

**REGIONE LIGURIA**  
**STAZIONE UNICA APPALTANTE REGIONALE**  
**SEZIONE A.R.T.E. SAVONA**



**COMUNE DI BALESTRINO**

**Manutenzione straordinaria di alloggi siti in via  
Provinciale civ. 23 int. 5 e 6**

**Manutenzione straordinaria copertura edificio**

**Sistemazione spazi esterni con rettifica curva di  
via Lucifredi**

**Progetto Esecutivo**

**RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO:**

geom. Maurizio Noli

**PROGETTISTA COORDINATORE:**

ing. Paola ANDREOLI

**GEOLOGO:**

geol. Carlo CIVELLI

**ELABORATO:**

Relazione geologica

**ALLEGATO:**

**G**

**DATA:** Dicembre 2015

# COMUNE DI BALESTRINO

Provincia di Savona

**Bando per la riqualificazione urbana e l'edilizia  
residenziale sociale nei piccoli comuni DGR 1287/2012**

**MANUTENZIONE STRAORDINARIA ALLOGGI  
IN VIA PROVINCIALE 23 – MANUTENZIONE  
STRAORDINARIA COPERTURA EDIFICIO E  
SISTEMAZIONE SPAZI ESTERNI**

**COMMITTENTE: COMUNE DI BALESTRINO**

**PROGETTISTA: Arch. Giovanni Rossello – ARTE Savona**

## RELAZIONE GEOLOGICA

**Stralcio geotecnico su stabilità terreni  
analisi compatibilità con il Piano di Bacino  
RELAZIONE SULLA PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO**

**Dott. Geol. CARLO CIVELLI**

Via S. Bernardino,8

tel.-fax 0182/990419

cod. fisc. CVLCRL64L01C933D

17023 Ceriale (SV)

E-mail [civ@geologi.it](mailto:civ@geologi.it)

partita I.V.A. 01057120097

## PREMESSA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.

La presente relazione geologica e geotecnica (per quanto riguarda parametrizzazione dei terreni e stabilità movimenti terra) sui terreni su cui insistono gli interventi in progetto è stata svolta ai sensi del Decreto del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti “Norme tecniche per le costruzioni” (DM 14-01-2008); nonché della L. R. 4/99 (interventi in zone sottoposte a vincolo per scopi idrogeologici ai sensi del R.D. n. 3267/1923).

L'area d'intervento è ubicata in Comune di Balestrino in via Provinciale 23.

Nel Piano Territoriale di Coordinamento Paesistico della Regione Liguria, Assetto Geomorfologico, l'area d'intervento è ubicata in zona soggetta a regime normativo di Modificabilità di tipo B (MO-B).

L'intervento consiste in opere di manutenzione straordinaria del fabbricato e sistemazione esterna dei terreni; in particolare per quanto concerne i movimenti terra l'intervento comprende la rettifica tramite arretramento del muro di contenimento del piazzale a valle del fabbricato e la ricostruzione dello stesso nella nuova posizione, sono quindi previste opere di scavo con fronti di altezza massima inferiore a 2 m.

Il tutto come risulta dagli elaborati grafici e dalla relazione tecnica redatti dall' Arch. Giovanni Rossello – ARTE Savona.

## ANALISI DI COMPATIBILITA' CON LA NORMATIVA DI PIANO DI BACINO STRALCIO (Tav. 3-4)

L'area d'intervento ricade all'interno del Piano di Bacino del Torrente Varatella nel foglio 245070.

Per quanto riguarda la “**disciplina dell'assetto idraulico**” l'area d'intervento ricade a distanza superiore a 20 m da corsi d'acqua individuati sulla “carta del reticolo idrografico” ed a distanza superiore a 10 m dai corsi d'acqua di interesse per il Reg 3/2011.

Per quanto riguarda la “**disciplina dell'assetto geomorfologico**” l'area d'intervento sulla “carta della suscettività al dissesto dei versanti” viene individuata in area a suscettività al dissesto MEDIA o (**Pg2**) individuata col colore giallo sulla carta.

Lo stralcio della Normativa di PdB di riferimento è il seguente:

“10. Nelle aree a suscettività al dissesto media (Pg2), bassa (Pg1) e molto bassa (Pg0) si demanda ai Comuni, nell’ambito della normativa geologica di attuazione degli strumenti urbanistici o in occasione dell’approvazione sotto il profilo urbanistico-edilizio di nuovi interventi insediativi e infrastrutturali, la definizione della disciplina specifica di dette aree, attraverso indagini specifiche, che tengano conto del relativo grado di suscettività al dissesto. Tali indagini devono essere volte a definire gli elementi che determinano il livello di pericolosità, ad individuare le modalità tecnico-esecutive dell’intervento, nonché ad attestare che gli stessi non aggravino le condizioni di stabilità del versante.”

L’intervento è **quindi da ritenersi compatibile con la Normativa di Piano di Bacino Stralcio** riferita alla cartografia attualmente approvata.

## **INQUADRAMENTO GEOLOGICO E GEOMORFOLOGICO (Tav. 5).**

L’area d’intervento è ubicata ad una quota di circa 385 m s.l.m., su di un tratto di versante in leggera dorsale degradante a sud-ovest con discrete pendenze.

Il tratto di versante oggetto d’intervento risulta urbanizzato e sistemato a terrazzi; non sono presenti nell’area fenomeni di instabilità ne profonda ne superficiale.

L’area risulta ricoperta da una coltre di natura eluvio-colluviale dello spessore variabile tra 1e 3 m. La coltre ricopre un substrato roccioso costituito da litotipi appartenenti alla “Formazione di Caprauna”, ed in particolare da scisti calcarei fratturati.

Il substrato risulta affiorante a tratti lungo la provinciale a monte dell’area d’intervento.

I terreni di copertura sono mediamente permeabili per porosità, il substrato roccioso per fratturazione solo negli spessori superficiali maggiormente fratturati. Lo spessore dei terreni interessati dagli interventi in progetto non è da ritenersi sede di falda freatica permanente.

Non sono quindi prevedibili circolazioni d’acque sotterranee, al di fuori di quelle direttamente legate ad infiltrazioni e deflussi durante i fenomeni piovosi più intensi.

Per quanto riguarda i deflussi superficiali, linea preferenziale di scorrimento delle acque è la viabilità esistente e relativa rete delle acque bianche.

## **MODELLO GEOLOGICO E CARATTERISTICHE GEOMECCANICHE E GEOTECNICHE MEDIE DEI TERRENI.**

L'analisi delle caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso e geotecniche dei terreni viene riportata come parametri medi lungo l'area d'intervento e valutata tramite analisi di superficie con strumentazione di tipo speditivo.

Le indagini effettuate sono funzionali alla definizione del modello geologico del terreno, ai fini della valutazione della risposta sismica locale è stata effettuata una indagine sismica a stazione singola con Tromino Micromed.

### **TERRENI DI COPERTURA**

L'indagine sismica ha contribuito con il rilevamento di superficie a determinare lo spessore dei terreni di copertura nel settore di intervento di scavo che è risultato di circa 2,5 m. La stratigrafia dell'areale risulta la seguente:

da 0 a circa 2,5 metri di profondità dal p.c.

***ghiaie e sabbie in matrice limo-argillosa di media compattezza.***

da 2,5 metri di profondità dal p.c.

***substrato roccioso (scisti calcarei) alterato e fratturato***

La coltre detritica di copertura è costituita da terreni granulometricamente classificabili come ghiaie di diversa pezzatura immersi in una matrice limo-sabbio-argillosa.

Tali terreni sono da considerarsi di discrete qualità geomeccaniche essendo caratterizzati da apprezzabili valori di resistenza alla compressione semplice come confermato dalle prove in sito effettuate con penetrometro tascabile.

Da prove effettuate mediante scissometro si sono determinate le caratteristiche di resistenza al taglio del terreno, il valore di coesione non drenata (**cu**) misurato risulta discreto e pari a:

$$cu = 3-4 \text{ t/mq}$$

Dalle prove e dalla bibliografia è desunto un angolo di attrito interno del materiale pari a

$$P = 28- 30^\circ$$

E un valore di coesione efficace pari a: **c' = 0,5- 1 t/mq**

Per il peso di volume del materiale naturale (**Pv**), considerando l'eterogeneità d'addensamento dei terreni, si fa riferimento ad un valore medio pari a :

$$\mathbf{Pv = 1,8 t/mc}$$

## **SUBSTRATO ROCCIOSO**

Il substrato roccioso è visibile in vari affioramenti a monte dell'area d'intervento; gli affioramenti rocciosi analizzati appaiono costituiti da scisti calcarei con immersione verso sud-est e bassa inclinazione dei piani di scistosità mediamente ( $120^\circ/20^\circ$ ).

