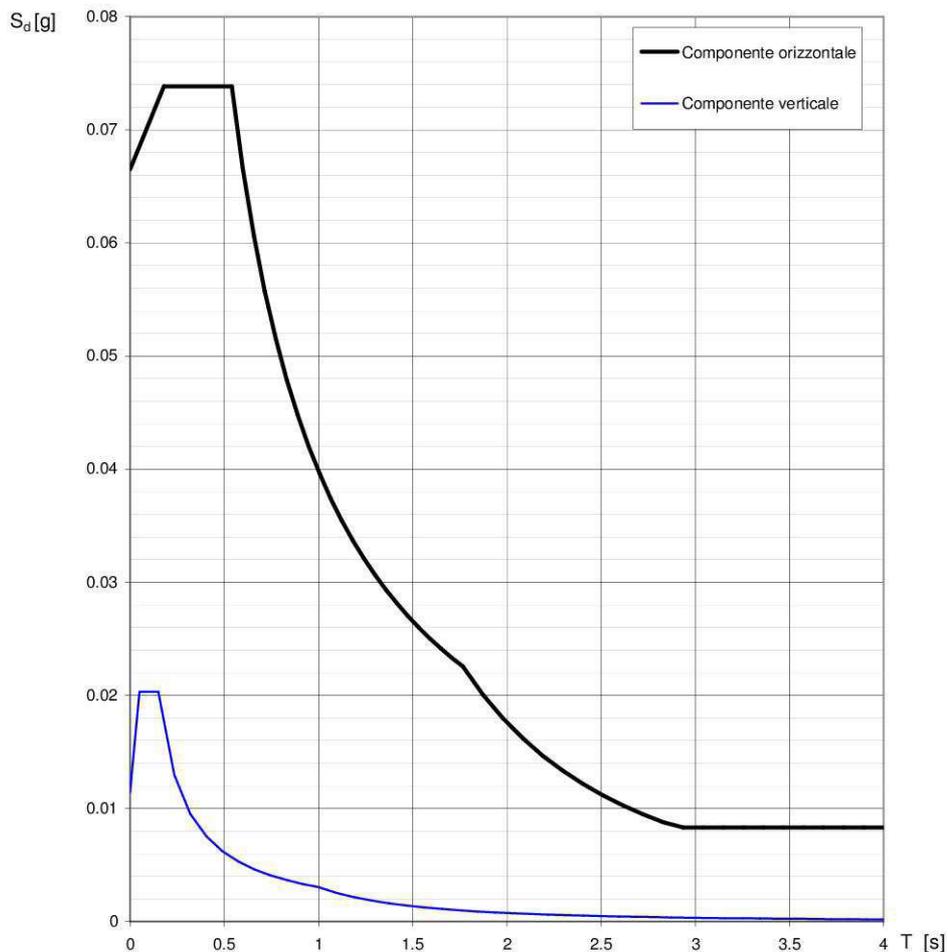
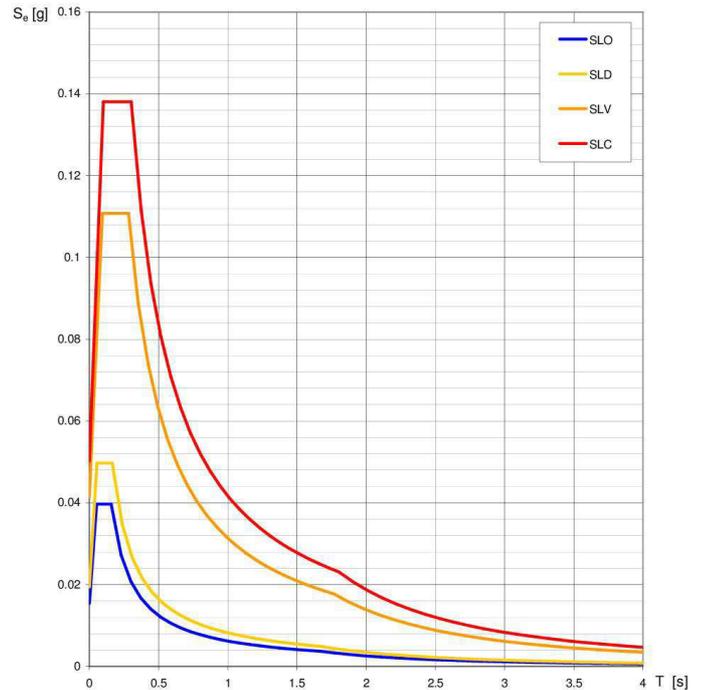
STATO LIMITE	$T_R$	$a_g$	$F_0$	$T_C^*$
	[anni]	[g]	[-]	[s]
SLO	30	0.015	2.574	0.157
SLD	50	0.019	2.559	0.166
SLV	475	0.042	2.665	0.283
SLC	975	0.050	2.745	0.302

