

Studio dott. geol. Flavio Saglietto Via Chiazzari 41 -17027 Pietra Ligure (SV) tel/fax 019/625670

COMUNI DI: BALESTRINO

RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE PUBBLICO  
IN LOCALITA' POGGIO GRANDE CON LA REALIZZAZIONE  
DEL NUOVO SANTUARIO DI MONTECROCE

Richiedente: Parrocchia di S.Andrea di Balestrino

oggetto: RELAZIONE GEOLOGICA  
RELAZIONE GEOTECNICA  
RELAZIONE PERICOLOSITA SISMICA  
CONFORMITA' PIANI DI BACINO

All.

**GEO1**

progettista:  
dott. arch. Carlo Berio

Parte geologica e geotecnica  
dott. geol. Flavio Saglietto

Data:  
Ottobre 2010

## SOMMARIO

<b>PREMESSA.....</b>	<b>1</b>
<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....</b>	<b>2</b>
<b>1. RELAZIONE GEOLOGICA .....</b>	<b>3</b>
1.1 GENERALITÀ .....	3
1.2 ASSETTO GEOLOGICO .....	3
1.3 ASSETTO GEOMORFOLOGICO .....	3
1.4 ASSETTO IDROGEOLOGICO .....	3
1.5 RICOSTRUZIONE STRATIGRAFICA DEL SOTTO-SUOLO E PARAMETRI LITOTECNICI DEI TERRENI .....	4
1.6 CONCLUSIONI.....	13
<b>2. RELAZIONE GEOTECNICA .....</b>	<b>14</b>
2.1 GENERALITÀ .....	14
2.2 CARATTERIZZAZIONE FISICA E MECCANICA DEI TERRENI E DELLE ROCCE E DEFINIZIONE DEI VALORI CARATTERISTICI DEI PARAMETRI GEOTECNICI.....	14
2.3 PRINCIPALI PROBLEMATICHE GEOTECNICHE IN RELAZIONE AGLI INTERVENTI PROPOSTI IN RELAZIONE ALLA EDIFICAZIONE DEL NUOVO SANTUARIO .....	17
2.4 PRINCIPALI PROBLEMATICHE GEOTECNICHE COLLEGATE AGLI INTERVENTI DI VIABILITA' .....	19
2.5 OPERE DI REGIMAZIONE IDRAULICA.....	21
2.6 CONCLUSIONI.....	24
<b>3. VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA .....</b>	<b>25</b>
3.1 VINCOLI SPECIFICI DELL'AREA CARSICA.....	25
3.2 VINCOLO IDROGEOLOGICO .....	26
<b>4. PRESCRIZIONI IN MATERIA GEOLOGICA E GEOTECNICA.....</b>	<b>27</b>
<b>5. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA.....</b>	<b>28</b>
5.1 GENERALITÀ .....	28
5.2 AZIONE SISMICA .....	28
5.3 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	28
5.4 SPETTRO DI RISPOSTA ELASTICO IN ACCELERAZIONE DELLE COMPONENTI ORIZZONTALI .....	30
5.5 VITA NOMINALE .....	31
5.6 CLASSI D'USO.....	31
5.7 CALCOLO DEI PARAMETRI SISMICI.....	33
5.8 CLASSIFICAZIONE SISMICA REGIONE LIGURIA .....	37
<b>6. CONFORMITA' AL PIANO DI BACINO .....</b>	<b>38</b>

## **PREMESSA**

La presente indagine fa riferimento alle nuove *Norme Tecniche per le Costruzioni* di cui al D.M. 14.01.2008 e relativa circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Circolare 2 febbraio 2009, n. 617". Il territorio in esame è riportato nell'elenco regionale dei comuni in zona sismica 3A ai sensi dell'Opcm 3519/06 (nuova classific. sismica reg. Liguria) e della conseguente Dgr. n. 1308/2008.

La relazione è finalizzata alla caratterizzazione e alla costruzione del modello geologico del sito in relazione alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera. Ottenuta la documentazione tecnica necessaria sono stati eseguiti i sopralluoghi e le indagini in sito ritenuti maggiormente opportuni, in modo da delineare adeguatamente il contesto geologico, in relazione al tipo di intervento previsto.

I sopralluoghi e le indagini sono stati finalizzati alla trattazione degli aspetti geologici, geomorfologici, idrogeologici dell'area di sedime allargata a un intorno dimensionale sufficientemente significativo, nonché una puntuale analisi delle caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni e delle litologie presenti in loco, per verificare la compatibilità dell'intervento a livello di fattibilità geologica.

In particolare sono state redatte:

**RELAZIONE GEOLOGICA** (caratterizzazione e modellazione geologica del sito)

**RELAZIONE GEOTECNICA** (fattibilità delle opere in merito alla modellazione geotecnica ai sensi del Cap.6 -7 delle N.T.C. a livello di richiesta di Permesso di Costruire)

**RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA** (pericolosità sismica di base)

**CONFORMITA' PIANI DI BACINO**

## **NORMATIVE DI RIFERIMENTO**

### ***Norme tecniche per le Costruzioni 2008***

Norme tecniche per le costruzioni D.M. 14 gennaio 2008.

### ***Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici***

Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.I. 14 gennaio 2008" - Circolare 2 febbraio 2009.

### ***Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici***

Pericolosità sismica e Criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale. Allegato al voto n. 36 del 27.07.2007

### ***Eurocodice 8 (1998)***

Indicazioni progettuali per la resistenza fisica delle strutture - Parte 5: Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici (stesura finale 2003)

### ***Eurocodice 7.1 (1997)***

Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.

### ***Eurocodice 7.2 (2002)***

Progettazione geotecnica — Parte II: Progettazione assistita da prove di laboratorio (2002).

### ***Eurocodice 7.3 (2002)***

Progettazione geotecnica — Parte II: Progettazione assistita con prove in sito(2002).

# 1. RELAZIONE GEOLOGICA

(caratterizzazione e modellazione geologica del sito)

## 1.1 generalità

La relazione è finalizzata alla caratterizzazione e alla costruzione del modello geologico del sito in relazione alle finalità progettuali e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera.

## 1.2 assetto geologico

Il substrato geologico è caratterizzato dall'affioramento di litotipi calcarei appartenenti alla Formazione giurassica dei Calcari di Rocca Livernà (Sinemuriano – Liass medio); la coltre detritica superficiale presenta spessori limitati, ma localmente essa raggiunge una potenza valori di circa 2-3 mt. Trattasi di calcari grigi nerastri ben stratificati a livelletti decimetrici con selce dispersa, spongolitici, livelli di marne a patina rossastra d'alterazione e subordinate alternanze di biocalcareni e breccie interformazionali.