Mediante l'analisi strutturale dell'ammasso roccioso si sono determinati i valori medi di frequenza delle principali superfici di discontinuità.

In base a questi dati si è quindi determinato un valore medio di RQD per l'ammasso roccioso, utilizzando il grafico di correlazione e la seguente formula empirica proposta da Priest e Hudson (1976):

$$\mathbf{RQD = -3,68 \mu + 110,4}$$

essendo:

$$\mu = \text{frequenza media delle discontinuità al metro} = 17$$

il valore dell' RQD determinato risulta mediocre e pari a:

$$\mathbf{RQD = 49 \%}$$

Mediante prove in sito effettuate con il martello di Schmidt è stato, inoltre determinato il parametro di resistenza alla compressione semplice (**JCS**) sulle varie superfici di discontinuità, variabile mediamente tra:

$$\mathbf{JCS = 8000-10000 t/mq}$$

In dipendenza del variabile grado di alterazione.

Utilizzando il diagramma elaborato da Bieniawsky per la classificazione degli ammassi rocciosi, è possibile definire, in base ai risultati dell'analisi strutturale e ai valori di resistenza alla compressione semplice determinati, la classe di resistenza in cui ricade l'ammasso roccioso e dare una valutazione dei parametri angolo d'attrito interno (**Pi**) e coesione (**C**).

L'ammasso roccioso è risultato classificabile come: **roccia fratturata debolmente resistente**.

Con valori desumibili dal diagramma e dalla letteratura:

$$\mathbf{Pi = 30^\circ \quad C = 8-10 t/mq}$$

In dipendenza del variabile grado di fratturazione ed alterazione:

Per il peso di volume della roccia (**Pv**) si è determinato il valore: **Pv = 2,5 t/mc**

## **PERICOLOSITA' E CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SOTTOSUOLO - EFFETTI DI SITO**

### **RISULTATI DELLA PROSPEZIONE GEOSISMICA –**

#### **misura della Vs30**

Al fine di caratterizzare la risposta sismica locale dei terreni di substrato si è effettuata una indagine geofisica finalizzata alla determinazione della velocità delle onde di taglio (VS) nei terreni, la cui misurazione nell'ambito dello spessore di trenta metri (Vs30) è di riferimento per la determinazione della categoria di suolo di fondazione in base ai contenuti del DM 14-01-2008.

In particolare è stata utilizzata una misurazione con tromografo abbinata alle risultanze del rilevamento di superficie utilizzando un tromografo (TROMINO<sup>R</sup>) che mediante sismica passiva ovvero l'analisi dei microtremori determina la frequenza di risonanza del terreno ed attraverso il metodo H/V definisce indicativamente la velocità delle onde sismiche Vs.

Di seguito vengono riportati i risultati della prospezione elaborati con software Grilla di Micromed.

**La Vs media nei primi 30 metri dal piano di fondazione (da -2 a -32 m dal p.c.) risulta stimabile pari a circa 700 m/s**

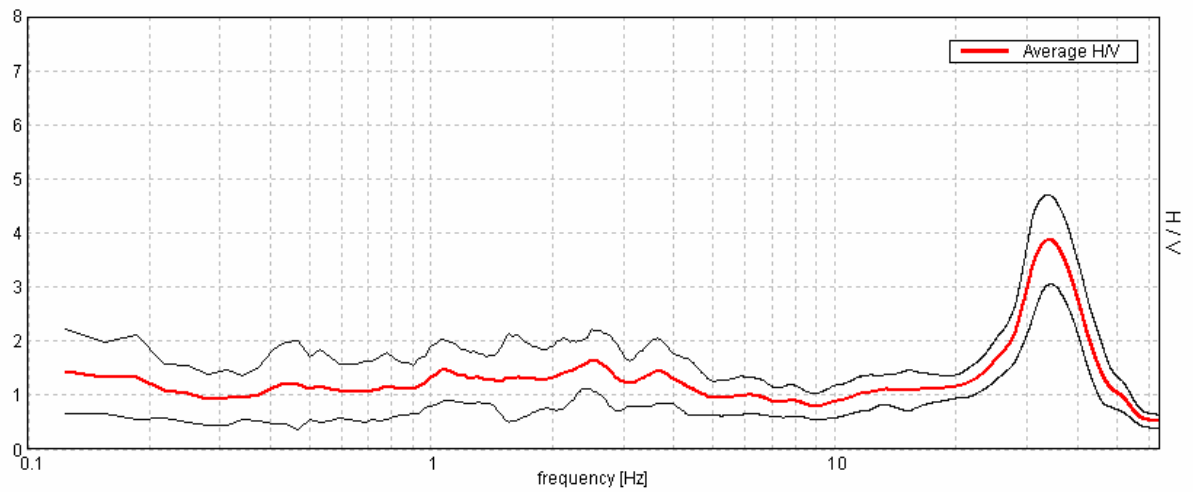
# BALESTRINO, CASA ARTE

Instrument: TRZ-0089/01-10  
Start recording: 10/04/15 14:59:49      End recording: 10/04/15 15:15:50  
Channel labels: NORTH SOUTH; EAST WEST ; UP DOWN  
GPS data not available

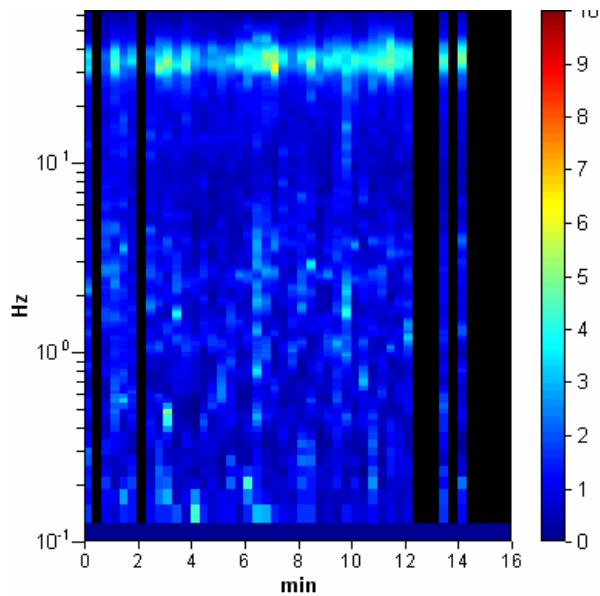
Trace length: 0h16'00".      Analyzed 77% trace (manual window selection)  
Sampling rate: 128 Hz  
Window size: 20 s  
Smoothing type: Triangular window  
Smoothing: 10%

## HORIZONTAL TO VERTICAL SPECTRAL RATIO

Max. H/V at 34.13 ± 0.3 Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).