#### Liquefazione

Non sono prevedibili fenomeni di liquefazione in quanto sono emerse accelerazioni massime attese minori di 0.1 g in condizioni di campo libero e non sono presenti sabbie pulite con caratteristiche granulometriche che possano produrre tali fenomeni (esclusione da verifica alla liquefazione)

#### Spettri di risposta per SLV

Gli spettri di risposta per lo SLV sono riassunti negli elaborati seguenti.



**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.042 g
$F_o$	2.665
$T_C$	0.283 s
$S_S$	1.600
$C_C$	1.905
$S_T$	1.000
$q$	2.400

**Parametri dipendenti**

$S$	1.600
$\eta$	0.417
$T_B$	0.180 s
$T_C$	0.540 s
$T_D$	1.766 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0.55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_C / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_C \cdot T_C^* \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4.0 \cdot a_g / g + 1.6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_d(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultime è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0.000	0.066
0.180	0.074
0.540	0.074
0.598	0.067
0.656	0.061
0.715	0.056
0.773	0.052
0.832	0.048
0.890	0.045
0.948	0.042
1.007	0.040
1.065	0.037
1.124	0.035
1.182	0.034
1.241	0.032
1.299	0.031
1.357	0.029
1.416	0.028
1.474	0.027
1.533	0.026
1.591	0.025
1.649	0.024
1.708	0.023
1.766	0.023
1.873	0.020
1.979	0.018
2.085	0.016
2.192	0.015
2.298	0.013
2.404	0.012
2.511	0.011
2.617	0.010
2.724	0.009
2.830	0.009
2.936	0.008
3.043	0.008
3.149	0.008
3.255	0.008
3.362	0.008
3.468	0.008
3.575	0.008
3.681	0.008
3.787	0.008
3.894	0.008
4.000	0.008

**Parametri e punti dello spettro di risposta verticale per lo stato limite: SLV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_{gv}$	0.011 g
$S_S$	1.000
$S_T$	1.000
$q$	1.500
$T_B$	0.050 s
$T_C$	0.150 s
$T_D$	1.000 s

**Parametri dipendenti**

$F_v$	0.734
$S$	1.000
$\eta$	0.667

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_S \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 §. 3.2.3.5})$$

$$F_v = 1.35 \cdot F_o \cdot \left( \frac{a_g}{g} \right)^{0.5} \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.11})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.10)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_v} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_v \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

**Punti dello spettro di risposta**

T [s]	Se [g]
0.000	0.011
0.050	0.020
0.150	0.020
0.235	0.013
0.320	0.010
0.405	0.008
0.490	0.006
0.575	0.005
0.660	0.005
0.745	0.004
0.830	0.004
0.915	0.003
1.000	0.003
1.094	0.003
1.188	0.002
1.281	0.002
1.375	0.002
1.469	0.001
1.563	0.001
1.656	0.001
1.750	0.001
1.844	0.001
1.938	0.001
2.031	0.001
2.125	0.001
2.219	0.001
2.313	0.001
2.406	0.001
2.500	0.000
2.594	0.000
2.688	0.000
2.781	0.000
2.875	0.000
2.969	0.000
3.063	0.000
3.156	0.000
3.250	0.000
3.344	0.000
3.438	0.000
3.531	0.000
3.625	0.000
3.719	0.000
3.813	0.000
3.906	0.000
4.000	0.000