## 1.3 assetto geomorfologico

Il contesto territoriale esaminato risulta a bassa vulnerabilità specifica senza particolari problemi geomorfologici in terreni di crinale che fungono da spartiacque tra il bacino del T. Barescione e la piana albenganese. Non si evidenziano ovviamente frane o forme erosive di una qualche importanza.

Il piano di bacino individua l'area nella carta della suscettività al dissesto in zona Pg 0 Aree a suscettività Molto Bassa.

## 1.4 assetto idrogeologico

- **Idrogeologia sotterranea**

Il contesto di crinale e di alto morfologico con presenza di rocce carbonatiche più o meno fratturate. La circolazione ipogea risulta "profonda" a livello di versante e legata al complesso carsico ipogeo.

- **Idrografia superficiale**

L'ambito territoriale perimetrato oggetto dell'intervento non evidenzia un reticolo idrografico organizzato, inserendosi in corrispondenza del confine tra il Bacino del Torrente Varatella e quello del Torrente Carenda.

Gli scorrimenti superficiali, legati agli eventi meteorologici più intensi, sono da ritenersi comunque limitati e sufficientemente controllati nell'ambito naturale dai corsi d'acqua presenti e dagli abbozzi di impluvio appena accennati dall'inflessione delle isoipse, e localizzati a ridosso della cima del Poggio Grande e dell'alto morfologico del Santuario di Monte Croce e che costituiscono le testate degli impluvi sottostanti.

### **1.5 ricostruzione stratigrafica del sotto-suolo e parametri litotecnici dei terreni**

#### **• Caratterizzazione del substrato roccioso**

Il bed-rock roccioso consiste essenzialmente di calcari grigi nerastri ben stratificati a livelletti decimetrici con selce dispersa, spongolitici, livelli di marne a patina rossastra d'alterazione e subordinate alternanze di biocalcareni e brecce interformazionali.

In seguito alle generali condizioni di affioramento di tale substrato si è potuto agevolmente eseguire un dettagliato rilievo geo-meccanico dell'ammasso roccioso.

Tale rilievo è stato inoltre integrato da n°3 sondaggi geognostici (perforazione a roto-percussione) eseguiti da ditta specializzata (ditta ICOSE di Paroldo (CN)).

I sondaggi sono stati eseguiti in corrispondenza dell'area di sedime, in siti ritenuti particolarmente significativi; la scelta degli spazi da sottoporre a tale indagine è stata infatti effettuata considerando la necessità di ottenere informazioni laddove si prospettino fasi di lavoro di particolare complessità e ove la stratigrafia del terreno risulti difficilmente valutabile. Essi sono stati portati fino alla profondità di 15 m circa, ovvero al di sotto della quota del piano d'imposta delle opere in progetto.

La scelta di tale tipologia di perforazione, non particolarmente accurata per la definizione del sottosuolo, è stata effettuata dal momento che la stratigrafia dell'area era già in precedenza sufficientemente conosciuta e litologicamente omogenea, e che la finalità delle prove è consistita nella verifica della profondità del substrato roccioso e della presenza di eventuali cavità carsiche ipogee.

Tale metodologia presenta inoltre l'indubbio vantaggio dell'alta velocità di perforazione (tenuto conto della consistenza del materiale roccioso) e la possibilità di ricostruire comunque (seppur approssimativamente) l'andamento del sottosuolo, tramite l'esame dei frammenti di roccia (cuttings).

La restituzione grafica delle stratigrafie e la documentazione fotografica relativa sono riportate negli allegati di fine testo.

L'osservazione dei cuttings ha infatti confermato come il substrato roccioso sia composto dal litotipo calcareo, ma che all'interno dello stesso siano presenti, come testimonia il sondaggio n°3, livelli con terreni residuali di natura sabbioso-argillosa di colore rosso, contenenti uno scheletro litico costituito da ciottoli calcarei alterati e degradati.

Il rilievo geomeccanico eseguito è consistito nel riconoscimento e successiva misurazione tramite bussola professionale (Kassel - Mod. Clair) delle principali discontinuità strutturali, nonché nell'effettuazione di prove sclerometriche, tramite Martello di Schmidt (Mod. L); quest'ultimo fornisce un valore "locale" della resistenza alla compressione e il suo principio di funzionamento consiste nella misura del rimbalzo di un pistoncino metallico che percuote violentemente la roccia, mediante la spinta procuratagli da una molla con energia nota.

Per quanto riguarda l'andamento delle discontinuità sono state riconosciute e misurate in diversi punti della scarpata rocciosa 3 famiglie di discontinuità principali le cui giaciture sono riportate nello schema seguente.

<b>VALORI DESUNTI DAL RILEVAMENTO GEOMECCANICO</b>					
<i>FAMIGLIA DI DISCONTINUITA' 1 (Stratificazione)</i>		<i>FAMIGLIA DI DISCONTINUITA' 2 (Fratture)</i>		<i>FAMIGLIA DI DISCONTINUITA' 3 (Fratture)</i>	
Direzione (max. pendenza)	Inclinazione	Direzione (max. pendenza)	Inclinazione	Direzione (max. pendenza)	Inclinazione
70°	20°	300°	70°	185°	50°
68°	25°	310°	75°	180°	50°
75°	20°	310°	65°	175°	45°
70°	20°	290°	70°	178°	60°
72°	15°	305°	80°	182°	55°
Discontinuità per stratificazione; potenza strati 40 cm		Discontinuità per fratturazione; intervallo medio 20 cm		Discontinuità per fratturazione; intervallo medio 30 cm	

Per quanto concerne invece le prove sclerometriche si sono eseguite 3 distinte prove in altrettanti siti, in cui la roccia si presenta "fresca", non alterata.. La resistenza del materiale è risultata medio - alta con valori di resistenza a compressione semplice pari