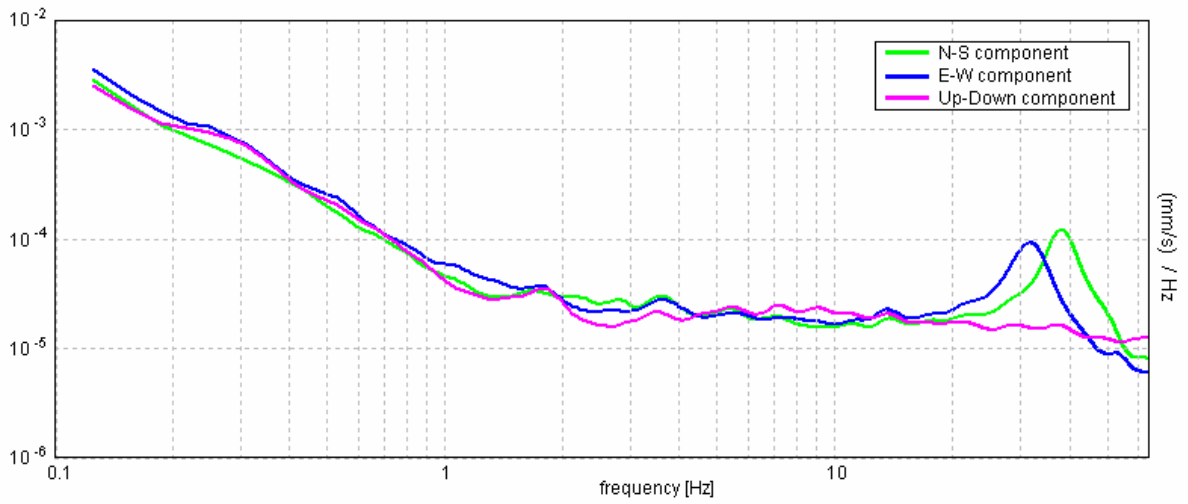


## H/V TIME HISTORY



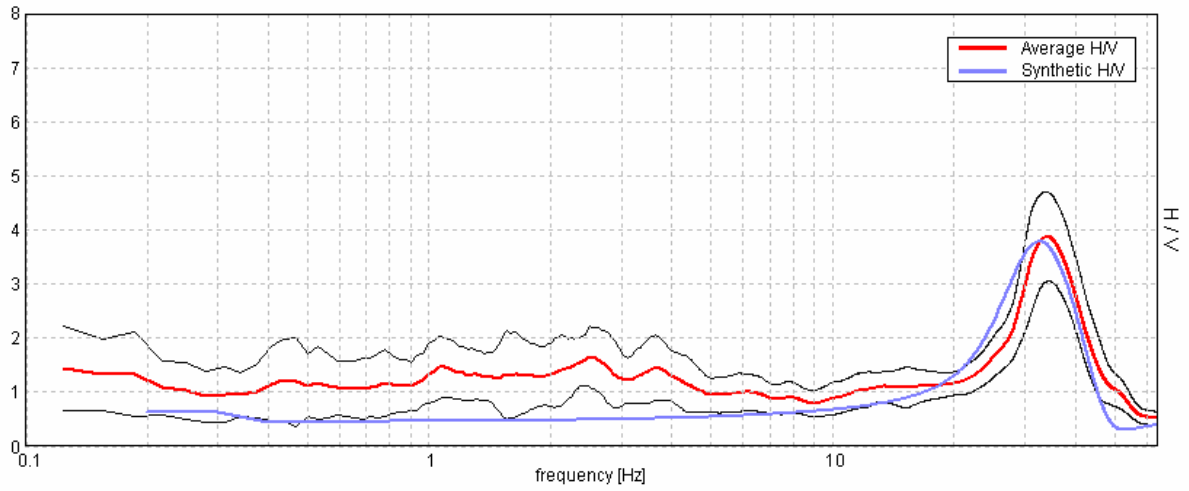
## SINGLE COMPONENT SPECTRA





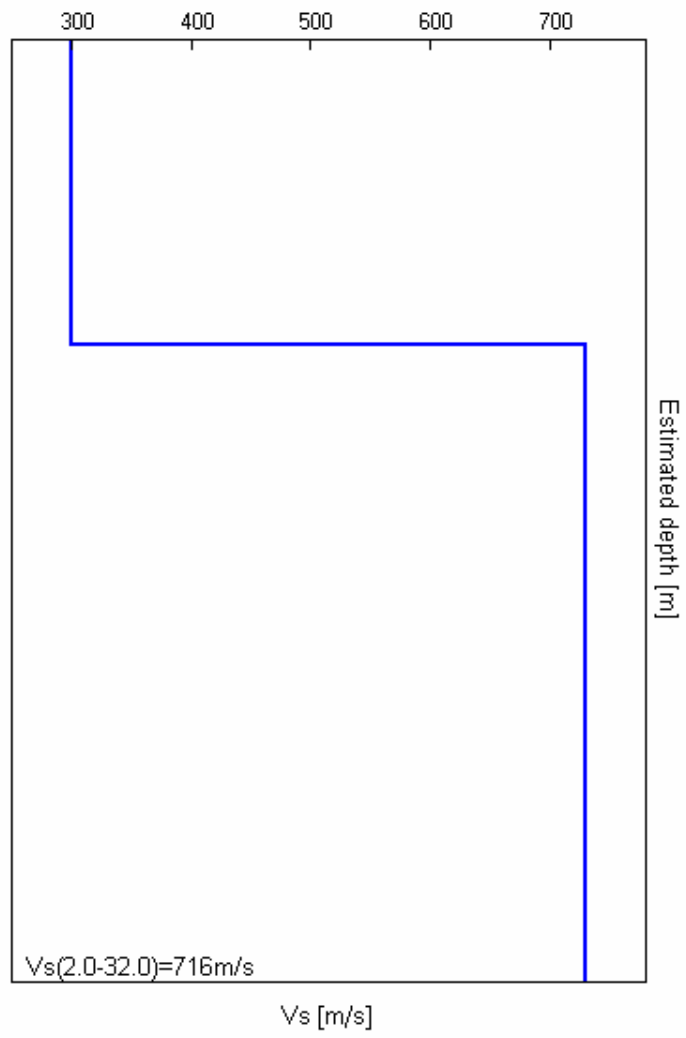
EXPERIMENTAL vs. SYNTHETIC H/V

Max. H/V at  $34.13 \pm 0.3$  Hz. (In the range 0.0 - 64.0 Hz).



Depth at the bottom of the layer [m]	Thickness [m]	Vs [m/s]	Poisson ratio
2.40	2.40	300	0.35
inf.	inf.	730	0.35

Vs(2.0-32.0)=716m/s



[According to the SESAME, 2005 guidelines. Please read carefully the *Grilla* manual before interpreting the following tables.]

**Max. H/V at 34.13 ± 0.3 Hz (in the range 0.0 - 64.0 Hz).**

<b>Criteria for a reliable H/V curve</b> [All 3 should be fulfilled]			
$f_0 > 10 / L_w$	34.13 > 0.50	<b>OK</b>	
$n_c(f_0) > 200$	25252.5 > 200	<b>OK</b>	
$\sigma_A(f) < 2$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 > 0.5\text{Hz}$ $\sigma_A(f) < 3$ for $0.5f_0 < f < 2f_0$ if $f_0 < 0.5\text{Hz}$	Exceeded 0 out of 1503 times	<b>OK</b>	
<b>Criteria for a clear H/V peak</b> [At least 5 out of 6 should be fulfilled]			
<b>Exists <math>f^-</math> in <math>[f_0/4, f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^-) &lt; A_0 / 2</math></b>	27.063 Hz	<b>OK</b>	
<b>Exists <math>f^+</math> in <math>[f_0, 4f_0]</math>   <math>A_{H/V}(f^+) &lt; A_0 / 2</math></b>	43.25 Hz	<b>OK</b>	
<b><math>A_0 &gt; 2</math></b>	3.88 > 2	<b>OK</b>	
<b><math>f_{\text{peak}}[A_{H/V}(f) \pm \sigma_A(f)] = f_0 \pm 5\%</math></b>	0.00433  < 0.05	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_f &lt; \epsilon(f_0)</math></b>	0.14776 < 1.70625	<b>OK</b>	
<b><math>\sigma_A(f_0) &lt; \theta(f_0)</math></b>	0.3988 < 1.58	<b>OK</b>	

$L_w$	window length
$n_w$	number of windows used in the analysis
$n_c = L_w n_w f_0$	number of significant cycles
$f$	current frequency
$f_0$	H/V peak frequency
$\sigma_f$	standard deviation of H/V peak frequency
$\epsilon(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_f < \epsilon(f_0)$
$A_0$	H/V peak amplitude at frequency $f_0$
$A_{H/V}(f)$	H/V curve amplitude at frequency $f$
$f^-$	frequency between $f_0/4$ and $f_0$ for which $A_{H/V}(f^-) < A_0/2$
$f^+$	frequency between $f_0$ and $4f_0$ for which $A_{H/V}(f^+) < A_0/2$
$\sigma_A(f)$	standard deviation of $A_{H/V}(f)$ , $\sigma_A(f)$ is the factor by which the mean $A_{H/V}(f)$ curve should be multiplied or divided
$\sigma_{\log H/V}(f)$	standard deviation of $\log A_{H/V}(f)$ curve
$\theta(f_0)$	threshold value for the stability condition $\sigma_A(f) < \theta(f_0)$