## 5. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE

Date le previsioni progettuali e le caratteristiche geologiche della zona, come evidenziato dalle analisi, si può affermare che il piano di posa delle opere sarà situato sui depositi di origine glaciale.. La caratterizzazione geotecnica dei terreni nel sottosuolo in relazione alle opere previste è stata eseguita sulla base dell'osservazione diretta dei materiali messi in luce negli scassi presenti (per cause naturali o per attività antropica) nell'immediato circondario.

L'insieme messo in luce è costituito, al di sotto di uno strato di terreno agrario e livello alterato con spessori variabili fra 0.3 e 0.5 m, da un deposito glaciale, con clasti spigolosi di dimensioni da centimetriche a pluridecimetriche, con matrice quasi sempre sabbiosa, più o meno abbondante, caratterizzata da una forte ossidazione. Conglobati nel deposito sono presenti massi di maggiori dimensioni, a spigoli vivi, generalmente di natura gneissica, mentre non sono stati riconosciuti in affioramento livelli limosi.

I depositi morenici presentano caratteristiche geotecniche generalmente discrete, che possono subire locali peggioramenti per la presenza di livelli a granulometria fine: tali depositi hanno comunque caratteristiche compatibili con i carichi imposti dalle opere previste. I parametri geotecnici da utilizzarsi in fase preventiva, e da verificarsi in fase esecutiva, sono i seguenti:

	Depositi morenici s.s.	Sabbie fini sciolte	Limi e limi sabbiosi
Peso volume( $t/m^3$ )	1.8-1.9	1.7-1.8	1.6-1.7
Coesione ( $kg/cm^2$ )	0.0-0.3	0.0	0.2-2.0
Angolo attrito interno	35°-38°	30°-35°	20°-27°

Date le osservazioni eseguite sugli scassi disponibili appare possibile, per il dimensionamento preventivo, utilizzare i parametri relativi ai depositi morenici s.s.; in fase esecutiva dovranno comunque essere verificate le ipotesi avanzate mediante l'osservazione diretta delle caratteristiche geotecniche dei terreni, adattando eventualmente l'opera alle situazioni riscontrate.

Sarà necessario che i nuovi piani fondali delle opere maggiori siano eseguiti sui depositi inalterati al di sotto dello strato di alterazione pedogenetica. Le caratteristiche geotecniche del terreno agrario possono essere considerate scadenti e tali terreni sono da escludersi per la posa delle fondazioni dei pozzetti.

## 6. STABILITA'

Le valutazioni sulla stabilità naturale e dell'insieme opera-terreno riguardano ovviamente le tratte esterne ai corpi stradali, e quindi fundamentalmente la tratta di condotta a gravità che da Via Santa Caterina di Brisino raggiunge Via Lombardino a Passera.

Questa tratta interessa inizialmente il percorso di una mulattiera comunale (foto 5-6); in questa tratta non sono presenti evidenze di instabilità naturali la presenza delle opere non modificherà in alcun modo le condizioni attuali.



foto 5

Le uniche accortezze sono da aversi in fase esecutiva in quanto gli scavi sono prossimi a murature in pietrame a secco e per tale aspetto dovranno aversi le normali necessarie cautele.



foto 6

La maggior parte del percorso avverrà sul pendio all'interno dell'area boscata. Si tratta di un pendio con pendenza media di 22°, con valori maggiori in corrispondenza della tratta superiore e di base, e minori nella porzione centrale, in cui sono presenti anche piccoli terrazzamenti con muratura a secco (foto 7-8-9-10 nella pagina successiva).