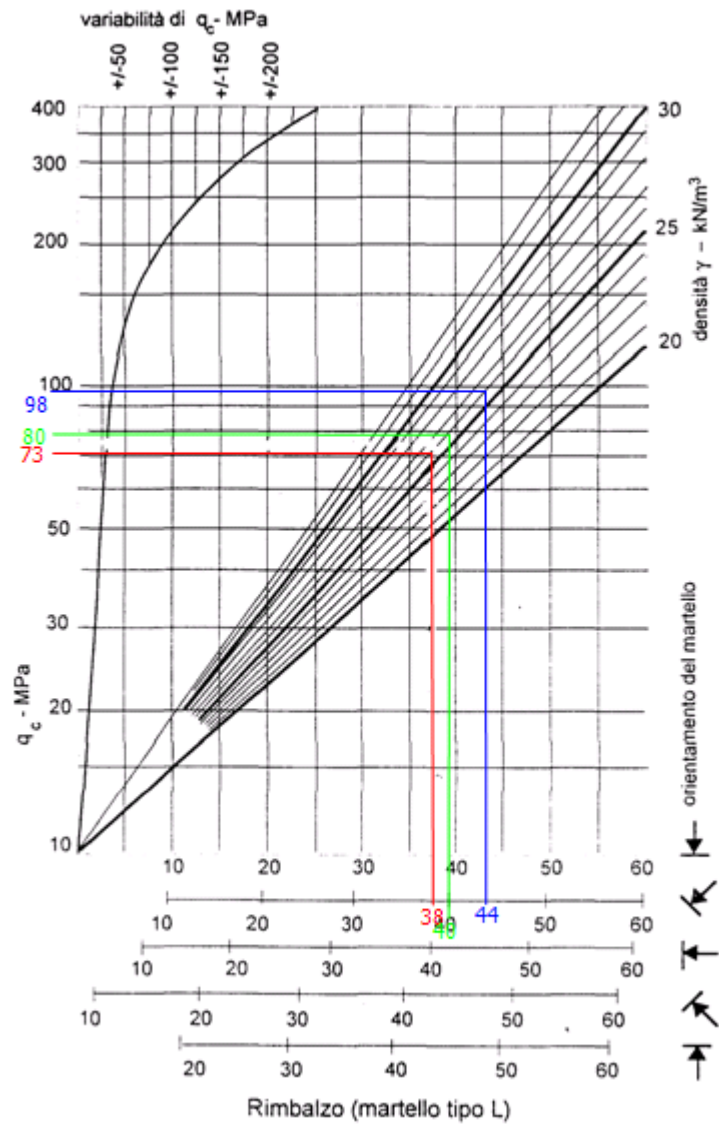
a 800 kg/cmq (daN/cm<sup>2</sup>) facendo ricadere l'ammasso locale nel campo delle "rocce medie" secondo COATES "Classification of Rock for Rock Mechanics" (1964) poiché tale resistenza è superiore a 700 kg/cm<sup>2</sup>, fatto anche confermato dall'analisi delle tabelle riepilogative.

<b>VALORI DESUNTI DAL RILEVAMENTO GEOMECCANICO</b>					
<b>1° GRUPPO DI MISURE</b>		<b>2° GRUPPO DI MISURE</b>		<b>3° GRUPPO DI MISURE</b>	
Rimbalzo	Inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale	Rimbalzo	Inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale	Rimbalzo	Inclinazione dello strumento rispetto all'orizzontale
40		37		45	
38		40		43	
42°	↙	39	↙	44	↙
41		38		45	
39		36		44	
<b>media</b>		<b>media</b>		<b>media</b>	
<b>40</b>		<b>38</b>		<b>44</b>	

Resistenza a compressione semplice teorica ⇒ 75 – 95 MPa
Dispersione media ⇒ +/- 30 MPa
<b>RESISTENZA A COMPRESSIONE MONOASSIALE SEMPLICE ⇒ 85 MPa</b> (850 Dan/cm <sup>2</sup> )



**CORRELAZIONE TRA VALORE DEL RIMBALZO DEL MARTELLO DI SCHIMDT  
E RESISTENZA ALLA COMPRESSIONE**



Sulla base delle indagini sopra elencate si rende possibile la classificazione dell'ammasso roccioso utilizzando il metodo proposto da Bieniawski (classificazione RMR), che permette di definire per classi i parametri di resistenza e deformabilità ( $c$ ,  $\phi$ ,  $E_d$ ).

L'indice RMR cui conduce tale classificazione si dimostra di notevole importanza per dare un giudizio qualitativo-quantitativo sintetico sulle caratteristiche dell'ammasso roccioso nei confronti della stabilità dei versanti.

I cinque parametri utilizzati dalla classificazione di Bieniawski e che permettono di giungere alla determinazione dell'indice RMR sono:

- *resistenza alla compressione monoassiale della roccia intatta,*
- *indice RQD (Rock Quality Designation);*
- *spaziatura dei giunti;*
- *condizione delle discontinuità (scabrezza, alterazione delle pareti, apertura, materiale di riempimento);*
- *condizioni idrauliche (afflusso acqua, pressione interstiziale).*

Ogni parametro è valutato in modo quantitativo e ad ognuno di essi è assegnato un indice parziale.

La somma algebrica degli indici parziali relativi ai singoli parametri analizzati fornisce l'indice complessivo dell'ammasso roccioso (RMR) in base al quale sono definite cinque classi; per ogni classe è indicata una stima di massima dei parametri di resistenza globale dell'ammasso roccioso.

Il valore della resistenza a compressione monoassiale viene desunto dalle prove sclerometriche effettuate in sito ed in precedenza descritte.

Si fa presente che il valore desunto dalle prove risulta come valore medio, variabile in funzione del grado di fratturazione dell'ammasso roccioso.

Si riporta pertanto in forma tabellare il range di valori maggiormente adattabile alle condizioni strutturali del litotipo in esame:

Litologia	$\gamma$ (t/mc)	$\sigma$ (kg/cm <sup>2</sup> )
Calcari	2,5 - 2,7	500-1000

classe	descrizione	Kg/cm <sup>2</sup> (MN/m <sup>2</sup> )
A	Resistenza molto alta	>2000 (200)
B	Resistenza alta	1000/2000 (100/200)
<b>C</b>	<b>Resistenza media</b>	<b>500/1000 (50/100)</b>
D	Resistenza bassa	250-500 (25/50)
E	Resistenza molto bassa	>250 (>25)
		Rocce tenere 250/100 (25-10)
		Rocce molto tenere 100/50 (10 /< 5)

*Tabella di riferimento della resistenza degli ammassi rocciosi in base alla resistenza a compressione uniassiale*

Il fattore R.Q.D. (rock quality designation) viene desunto dal rilevamento geomeccanico eseguito in zona.