Threshold values for $\sigma_f$ and $\sigma_A(f_0)$					
Freq. range [Hz]	< 0.2	0.2 – 0.5	0.5 – 1.0	1.0 – 2.0	> 2.0
$\epsilon(f_0)$ [Hz]	0.25 $f_0$	0.2 $f_0$	0.15 $f_0$	0.10 $f_0$	0.05 $f_0$
$\theta(f_0)$ for $\sigma_A(f_0)$	3.0	2.5	2.0	1.78	1.58
$\log \theta(f_0)$ for $\sigma_{\log H/V}(f_0)$	0.48	0.40	0.30	0.25	0.20

## CATEGORIA DI SUOLO DI FONDAZIONE

Il DM 14-01-2008 stabilisce che ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi o in alternativa definisce categorie di profilo stratigrafico del sottosuolo (le profondità si riferiscono al piano di posa delle fondazioni):

Tabella 3.2.II – Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
A	<i>Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi</i> caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	<i>Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	<i>Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti</i> con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	<i>Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti</i> , con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	<i>Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m</i> , posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

In particolare dalle risultanze delle indagini geofisiche effettuate e dalle conoscenze bibliografiche sulla stratigrafia dei luoghi risulta un modello geologico dell'area d'intervento che permette la determinazione della **categoria di profilo stratigrafico del suolo di fondazione ai fini della definizione dell'azione sismica; detta categoria risulta essere la “B” (rocce tenere).**

Ai sensi del DM 14-01-2008 il coeff. di amplificazione stratigrafica corrispondente sarà:

$$\underline{S_s = 1,20.}$$

## CONDIZIONI TOPOGRAFICHE

Il DM 14-01-2008 stabilisce che per condizioni topografiche complesse occorre predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale; per configurazioni semplici si può adottare la seguente classificazione.

Tabella 3.2.IV – *Categorie topografiche*

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

Tabella 3.2.VI – *Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica  $S_T$*

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera o dell'intervento	$S_T$
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

La situazione morfologica del sito d'intervento corrisponde alla categoria **T2**.

Il coefficiente di amplificazione topografica riferito al sito risulta quindi pari a **St = 1,2**.

## AZIONE SISMICA

### CLASSIFICAZIONE REGIONALE

Il territorio regionale con la DGR 1362/2010 viene suddiviso in tre zone sismiche, ciascuna contrassegnata da un diverso valore di pericolosità sismica.

In particolare il territorio ligure viene suddiviso in una zona a molto bassa pericolosità sismica denominata zona 4, in una zona a bassa pericolosità sismica denominate zona 3 e in una sottozona denominata 3S (di pericolosità maggiore della zona 3).

La DGR 1362/2010 “Aggiornamento classificazione sismica del territorio della Regione Liguria” classifica il territorio del Comune di Balestrino in “**zona 3**”.

## DM 14-01-2008

Il Dm 14-01-2008 riporta:

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{V_R}$ , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento  $V_R$ , come definito nel § 2.4. In alternativa è ammesso l'uso di accelerogrammi, purché correttamente commisurati alla *pericolosità sismica* del sito.

Ai fini della presente normativa le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento  $P_{V_R}$ , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

$a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;

$F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

$T_C^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

In allegato alla presente norma, per tutti i siti considerati, sono forniti i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_C^*$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

Dagli allegati alla norma mediante le seguenti elaborazioni è possibile definire l'azione sismica. A

partire dai seguenti parametri:

latitudine del sito (ED50) = 44.12560          longitudine del sito (ED50) = 08.16812

opera ordinaria =  $V_n = 50$  anni

classe d'uso = II (edifici senza funzioni pubbliche) = coeff d'uso = 1.

Le elaborazioni sono qui di seguito esposte in riferimento ai diversi stati limite.

Per lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita con riferimento allo spettro di risposta elastico.

**$a_g = 0,110 \text{ g}$**

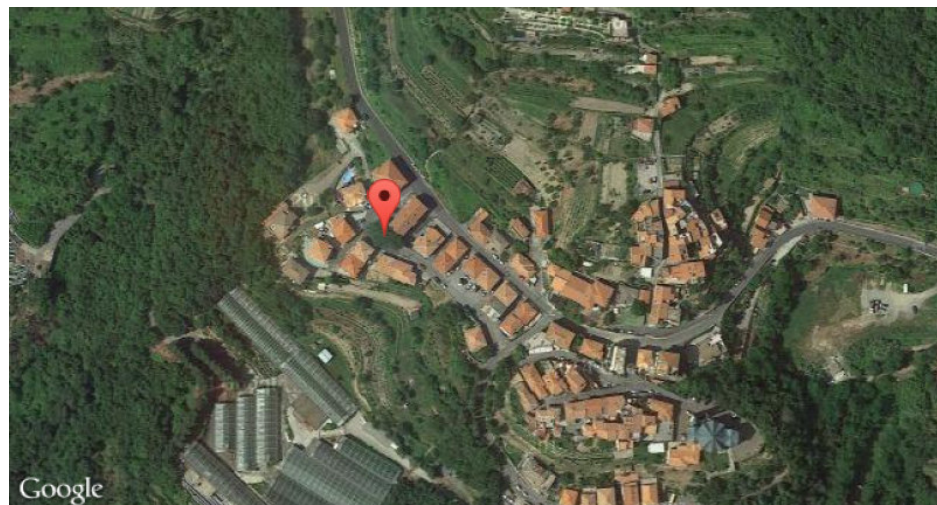
**$S = S_{sx}S_t = 1,2 \times 1,2 = 1,44$**

**$a_g \times S = 0,158 \text{ g}$**

**$T_{C^*} = 0,287\text{s}$     $F_0 = 2,461$**

**$K_h = \text{coeff. sismico orizzontale} = 0,038$**

**$K_v = \text{coeff. sismico verticale} = 0,019$**



## Parametri sismici

determinati con GeoStru PS <http://www.geostru.com/geoapp>

Le coordinate geografiche espresse in questo file sono in ED50

Tipo di elaborazione: opere di sostegno

### Sito in esame.

latitudine: 44,125606 [°]

longitudine: 8,168127 [°]

Classe d'uso: II. Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericoli per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Vita nominale: 50 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

### Siti di riferimento.

	ID	Latitudine [°]	Longitudine [°]	Distanza [m]
Sito 1	18016	44,113200	8,126705	3582,8
Sito 2	18017	44,116340	8,196179	2464,9
Sito 3	17795	44,166240	8,191843	4898,6
Sito 4	17794	44,163100	8,122332	5543,9

### Parametri sismici

Categoria sottosuolo: B

Categoria topografica: T2

Periodo di riferimento: 50 anni

Coefficiente  $c_u$ : 1

	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	ag [g]	Fo [-]	Tc* [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,024	2,479	0,177
Danno (SLD)	63	50	0,034	2,517	0,200
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,110	2,461	0,287
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,149	2,484	0,302

### Coefficienti Sismici

	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	Kh [-]	Kv [-]	Amax [m/s <sup>2</sup> ]	Beta [-]
SLO	1,200	1,550	1,200	0,006	0,003	0,342	0,180
SLD	1,200	1,520	1,200	0,009	0,004	0,474	0,180
SLV	1,200	1,410	1,200	0,038	0,019	1,548	0,240
SLC	1,200	1,400	1,200	0,052	0,026	2,108	0,240

## PROBLEMATICHE GEOLOGICO TECNICHE

Le principali problematiche geologico tecniche concernenti l'intervento in progetto riguardano, la stabilità dei fronti di scavo previsti, la stabilità di versante in condizioni di progetto, portanza ed il comportamento del terreno in relazione ai carichi di progetto ed in base alla tipologia di fondazione.

Queste problematiche vengono trattate nella presente relazione geologica/geotecnica stralcio per le problematiche di versante in via preliminare per fornire indicazioni utili alla progettazione urbanistico-edilizia e alla successiva strutturale; le problematiche andranno comunque approfondite tramite le opportune procedure di calcolo nella relazione geotecnica facente parte della progettazione esecutiva.

### **Massime altezze e metodi di sbancamento.**

Gli scavi necessari per la realizzazione della rettifica del terrapieno in progetto avranno una altezza massima inferiore a 2 m.