Tutto il pendio è interessato da una vegetazione arborea di tipo ceduo ormai da tempo non più seguita; sono molto frequenti le essenze cadute sul posto (per malattia o a causa del vento), con presenza diffusa di ramaglie e fogliame secco.



foto 7



foto 8



foto 9



foto 10

Il sopralluogo eseguito lungo tutto il percorso della condotta e nella porzione di versante in cui è inserito non ha mostrato alcuna evidenza di dissesto in atto o potenziale; il pendio appare costituito da depositi di natura morenica per tutto il suo sviluppo e non sono riconoscibili evidenze di depositi francamente limosi.

Benché la pendenza media sia superiore ai 20° non sono presenti evidenze di ruscellamenti concentrati in occasione di piogge prolungate, né emergenze idriche dal sottosuolo.

La posa della condotta nella tratta prevede, come riportato nella relazione progettuale e negli elaborati grafici, da progetto, le seguenti operazioni:

- *decespugliamento per una larghezza di 4 m per l'intera fascia boscata;*
- *taglio alberi ed estrazione ceppaie nella fascia di 4 m e per tutta la lunghezza;*
- *scavo di larghezza 50 cm e profondità 70 cm (per il 50% eseguito a mano);*
- *bauetto di zavorra in misto cementato;*
- *rinterro con terreno di coltivo;*
- *formazione di prato;*
- *ripristino di muretti in pietrame a secco esistenti;*
- *ripristino della vegetazione arborea;*
- *realizzazione di palizzate di stabilizzazione trasversali al tracciato.*

Viste le condizioni attuali del versante tali procedure appaiono sicuramente adeguate per il mantenimento delle condizioni di stabilità della pendice.

## **7. PERICOLOSITA' E RISCHIO IDROGEOLOGICO**

L'osservazione diretta dei luoghi indica che il versante in corrispondenza della zona di intervento non mostra evidenze di dissesto in atto nei depositi sciolti e gli affioramenti rocciosi a quota superiore sono privi di sistemi di fratturazione pervasivi a media e grande scala che potrebbero dare origine a movimenti di massa.

Per quanto riguarda il Rio della Sacca le analisi eseguite dal progettista nei riguardi dell'attraversamento della tubazione a Magognino (su ponte canale) mostrano che la quota di massima piena risulta ben inferiore rispetto all'impalcato del ponte. Una valutazione simile, basata sempre sulle portate di piena previste per il Rio della Sacca nello studio allegato al Piano Regolatore del Comune di Stresa, conferma che anche nel caso delle portate in corrispondenza del ponte di Via Sant'Albino (subito a monte della zona della prevista stazione di pompaggio interrata) le altezze idriche varierebbero fra 1.0 e 1.3 m, non interessando quindi l'area di intervento. Ovviamente questo nell'ipotesi di un controllo periodico delle condizioni dei manufatti e delle sponde, soprattutto a seguito di importanti eventi alluvionali, nei riguardi di eventuali possibili erosioni della base dei manufatti e delle sponde provocate dal corso d'acqua in queste situazioni. In ogni caso comunque le opere previste a Magognino e Brisino non limitano la capacità di laminazione del Rio in caso di piena e non costituiscono diminuzione della potenzialità di deflusso delle acque.

Anche i piccoli corsi d'acqua presenti nella tratta Campino-Loita risultano ininfluenti sulle opere previste.

## **8. RACCOMANDAZIONI DI PROGETTO ED ESECUTIVE**

Per quanto attiene alle modifiche che gli interventi in oggetto determinano sull'assetto idrogeologico e sulla stabilità delle aree, si può affermare che tali modifiche sono scarsamente rilevanti, e quindi tali interventi sono pienamente compatibili.