Utilizzando i dati del rilievo geomeccanico e la relazione:

$$RQD = 115 - 3,3J_v \quad (\text{Palmstrom 1982})$$

dove:

$$J_v = n^\circ \text{ di fratture a mc di ammasso roccioso}$$

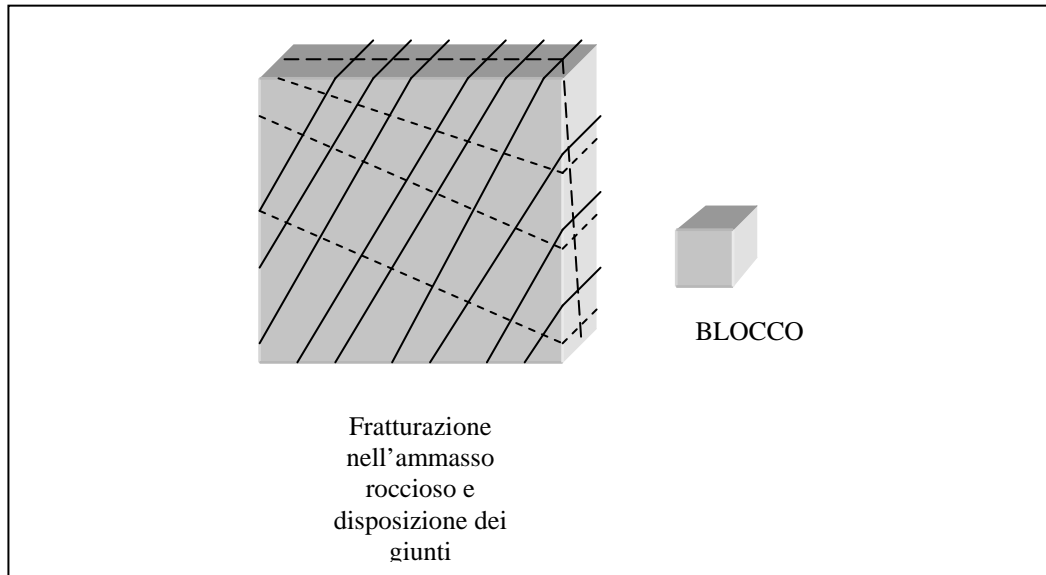
andando a sostituire i valori del caso specifico, si ottiene mediamente:

Litologia	intervallo RQD	Jv	grandezza dei blocchi
Calcari	50%	20	Da piccoli a mediamente grandi

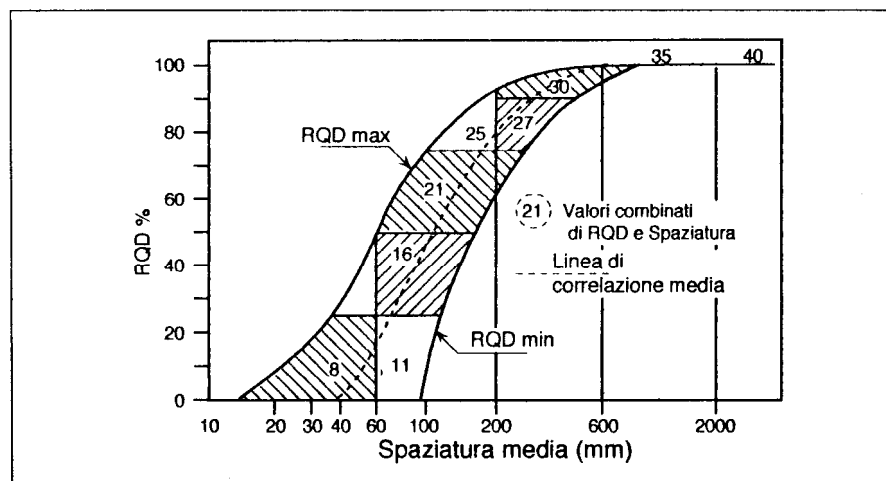
La grandezza dei blocchi può essere apprezzata dalla seguente tabella e relativa figura esplicativa:

INDICE VOLUMETRICO DELLE DISCONTINUITA' (Jv)		
Class	Jv (somma del numero di giunti per mc)	grandezza dei blocchi
A	<1	molto grandi
B	1-3	grandi
C	3-10	mediamente grandi

D	10-30	piccoli
E	>30	molto piccoli



La spaziatura media delle discontinuità, ossia la distanza intercorrente tra discontinuità adiacenti parallele o sub-parallele, può essere desunta mediante grafici utili in cui vengono relazionati il fattore R.Q.D. e la spaziatura stessa. Per chiarezza vedasi tabella seguente.



Correlazione tra RQD e spaziatura.

Inserendo nel grafico il valore del fattore R.Q.D. ricavato in precedenza si ottiene un range di spaziatura compreso tra i 80 ed i 250 mm. Tali valori corrispondono effettivamente alle osservazioni di campagna e si ritengono pertanto attendibili.

La condizione delle discontinuità dei giunti è stata desunta dal rilievo in sito in relazione alle caratteristiche del materiale: la scabrezza delle superfici di discontinuità è dovuta alla presenza di irregolarità, ondulazioni o gradini su di esse; il grado di alterazione (meccanica, chimica) può essere desunto dai valori di resistenza alla compressione semplice; l'apertura è la distanza delle pareti di una discontinuità fra le quali non sia presente materiale di riempimento; quest'ultimo, se presente, può determinare con il procedere dei fenomeni alterativi la variazione dei parametri fisico-meccanici. Nel caso specifico le superfici di discontinuità si presentano scabre con aperture minori di 1 mm con materiali di riempimento assenti o inferiori a 5 mm di spessore. Dato il litotipo le pareti sono di roccia dura. Per maggior precisione si può fare riferimento alla sottostante tabella.

PROCEDURE PER LA CLASSIFICAZIONE DELLE CONDIZIONI DELLE DISCONTINUITA' (FRATTURE)					
Parametri	Indici				
<i>Lunghezza della discontinuità</i>	< 1 m 6	1-3 m 4	3-10 m 2	10-20 m 1	> 20 m 0
<i>Separazione</i>	Nessuna 6	< 0,1 mm 5	0,1-1 mm 4	1-5 mm 1	> 5 mm 0
<i>Scabrezza</i>	Molto scabro 6	Scabro 5	Legg.scabro 3	Liscio 1	Striato 0
<i>Riempimento</i>	Nessuno 6	r.duro<5 mm 4	> 5 mm 2	r.tenero 2	0>5 mm 0
<i>Alterazione</i>	Inalterato 6	Legg.Alterato 5	Moder.alterato 3	Molto alterato 1	Decomposto 1

Sulla base dei rilievi esperiti le condizioni idrauliche al contorno consentono di escludere la presenza di venute d'acqua, non inquadrabili nella semplice umidità presente all'interno dell'ammasso.