Lo scavo si svilupperà parte in coltre di copertura e parte nel substrato roccioso fortemente alterato (cappellaccio); a favore della sicurezza il cappellaccio vista la forte alterazione e fratturazione è stato considerato a comportamento isotropo (le superfici del piano di scistosità pur relitte si dispongono comunque a traverspoggio) e con caratteristiche di resistenza analoghe a quelle della coltre.

Per avere una analisi di sicurezza delle massime altezze del fronte di scavo a parete verticale si è calcolato, secondo la metodologia proposta da Taylor, nelle condizioni a breve termine ed in regime di tensioni totali, in cui il margine di sicurezza è espresso da F nella formula:

$$F = N c_u / P_v \cdot H$$

essendo:

N = fattore di stabilità di Taylor = 3,85;

P<sub>v</sub> = peso di volume;

H = altezza critica massima

Assumendo come "caratteristico" il valore medio determinato per i parametri geotecnici in quanto coinvolti significativi volumi di terreno ed applicando i coeff. parziali di cui all'Approccio 1 Combinazione 2 (A2+M2+R2) delle NTC2008

si ottiene:



$$Rd/Ed = 1/\gamma_R [cu/\gamma_{cu} \cdot N/ P_v \cdot H]$$

Ove:  $Rd$  = valore di progetto della resistenza del terreno

$Ed$  = valore di progetto delle azioni

$$P_v = 1,8 \text{ t/mc} \quad H = 2 \text{ m} \quad C_u = 3 \text{ t/mq}$$

$$\gamma_R = 1,1 \quad \gamma_{cu} = 1,4$$

Per cui fronti di altezza  $H = 2 \text{ m}$  si possono ritenere, **a breve termine**, stabili presentando  **$Rd/Ed = 2,08$** .

In condizioni sismiche fra le forze agenti dobbiamo considerare in aggiunta la forza d'inerzia sismica che in condizioni pseudostatiche nel caso specifico può essere rappresentata dalla formulazione:  $K_h$ .

$P_v \cdot H$

considerando il valore  $K_h$  in base allo stato limite SLV

$$K_h = \text{coeff. sismico orizzontale} = \beta \cdot S \cdot a_g / g = \mathbf{0,038}$$

ove:

$\beta$  = coeff. di riduzione di  $a_g$

$S \cdot a_g$  = accelerazione massima attesa al sito

$g$  = accelerazione di gravità

Per cui in condizioni sismiche si ottiene che fronti di altezza  $H = 2 \text{ m}$  si possono ritenere, **a breve termine**, stabili presentando  **$Rd/Ed = 2,00$** .

### **Stabilità del versante / terrapieno.**

Si è effettuata una verifica di stabilità del versante in configurazione di progetto in condizioni a lungo termine (condizioni drenate).

L'analisi è stata effettuata in particolare con riferimento al sistema muro/terrapieno lungo la sezione D/D; per il retrostante fabbricato si è considerato un sovraccarico uniformemente distribuito pari a  $1 \text{ kg/cmq}$ .

La verifica è basata sul calcolo del rapporto tra forze resistenti ed agenti in modo da ricavare un valore ( $F_s$ ) del coeff di sicurezza per le superfici di più probabile scivolamento secondo il metodo di Fellenius.

L'analisi essendo riferita a situazione a lungo termine è stata effettuata tenendo conto delle azioni

sismiche agli SLU allo stato limite SLV secondo l'Approccio 1 utilizzando quindi le combinazioni A2+M2+R2. Dato il coinvolgimento di consistenti volumi di terreno i parametri geotecnici utilizzati sono quelli medio.minimi individuati nel rilevamento geologico tecnico.

#### Analisi di stabilità dei pendii con FELLENIUS

Lat./Long.	44.124629/8.16707
Normativa	NTC 2008
Numero di strati	2.0
Numero dei conci	10.0
Grado di sicurezza ritenuto accettabile	1.1
Coefficiente parziale resistenza	1.1
Analisi	Condizione drenata
Superficie di forma circolare	

#### Maglia dei Centri

Ascissa vertice sinistro inferiore xi	5.14 m
Ordinata vertice sinistro inferiore yi	6.67 m
Ascissa vertice destro superiore xs	9.58 m
Ordinata vertice destro superiore ys	9.6 m
Passo di ricerca	10.0
Numero di celle lungo x	10.0
Numero di celle lungo y	10.0

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

##### Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe II
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	50.0 [anni]

##### Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo:	B
Categoria topografica:	T2

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	30.0	0.24	2.48	0.18
S.L.D.	50.0	0.33	2.52	0.2
S.L.V.	475.0	1.08	2.46	0.29
S.L.C.	975.0	1.46	2.48	0.3

#### Coefficienti sismici orizzontali e verticali

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.3456	0.18	0.0063	0.0032
S.L.D.	0.4752	0.18	0.0087	0.0044
S.L.V.	1.5552	0.24	0.0381	0.019
S.L.C.	2.1024	0.24	0.0515	0.0257

Coefficiente azione sismica orizzontale	0.0381
Coefficiente azione sismica verticale	0.019

**Vertici profilo**

N	X m	y m
1	0.0	5.0
2	9.0	4.7
3	9.4	6.4
4	15.5	6.6
5	19.5	6.6

**Vertici strato .....1**

N	X m	y m
1	0.0	2.3
2	9.0	4.1
3	19.5	6.0

**Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno**

Tangente angolo di resistenza al taglio	1.25
Coesione efficace	1.25
Coesione non drenata	1.4
Riduzione parametri geotecnici terreno	Si

**Stratigrafia**

c: coesione; cu: coesione non drenata; Fi: Angolo di attrito; G: Peso Specifico; Gs: Peso Specifico Saturo; K: Modulo di Winkler

Strato	c (kg/cm <sup>2</sup> )	cu (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	G (t/m <sup>3</sup> )	Gs (t/m <sup>3</sup> )	K (Kg/cm <sup>3</sup> )	Litologia
1	0.05	0.3	28	1.80	2.10	0.00	coltre copertura
2	0.8		30	2.5	2.6	0.00	scisti calcarei

**Muri di sostegno - Caratteristiche geometriche**

N°	x m	y m	Base mensola a valle m	Base mensola a monte m	Altezza muro m	Spessore testa m	Spessore base m	Peso specifico (t/m <sup>3</sup> )
1	9.404605	4.747862	0.1	0.1	1.7	0.3	0.5	2.2

**Carichi distribuiti**

N°	xi m	yi m	xf m	yf m	Carico esterno (kg/cm <sup>2</sup> )
1	15.5	6.6	19.5	6.6	1

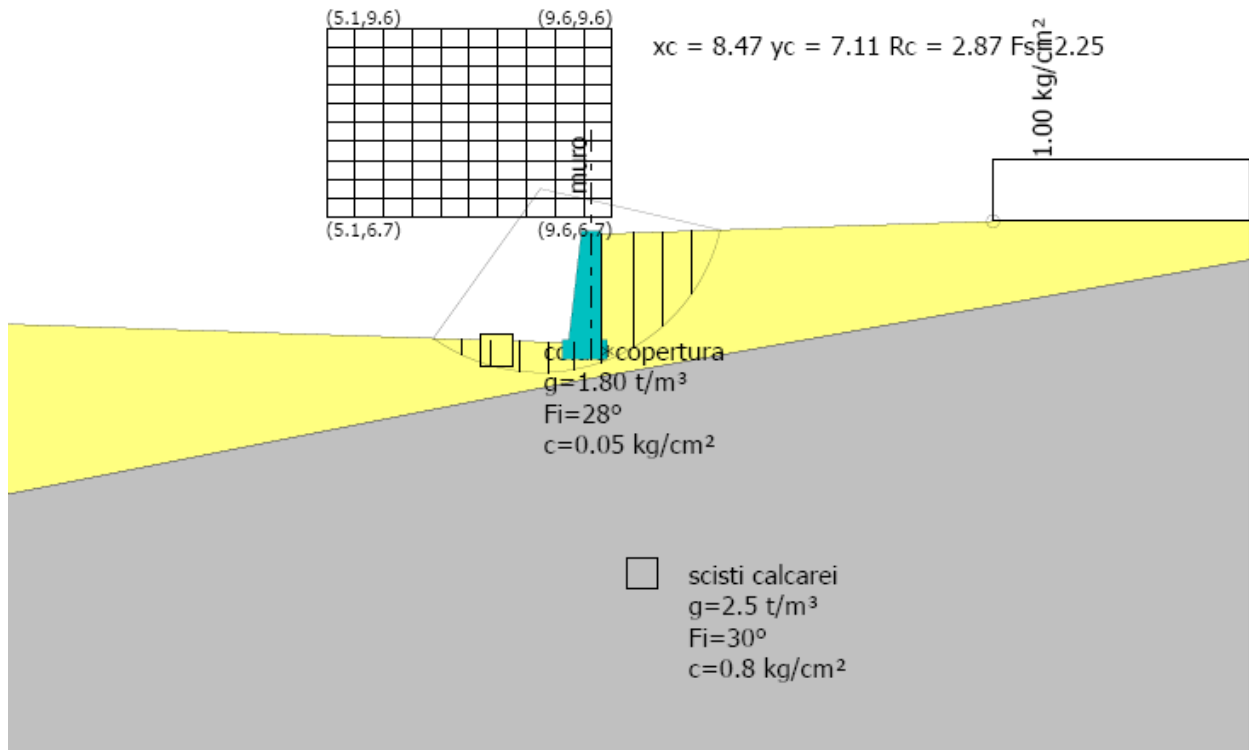
**Risultati analisi pendio [NTC 2008: [A2+M2+R2]]**