I lavori dovranno comunque essere realizzati a regola d'arte ed i movimenti di terreno dovranno essere limitati allo stretto necessario, tenendo in preminente considerazione in qualsiasi fase e circostanza la stabilità del terreno e il buon regime delle acque; in corso d'opera dovranno essere adottati gli accorgimenti tecnici e provvisori più indicati per evitare il verificarsi di smottamenti, scoscendimenti, dilavamenti e/o rotolamento di materiali a valle.

La validità dell'ipotesi progettuale dovrà essere comunque controllata durante la costruzione, considerando, oltre ai dati raccolti in fase di progetto, anche quelli ottenuti con misure e osservazioni nel corso dei lavori e adattando eventualmente l'opera alle situazioni riscontrate.

Il piano di posa degli elementi principali dovrà essere realizzato entro i depositi inalterati previa asportazione dello strato di alterazione superficiale ed escludendo la presenza di livelli a granulometria ridotta, anche di limitata potenza.

Gli scavi in depositi sciolti per le parti di altezza superiore a 1.5 metri dovranno essere eseguiti a campioni di ampiezza limitata e con sequenziale posa della condotta e reinterro, al fine di evitare instabilità locali. In tempi brevi dovrà essere anche realizzato lo scavo e la posa delle vasche e il reinterro in corrispondenza della stazione di pompaggio.

In ogni caso comunque dovrà essere sempre evitato qualunque flusso di acqua dall'areale circostante in occasione di piogge e inoltre ogni eventuale superficie di scavo in depositi sciolti di altezza superiore a 1.5 metri durante i periodi, anche brevi, di fermo cantiere dovrà essere protetta con la posa di teli al fine di evitare il dilavamento delle pareti di scavo.

Le scarpate in materiali sciolti che andranno a costituirsi dovranno essere modellate in modo da garantire una loro piena stabilità, secondo le indicazioni progettuali espresse al par. 6.

In particolare dovrà essere sempre particolarmente curata la compattazione dei materiali di riporto, al fine di evitare la presenza di anomalie nel profilo superficiale trasversale o di cedimenti differenziali che possano creare infossamenti.

Mentre i terreni naturali delle tratte esterne ai sedimi stradali devono considerarsi prive di elementi inquinanti e rifiuti e quindi pienamente riutilizzabili in loco per i reinterri, i materiali di risulta degli scavi in ambito antropico dovranno essere smaltiti secondo la normativa vigente.

## 9. COMPATIBILITA' DELL'INTERVENTO IN RELAZIONE ALLE PRESCRIZIONI DI P.R.G

Secondo la classificazione di pericolosità geologica presente nei P.R.G. vigenti di Stresa e Baveno le opere previste sono localizzate in ambiti assegnati alle Classi 2a, 2b e 3a, in quest'ultimo caso legate alla presenza del Rio della Sacca e alla porzione più acclive del versante interessato dalla condotta a gravità, nonché agli attraversamenti su strada dei piccoli corsi d'acqua.

Le opere previste costituiscono opere di pubblica utilità non altrimenti localizzabili e conseguentemente sono compatibili con la normativa di Piano: le presenti indagini costituiscono il necessario e richiesto approfondimento di tipo geologico, geomorfologico, geotecnico, idrogeologico, idraulico e sismico ai sensi del D.M. 14/01/08.

Con l'ottemperanza alle raccomandazioni di progetto ed esecutive esposte al punto precedente le opere previste risultano pienamente fattibili e non aumentano in nessun modo il grado di pericolosità presente attualmente nell'areale.

Verbania, Marzo 2017



A circular professional stamp in purple ink. The outer ring contains the text 'ORDINE GEOLOGI REGIONE PIEMONTE' at the top and 'ALBO PROFESSIONALE' at the bottom. Inside the ring, the name 'ANGELICA SASSI' is printed, followed by 'SEZ. A' and 'N. 143'. A handwritten signature in black ink is written over the stamp.