In conclusione i cinque parametri necessari alla classificazione del bed rock possono quindi essere riassunti nella tabella di seguito riportata:

<u>Resistenza a compressione uniassiale della roccia intatta</u> Qc= 500 - 1000 kg/cmq	<u>INDICE PARZIALE = 7</u>
---	----------------------------

<u>R.Q.D</u> 40%-60%	<i>INDICE PARZIALE = 13</i>
<u>Spaziatura dei giunti</u> Fra 80 e 250 mm	<i>INDICE PARZIALE = 8-10</i>
<u>Condizione delle discontinuità:</u> Superfici scabre	<i>INDICE PARZIALE = 20</i>
<u>Condizioni idrauliche:</u> Solo umidità	<i>INDICE PARZIALE = 10</i>

La somma dei cinque indici parziali è compresa tra 58-62 e, secondo la classificazione degli ammassi rocciosi con i criteri proposti da Bieniawski (1976), complessivamente gli affioramenti ricadono nella classe III con qualità dell'ammasso mediamente discreta.

Classificazione schematica degli ammassi rocciosi secondo Bieniawski

PARAMETRI		CAMPO VALORI							
1	RESISTENZA ROCCIA INTATTA	Carico puntuale	> 80 Kg/cm <sup>2</sup>	40-80 Kg/cm <sup>2</sup>	20-40 Kg/cm <sup>2</sup>	10-20 Kg/cm <sup>2</sup>	Non applicabile		
		Compressione uniaassiale	> 2000 Kg/cm <sup>2</sup>	1000-2000 Kg/cm <sup>2</sup>	500-1000 Kg/cm <sup>2</sup>	250-500 Kg/cm <sup>2</sup>	100-250 Kg/cm <sup>2</sup>	30-100 Kg/cm <sup>2</sup>	10-30 Kg/cm <sup>2</sup>
		INDICE	15	12	7	4	2	1	0
2		RQD	90-100%	75-90%	50-75%	25-50%	< 25%		
		INDICE	20	17	13	8	3		
3		SPAZIATURA GIUNTI	> 3 m	1-3 m	0,3-1 m	50-300 mm	< 50 mm		
		INDICE	30	25	20	10	5		
4		CONDIZIONE GIUNTI	Superfici molto scabre non continue. Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici scabre Apertura < 1 mm Pareti roccia dura	Superfici lisce o laminate o riempimento < 5 mm o apertura 1-5 mm Giunti continui	Riempimento tenero spessore > 5 mm o giunti aperti > 5 mm Giunti continui		
		INDICE	25	20	12	6	0		
5		CONDIZIONI IDRAULICHE	Afflusso per 10 m lunghezza tunnel	Assente		< 25 litri/min	25-125 litri/min	> 125 litri/min	
			Pressione acqua nei giunti Rapp. Soli. nat. in situ	0	0,0-0,2	0,2-0,5	< 0,5		
			Condizioni generali	Completamente asciutto		Solo umidità	Acqua in debole pressione	Severi problemi idraulici	
			INDICE	10	7	4	0		

$N = \sum n_i$	0-25	25-50	50-70	70-90	90-100
CLASSE	V	IV	III	II	I
QUALITÀ DELL'AMMASSO	molto scadente	scadente	discreta	buona	ottima
c Kg/cm <sup>2</sup>	> 1	1-1,5	1,5-2,0	2,0-3,0	> 3,0
$\varphi$	< 30°	30°-35°	35°-40°	40°-45°	> 45°
GIUDIZIO SULLE DIFFICOLTÀ DI SCAVO	nessuna difficoltà	può essere cavato facilmente Frammentazione notevole	discrete difficoltà	si cava con difficoltà Frammenti di notevoli dimensioni	notevoli difficoltà di scavo
T L m	10 min 0,5	5 ore 1,5	1 settimana 2	6 mesi 4	10 anni 5

Si può ritenere che al sistema roccioso in oggetto, alla luce di quanto premesso, possa essere caratterizzato dai parametri geomeccanici di seguito riportati anche in accordo con la tabella classificativa di Bieniawski.

- *Peso di Volume*  $\gamma = 25 - 27 \text{ kN/m}^3$
- *Coesione*  $c = 50 - 150 \text{ kN/m}^2$
- *Angolo Attr. Int.*  $\phi = 35^\circ - 40^\circ$
- *R.Q.D.* = 40 – 60 %

### **Caratterizzazione della coltre superficiale**

Per quel che riguarda la coltre l'esame del terreno indica trattarsi di ghiaie e sabbie a matrice limoso argilloso di tipo GM-GC/SM-SC con abbondante presenza di pietrame, di natura analoga alla litologia calcarea sottostante; l'insieme si presenta piuttosto "caotico" e caratteristico dei terreni in oggetto e che sfuma nel sottostante regolite del substrato lapideo in superficie piuttosto alterato; le profondità sono modeste comprese tra pochi dm e qualche metro (max 2-3 mt). Sulla base di analogie con terreni simili e con lavori effettuati in prossimità dell'area di sedime, si ritengono attendibili i seguenti parametri geotecnici della coltre terrosa:

- *Peso di Volume* =  $\gamma = 18-20$
- *Coesione* =  $c = 20-50 \text{ kN/m}^2$
- *Angolo di Attr. Int.* =  $\phi = 28^\circ - 31^\circ$ .

### **1.6 conclusioni**

La relazione ha permesso la caratterizzazione e la modellazione geologica del sito con sufficiente approssimazione in relazione alla definizione del modello geotecnico per un congruente sviluppo del progetto nelle sue diverse articolazioni secondo le "Norme tecniche per le Costruzioni" di cui D.M. 14.01.2008 e relativa circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici.

## **2. RELAZIONE GEOTECNICA**

(fattibilità delle opere in merito alla modellazione geotecnica ai sensi del Cap.6 delle N.T.C. a livello di richiesta di Permesso di Costruire.)

### **2.1 generalità**

La relazione, realizzata secondo le specifiche della normativa vigente e dello stato dell'arte, è finalizzata alla caratterizzazione e alla modellazione geotecnica dei terreni interagenti con l'opera. Le analisi eseguite risultano legate al livello progettuale proprio del Permesso di Costruire e debbono intendersi "*preliminari*" e di fattibilità rispetto alle problematiche di tipo geotecnico.