Fs minimo individuato	2.25
Ascissa centro superficie	8.47 m
Ordinata centro superficie	7.11 m
Raggio superficie	2.87 m

B: Larghezza del concio; Alfa: Angolo di inclinazione della base del concio; Li: Lunghezza della base del concio; Wi: Peso del concio ; Ui: Forze derivanti dalle pressioni neutre; Ni: forze agenti normalmente alla direzione di scivolamento; Ti: forze agenti parallelamente alla superficie di scivolamento; Fi: Angolo di attrito; c: coesione.

**Analisi dei conchi. Superficie...xc = 8.467 yc = 7.108 Rc = 2.868 Fs=2.2549**

Nr.	B m	Alfa (°)	Li m	Wi (Kg)	Kh•Wi (Kg)	Kv•Wi (Kg)	c (kg/cm <sup>2</sup> )	Fi (°)	Ui (Kg)	N'i (Kg)	Ti (Kg)
1	0.45	-30.3	0.52	109.64	4.18	2.08	0.04	23.0	0.0	98.5	-51.8
2	0.45	-20.4	0.48	266.71	10.16	5.07	0.04	23.0	0.0	258.3	-83.5
3	0.45	-11.1	0.45	355.44	13.54	6.75	0.04	23.0	0.0	358.0	-55.2
4	0.45	-2.1	0.45	384.82	14.66	7.31	0.04	23.0	0.0	392.4	0.6
5	0.41	6.5	0.42	334.66	12.75	6.36	0.04	23.0	0.0	337.4	50.8
6	0.4	14.8	0.41	2832.64	107.92	53.82	0.04	23.0	0.0	3098.6	-438.0
7	0.52	24.7	0.58	1797.36	68.48	34.15	0.04	23.0	0.0	1634.7	814.6
8	0.45	36.0	0.55	1317.81	50.21	25.04	0.04	23.0	0.0	1056.5	815.7
9	0.45	48.3	0.67	1009.13	38.45	19.17	0.04	23.0	0.0	656.0	778.5
10	0.45	66.0	1.09	494.91	18.86	9.4	0.04	23.0	0.0	188.2	459.7



**INDIRIZZI METODOLOGICI E TECNICO COSTRUTTIVI IN ORDINE ALLE OPERE DI FONDAZIONE.**

Il tratto di nuovo muro in progetto poggerà sui terreni di copertura prima descritti o al più nell'ambito del cappellaccio d'alterazione del substrato roccioso.

Detti terreni presentano buone caratteristiche di compattezza. Le prove effettuate con penetrometro tascabile sui terreni hanno evidenziato valori di resistenza alla compressione semplice compresi tra 1,4 e 1,6 kg/cm<sup>2</sup>. Questo valore è in prima analisi rappresentativo del carico ammissibile sul terreno.

In ogni caso il valore definito del carico limite sul terreno dipende oltre che dai parametri di resistenza

del terreno dalla tipologia e dimensione della struttura fondazionale.

La relazione geotecnica a livello esecutivo dovrà verificare carichi di progetto e cedimenti tenendo conto anche delle azioni sismiche in modo da pervenire ad una corretta progettazione della profondità e della geometria delle strutture fondazionali da adottare.

### **Criteria e metodi per la disciplina delle acque superficiali e sotterranee.**

Le acque meteoriche raccolte dalla copertura del fabbricato, parcheggi ecc. verranno smaltite con modalità analoghe a quelle attuali lungo la rete legata alla viabilità.

Per quanto riguarda la circolazione delle acque sotterranee alle profondità interessate questa è limitata a infiltrazioni e deflussi sub-superficiali durante i fenomeni piovosi più intensi; sarà comunque buona norma procedere alla creazione, alle spalle delle nuove opere murarie di contenimento di un sistema di drenaggio e/o scolo delle acque di infiltrazione

## CONCLUSIONI

Gli interventi in progetto, eseguiti in base alle risultanze e raccomandazioni della presente relazione geologica, non compromettono il grado di stabilità dei luoghi e si inseriscono nella morfologia del versante senza danneggiare le principali linee di drenaggio. L'intervento risulta pertanto compatibile con le condizioni di equilibrio idrogeologico dell'area interessata e con la Normativa di Piano di Bacino Stralcio.

CERIALE, lì maggio 2015

### ELABORATI GRAFICI

Tav. 1 : stralcio P.T.C.P. assetto geomorfologico, scala 1: 25000

Tav. 2 : ubicazione dell'area, stralcio C.T.R.L. scala 1:5000

Tav. 3 : stralcio PdB carta suscettività al dissesto dei versanti, scala 1:10000

Tav. 4 : stralcio PdB carta reticolo idrografico, scala 1:10000

Tav. 5: carta geologica, scala 1:5000

Tav. 6 : planimetria raffronto, scala 1:500; sezione geologica terrapieno, scala 1:200