Prima dell'inizio dei lavori sarà presentata la denuncia ai sensi dell' art. 93 del DPR 06/06/2001 n. 380, al competente ufficio della Provincia di Savona, con l'elaborazione di una nuova e specifica relazione geotecnica riportante i risultati delle verifiche di sicurezza e delle prestazioni in condizioni d'esercizio del sistema costruzione-terreno secondo i contenuti propri del cap.6 -7 e del cap. 10 delle NTC 2008.

### **2.2 caratterizzazione fisica e meccanica dei terreni e delle rocce e definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici**

Sono state eseguiti n. 2 sondaggi a rotopercolazione (vedi relazione geologica) che rappresentano sufficientemente l'andamento geostratigrafico del sottosuolo.

#### ***Definizione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici***

Per valore caratteristico ( $V_k$ ) di un parametro geotecnico si intende una stima ragionata e cautelativa del valore del parametro nello stato limite considerato; nello specifico quel valore quale è associata una prefissata probabilità di non superamento (non più del 5% dei valori desumibili da una serie teoricamente illimitata di prove).

Secondo le Istruzioni del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici (CSLP) sulle NTC (comma C.6.2.2) si possono utilizzare le seguenti combinazioni:

- A) Valori caratteristici circa uguali ai valori medi;
- B) Valori caratteristici circa uguali ai valori minimi.

Nel nostro caso si utilizzerà la condizione del valore caratteristico prossimo alla media.

Verrà utilizzata una relazione di tipo statistico che risulta applicabile in caso di una



scarsa "popolazione" di dati o anche di una stima ragionata dei valori geotecnici da applicare in assenza di prove specifiche (secondo Cherubini e Orr 1999 – V.Simeoni 2008).

$$X_m = (a + 4b + c) / 6$$

$$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$$

$$X_k = X_m * (1 - CV / 2)$$

a=valore minimo

b=valore più probabile

c=valore massimo stimato

### Coltre Sciolta

$$\gamma_m = (a + 4b + c) / 6$$

$$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$$

$$g_k = X_m * (1 - CV / 2)$$

$$\gamma_m = 19 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$CV = 0,017544 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$g_k = 18,83 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

#### peso volume $\gamma$

a=valore minimo stimato

b=valore più probabile

c=valore massimo stimato

$$a = 18 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$b = 19 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$c = 20 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\phi_m = (a + 4b + c) / 6$$

$$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$$

$$\phi_k = X_m * (1 - CV / 2)$$

$$\phi_m = 29,83333333 \text{ }^\circ$$

$$CV = 0,016759777 \text{ }^\circ$$

$$\phi_k = 29,58333333 \text{ }^\circ$$

#### angolo attrito interno $f$

a=valore minimo stimato

b=valore più probabile

c=valore massimo stimato

$$a = 28 \text{ }^\circ$$

$$b = 30 \text{ }^\circ$$

$$c = 31 \text{ }^\circ$$

$$c_m = (a + 4b + c) / 6$$

$$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$$

$$c_k = X_m * (1 - CV / 2)$$

$$C_m = 31,67 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$CV = 0,15789474 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$C_k = 29,1666667 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

#### Coesione $c$

a=valore minimo stimato

b=valore più probabile

c=valore massimo stimato

$$a = 20 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$b = 30 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$c = 50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### Substrato

$$\gamma_m = (a + 4b + c) / 6$$

$$CV = (c - a) / (a + 4b + c)$$

$$\gamma_m = 26 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$CV = 0,012821 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$g_k = X_m * (1 - CV/2)$$

$$\gamma_k = 25,83 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

### peso volume $\gamma$

a=valore minimo stimato

$$a = 25 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

b=valore più probabile

$$b = 26 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

c=valore massimo stimato

$$c = 27 \text{ (kN/m}^3\text{)}$$

$$\phi_m = (a + 4b + c)/6$$

$$\phi_m = 36,5^\circ$$

$$CV = (c - a)/(a + 4b + c)$$

$$CV = 0,02283105$$

$$\phi_k = X_m * (1 - CV/2)$$

$$\phi_k = 36,08333333^\circ$$

### angolo attrito interno $f$

a=valore minimo stimato

$$a = 35^\circ$$

b=valore più probabile

$$b = 36^\circ$$

c=valore massimo stimato

$$c = 40^\circ$$

$$c_m = (a + 4b + c)/6$$

$$C_m = 106,67 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$CV = (c - a)/(a + 4b + c)$$

$$CV = 0,15625 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

$$c_k = X_m * (1 - CV/2)$$

$$C_k = 98,33333333 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

### Coesione $c$

a=valore minimo stimato

$$a = 50 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

b=valore più probabile

$$b = 110 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

c=valore massimo stimato

$$c = 150 \text{ (kN/m}^2\text{)}$$

## Coltre Sciolta

- *Peso di Volume*  $\gamma = 17 - 19 \text{ kN/m}^3$   $v_m \approx v_k = 18 \text{ kN/m}^3$
- *Coesione*  $c = 20 - 50 \text{ kN/m}^2$   $v_m \approx v_k = 30 \text{ kN/m}^2$
- *Angolo di Attr. Int.*  $\phi = 28^\circ - 31^\circ$   $v_m \approx v_k = 30^\circ$

## Substrato

- *Peso di Volume*  $\gamma = 25 - 27 \text{ kN/m}^3$   $v_m \approx v_k = 26 \text{ kN/m}^3$
- *Coesione*  $c = 50 - 150 \text{ kN/m}^2$   $v_m \approx v_k = 100 \text{ kN/m}^2$
- *Angolo di Attr. Int.*  $\phi = 35^\circ - 40^\circ$   $v_m \approx v_k = 36^\circ$

### **2.3 principali problematiche geotecniche in relazione agli interventi proposti in relazione alla edificazione del nuovo santuario**

L'assetto dell'area in corrispondenza del crinale morfologico e la nuova struttura edilizia con scavi limitati in adattamento alla morfologia dei luoghi con affioramento diretto del substrato roccioso non pone particolari pregiudizi o vincoli negativi all'uso del territorio in relazione agli interventi proposti.

- **Fronti di scavo**

Lo scavo del sedime di imposta del santuario dovrà essere coerente con il modello geotecnico. Sarà valutata l'altezza critica e la stabilità dei fronti di scavo e conseguentemente adottate le misure e il dimensionamento delle tecniche di scavo in condizioni di stabilità. Si ritiene comunque che tenuto conto degli scavi piuttosto limitati in altezza e profondità non si evidenzino particolari problematiche in merito alla loro esecuzione. Sono state eseguite verifiche ipotizzando fronti di scavo in roccia utilizzando il metodo del test di Markland. Il test (Markland 1972) consiste, mediante proiezioni stereografiche, di stabilire, considerando solo la geometria del pendio e delle discontinuità e l'angolo di attrito di queste ultime, la possibilità che avvengano scivolamenti piani ed "a cuneo" in un ammasso roccioso fratturato. Esso consente quindi di identificare le "discontinuità critiche", cioè le discontinuità che rappresentano potenziali piani di scorrimento, separandole da quelle che non influiscono direttamente sulla stabilità del pendio. Le condizioni per le quali si verifica lo scivolamento piano sono le seguenti:

- la direzione dell'immersione del piano di discontinuità deve essere compresa in un range di  $-10^{\circ}/+10^{\circ}$  rispetto alla direzione del piano rappresentante il pendio;
- l'inclinazione del piano di discontinuità deve essere minore della inclinazione del pendio;
- l'inclinazione del piano di discontinuità deve essere maggiore dell'angolo di attrito interno della roccia.

Le condizioni per le quali si verifica l'instabilità del cuneo roccioso sopraccitato sono le seguenti:

- la direzione d'immersione della linea d'intersezione tra due discontinuità deve essere compresa in un range di  $-10^{\circ}/+10^{\circ}$  rispetto alla direzione del piano rappresentante il pendio;

- l'inclinazione della linea di intersezione deve essere minore della inclinazione del pendio (misurata nella direzione della linea di intersezione);
- l'inclinazione della linea di intersezione deve essere maggiore dell'angolo di attrito interno della roccia.

Per semplicità il volume interessato dallo scavo è stato assimilato ad un parallelepipedo, con i lati opposti paralleli e uguali a due a due, di sezione rettangolare. Tuttavia a causa della morfologia stretta ed allungata del crinale sono stati presi in considerazione solamente i tre piani di scavo orientati rispettivamente verso N, verso E e verso W. Le misure rilevate in campagna e relative alle varie sezioni sono le seguenti:

#### Sezione N (Lato Balestrino)

##### ***Pendio 190/80***

<b>TIPOLOGIA DI DISCONTINUITÀ</b>	<b>GIACITURA DEL PIANO DI DISCONTINUITÀ</b>
<i>Stratificazione S<sub>0</sub></i>	0/25
<i>Famiglia di fratture n°1</i>	95/85
<i>Famiglia di fratture n°2</i>	165/75
<i>Famiglia di fratture n°3</i>	255/85

#### Sezione E (Lato Santuario)

##### ***Pendio 280/80***

<b>TIPOLOGIA DI DISCONTINUITÀ</b>	<b>GIACITURA DEL PIANO DI DISCONTINUITÀ</b>
<i>Stratificazione S<sub>0</sub></i>	40/30
<i>Famiglia di fratture n°1</i>	100/85
<i>Famiglia di fratture n°2</i>	60/85

#### Sezione W (Lato Poggio Grande)

##### ***Pendio 100/80***

<b>TIPOLOGIA DI DISCONTINUITÀ</b>	<b>GIACITURA DEL PIANO DI DISCONTINUITÀ</b>
<i>Stratificazione S<sub>0</sub></i>	70/20
<i>Famiglia di fratture n°1</i>	300/70
<i>Famiglia di fratture n°2</i>	185/50

I risultati del test, visibili in allegato, indicano come non vi siano potenziali condizioni di pericolo per quanto riguarda i movimenti di scivolamento piano; solo sul fronte di scavo rivolto a N, come meglio evidenziato nella restituzione grafica, è possibile il verificarsi di una potenziale instabilità per scivolamento a cuneo ma tenuto conto del modesto oggetto degli scavi stessi il problema risulta poco significativo.

- **Opere di fondazione**

Le fondazioni saranno impostate direttamente sulla roccia o sul suo regolite caratterizzati da buoni valori di portanza. Le strutture saranno dimensionate al fine di garantire in ogni punto della fondazione il soddisfacimento della condizione  $R_d$  (resistenza di progetto) <  $E_d$  (azione di progetto).

#### **2.4 principali problematiche geotecniche collegate agli interventi di viabilità'**

Le soluzioni progettuali prevedono dei lavori di allargamento della sede stradale lungo il lato di monte e contestuale realizzazione di muri di sostegno a carico del tracciato viario esistente di accesso all'area del Santuario, il quale si innesta con la strada provinciale Balestrino - Castelvecchio di Rocca Barbena.

- **Stabilità dei fronti di scavo**

La realizzazione della sede stradale comporta l'effettuazione di una serie di sbancamenti che, visto l'andamento stratigrafico, andranno ad interessare prevalentemente il substrato lapideo calcareo, per altezze non superiori a 3,5 mt circa. L'esecuzione degli scavi nella roccia calcarea si presenterà non priva di qualche difficoltà nell'avanzamento per la presenza di parti rocciose o frammenti ragguardevoli piuttosto "duri" e per il serrarsi a breve profondità dei giunti al di sotto del capellaccio d'alterazione superficiale; il lavoro sarà comunque agevolato dalla diffusa fratturazione presente nell'ammasso roccioso.

In ogni caso le caratteristiche geomeccaniche dell'ammasso roccioso rendono di fatto obbligatorio l'uso del martello demolitore.

Per queste sezioni si è provveduto ad effettuare una verifica del grado di potenziale instabilità dei fronti di scavo di progetto in relazione all'andamento delle discontinuità dell'ammasso roccioso e dei parametri geomeccanici dello stesso, adottando nuovamente la metodologia del già citato test di Markland.

Poiché il tracciato viario in oggetto presenta un andamento pressoché rettilineo si è ritenuto sufficiente l'effettuazione per questo ambito di un singolo test.

***Pendio 10/80***

<b>TIPOLOGIA DI DISCONTINUITÀ</b>	<b>GIACITURA DEL PIANO DI DISCONTINUITÀ</b>
<i>Stratificazione S<sub>0</sub></i>	<b>0/25</b>
<i>Famiglia di fratture n°1</i>	<b>95/85</b>
<i>Famiglia di fratture n°2</i>	<b>165/75</b>
<b><i>Famiglia di fratture n°3</i></b>	<b>255/85</b>

I risultati del test, visibili in allegato, indicano come non vi siano potenziali condizioni di pericolo per quanto riguarda i movimenti di scivolamento piano e "a cuneo"; pertanto in considerazione della rigidità dell'ammasso litologie e dello stato dei giunti, risultano estremamente improbabili fenomeni di instabilità, che però non possono escludersi totalmente in relazione alle anomalie locali nelle parete rocciosa (fratture isolate, complicazioni giacitureali, micro-carsismo, fasce e bande cataclastiche).