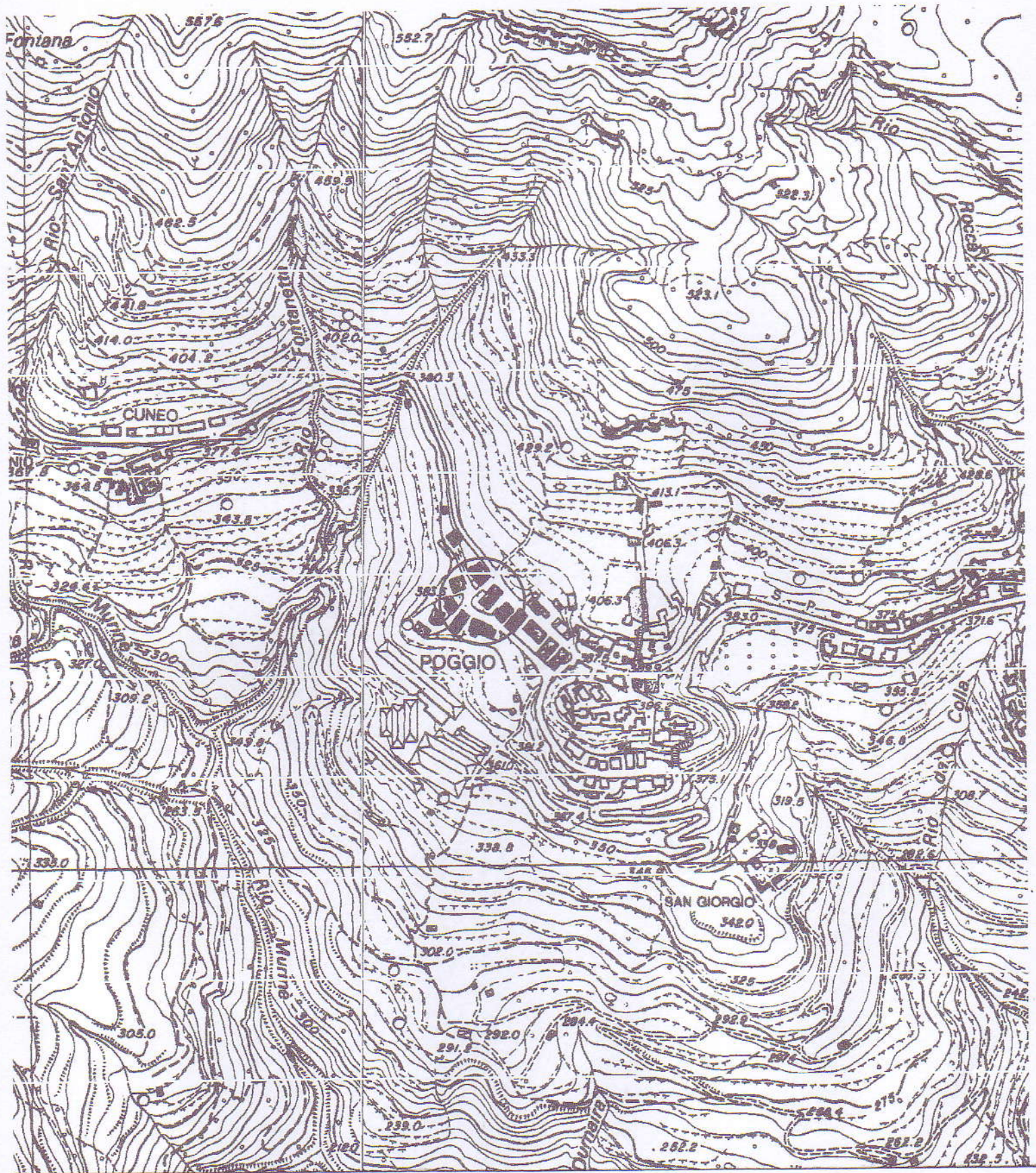


Stralcio P.T.C.P. assetto geomorfologico  
 scala 1:25000



Tav. 1



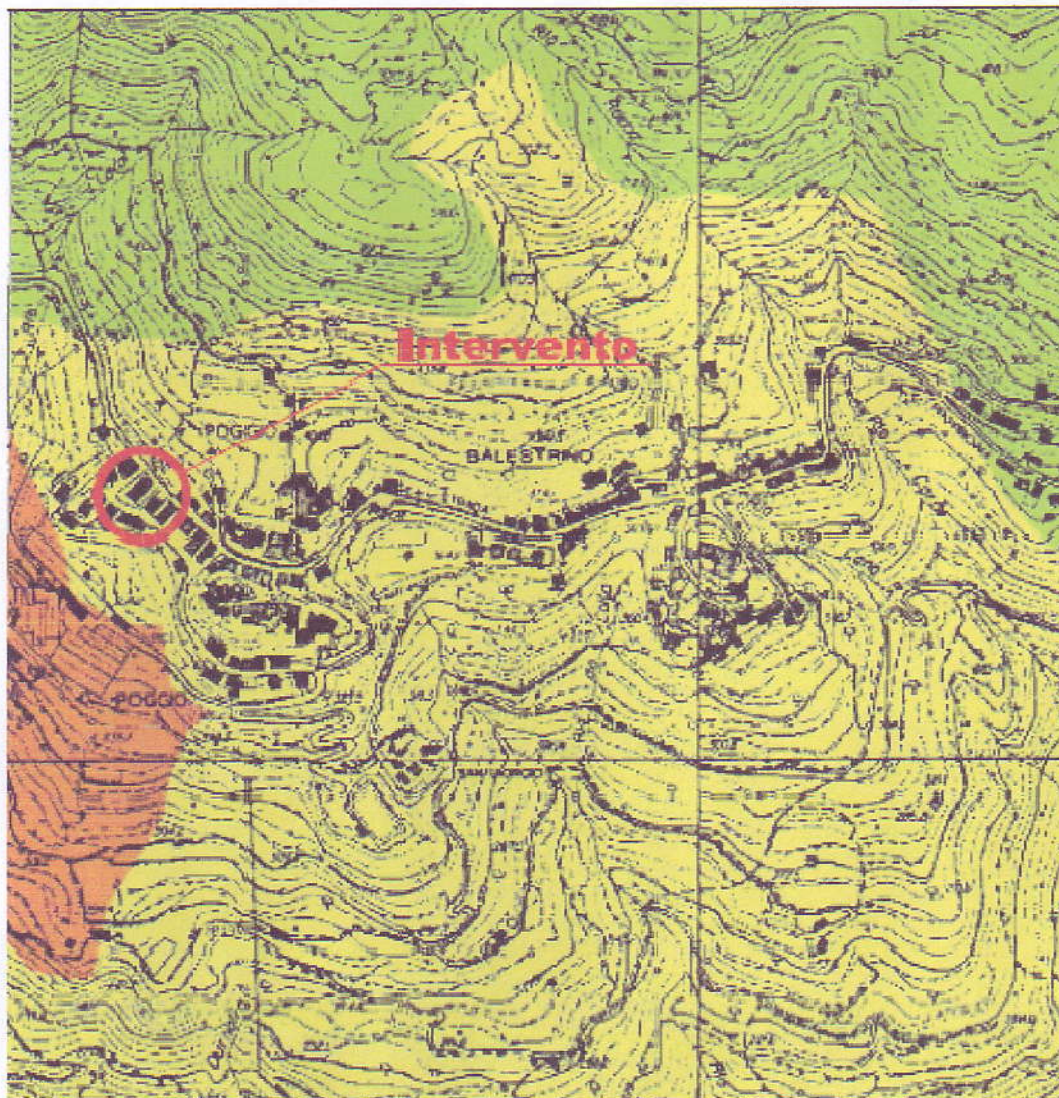


Stralcio C.T.R.L. - scala 1:5000



Tav. 2



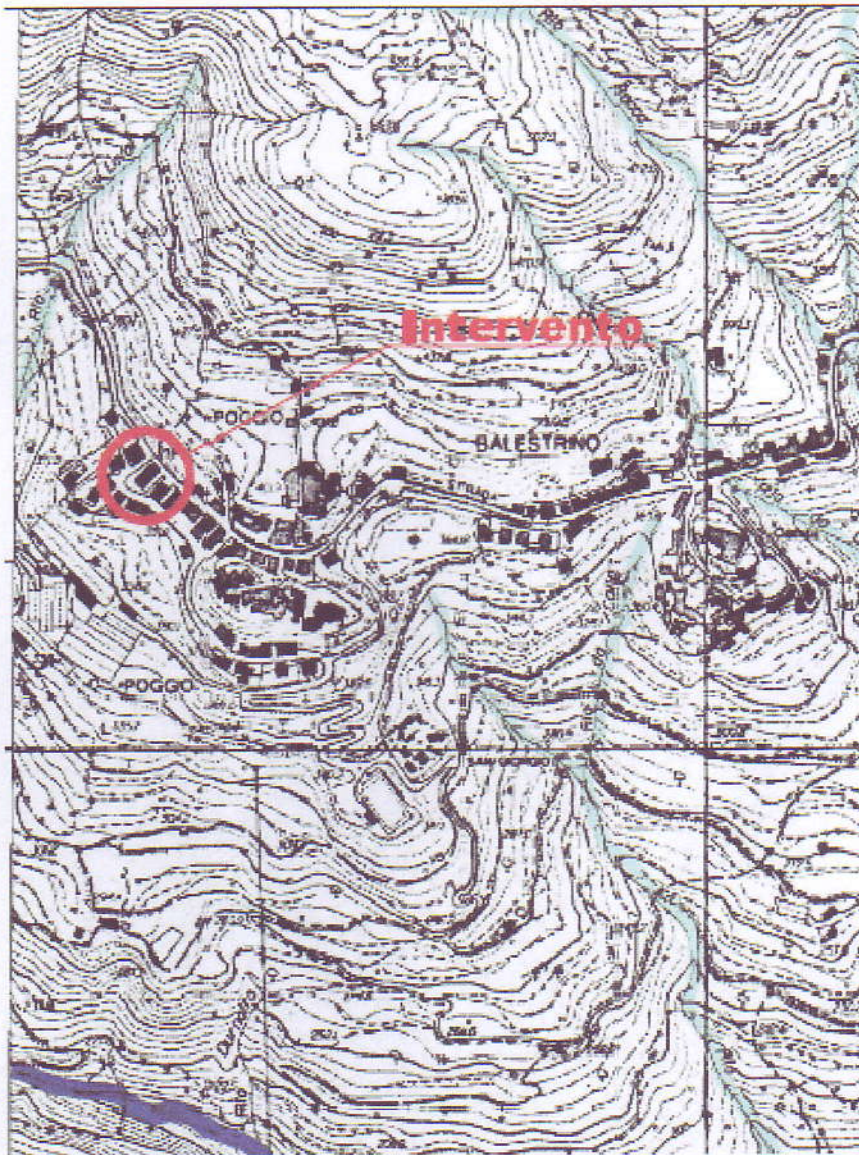


Stralcio Piano di Bacino torrente Varatella  
Carta suscettività al dissesto dei versanti  
Foglio 245070



Tav. 3





Stralcio Piano di Bacino torrente Varatella  
Carta reticolo idrografico Foglio 245070



Tav. 4



TAV. 5 - carta geologica (stralcio (PdB) scala 1:5000



(dt) COPERTURE DETRITICHE  
SUPERIORI A 3 M



(do) DOLOMIE E  
CALCARI DOLOMITICI



(qz) QUARZITI



(scc) SCISTI CALCAREI



Giaciture Orizzontali  $<1\phi^\circ$



Giaciture inclinate  $1\phi^\circ - 7\phi^\circ$



Giaciture Rovesciate



Giaciture Verticali  $>7\phi^\circ$



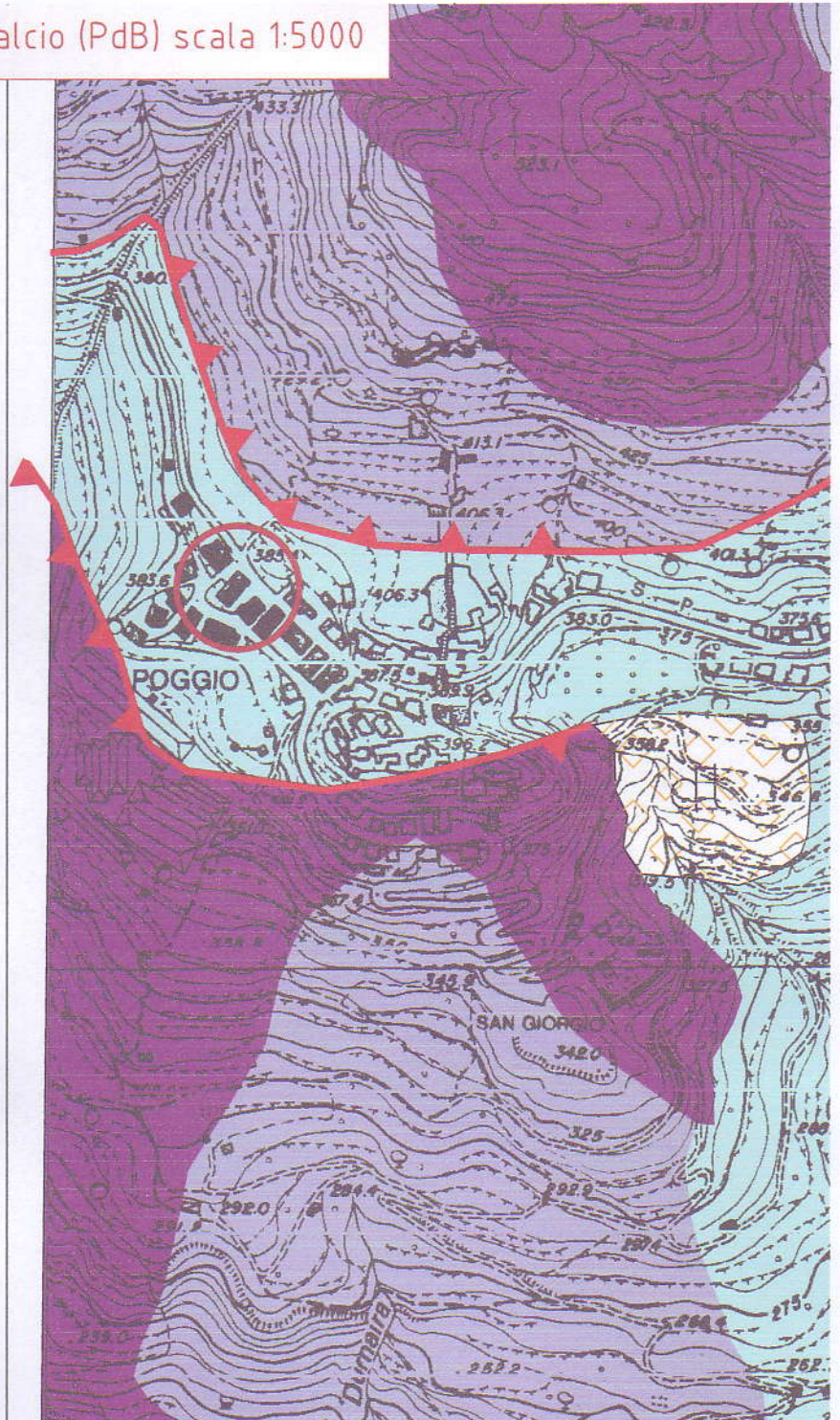
Giaciture Contorte



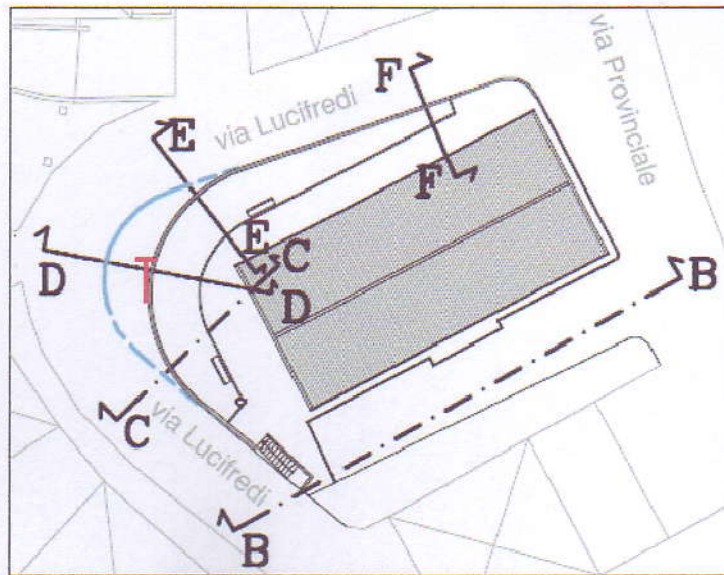
Faglie certe e presunte



Sovrascorrimenti



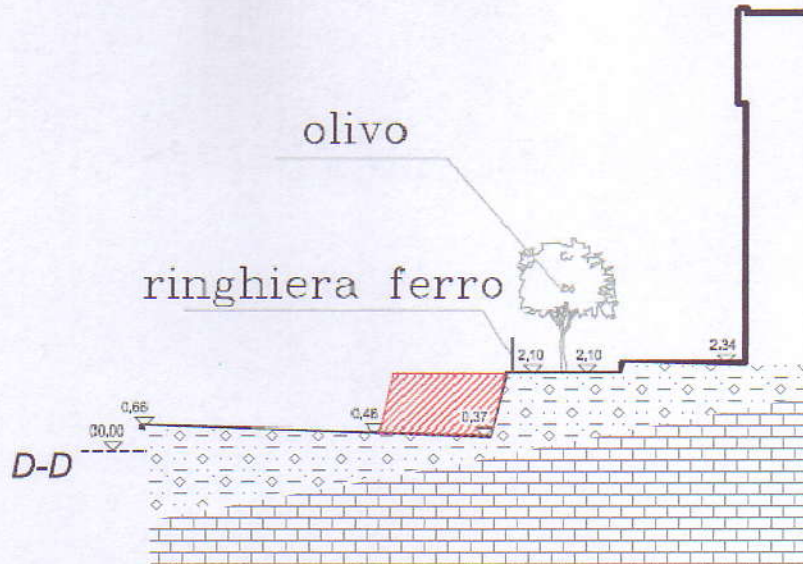




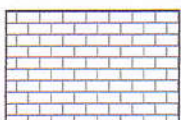
quadro di unione sezioni. Scala 1:500

T misura con tromografo

sezione geologica tipo scala 1:200



coltre e riporti: ghiaie e sabbie in matrice limo-argillosa



substrato roccioso: scisti calcarei