Alla luce di tali riflessioni i fronti di scavo si possono valutare in condizioni di auto-sostegno per altezze limitate (entro i 3,5 m). Qualora in fase esecutiva si dovessero raggiungere valori maggiori, si pone come condizione necessaria, ai fini di garantire la sicurezza durante le fasi lavorative, la sagomatura delle scarpate mediante la creazione di una modellatura artificiale del versante (ad esempio composta da due gradoni di altezza non superiore a 3,5 m separati da una soglia orizzontale di lunghezza non inferiore ai 70 –100 cm).

In alternativa laddove si presentino particolari condizioni, legate soprattutto ad un assetto giacitureale a franapoggio, precauzionalmente si considera essenziale prevedere,

in alcune zone circoscritte che andranno verificate in fase di cantiere, la messa in opera di opere di rinforzo del fronte in roccia e protezione della sede stradale.

Tali opere consisteranno ad esempio in chiodature con barre di acciaio ad aderenza migliorata portate ad una profondità da definirsi caso per caso, e da reti paramassi costituite da rete a maglia esagonale rinforzata con funi di acciaio di opportuno diametro o da speciali pannelli fune. In entrambi i casi i sostegni ai quali si agganceranno i cavi di rinforzo saranno costituiti da barre in acciaio profondamente infisse e cementate nell'ammasso roccioso.

Si precisa che l'utilizzo di tali opere il dimensionamento e la loro disposizione planimetrica potrà essere decisa solo in fase di progettazione esecutiva e di avanzata lavorazione in relazione alle problematiche collegate alla stabilità dei fronti di scavo.

## **2.5 Opere di regimazione idraulica**

### **• Idrografia superficiale**

L'ambito territoriale perimetrato oggetto dell'intervento non evidenzia un reticolo idrografico organizzato, inserendosi in corrispondenza del confine tra il Bacino del Torrente Varatella e quello del Torrente Carenda.

Gli scorrimenti superficiali, legati agli eventi meteorologici più intensi, sono da ritenersi comunque limitati e sufficientemente controllati nell'ambito naturale dai corsi d'acqua presenti e dagli abbozzi di impluvio appena accennati dall'inflessione delle isoipse, e localizzati a ridosso della cima del Poggio Grande e dell'alto morfologico del Santuario di Monte Croce e che costituiscono le testate degli impluvi sottostanti.

Il recettore principale delle acque superficiali è costituito dal Rio dei Paioli, affluente del Torrente Torsero, appartenente al bacino idrografico del Torrente Carenda.

### **• Regimazione delle acque bianche e meteoriche**

Le acque meteoriche provenienti da aree pavimentate e stradali saranno captate nelle rete delle acque bianche da realizzarsi in loco.

La presenza di superfici impermeabilizzate (sia per i piazzali che per l'edificio di culto) fanno emergere delle problematiche legate all'allontanamento delle acque di origine meteorica, tenuto conto del contesto idrogeologico ed ambientale della zona. La raccolta delle acque meteoriche sarà prevista attraverso un sistema teso al recupero e

riciclaggio delle acque. Verrà quindi realizzato un articolato impianto di tubazioni, caditoie e pozzetti di raccolta per la captazione delle acque meteoriche. Queste ultime recapiteranno in una vasca di accumulo (o vasca di prima pioggia), dall'adeguato "volume di stoccaggio" e dotata di uno sfioratore di troppo pieno con funzione di recapito nel corpo ricettore.

Tale sistema presenta un alto grado di eco-compatibilità, essendo in grado di offrire un sostanziale contributo per l'approvvigionamento idrico ed è utilizzabile per l'irrigazione e per le forniture non potabili.

I vantaggi che vengono offerti dall'installazione di un impianto di raccolta dell'acqua piovana si riflettono positivamente sullo smaltimento nella rete scolante generale, infatti l'impianto regola gli afflussi nel sistema ricettore ed evita il verificarsi di sovraccarichi della rete scolante di smaltimento a valle in caso di precipitazioni di forte intensità, con conseguente aumento dei tempi di corrivazione.

Gli impieghi che si prestano al riutilizzo in ambito dell'edilizia privata sono in particolar modo:

- ✓ consumi per le pulizie;
- ✓ l'innaffiamento del verde d'arredo ed ornamentale;

In fase di progetto esecutivo il sistema di raccolta verrà opportunamente dimensionato. Per il calcolo delle sezioni di deflusso, della capacità di accumulo del vasche di prima pioggia si dovrà tener conto dei:

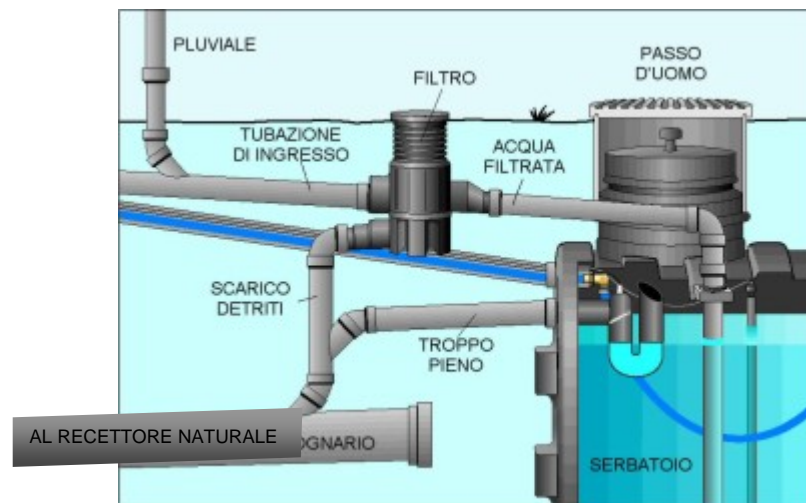
- ✓ dati climatologici ed in particolare l'altezza delle precipitazioni;
- ✓ dati geometrici ovvero la sommatoria delle superfici che possono ricevere le precipitazioni;
- ✓ superficie e coefficiente di deflusso della superficie di accolta dell'acqua piovana;
- ✓ efficacia dei filtri.

L'impianto per ottimizzare il recupero dell'acqua piovana è composto sostanzialmente da:

- ✓ un pozzetto di ispezione;
- ✓ un tubo di sfiato/ventilazione e di troppo pieno (allacciato alla rete di scarico acque bianche), il cui terminale dovrà avere una robusta reticella per impedire l'ingresso di piccoli animali. E' inderogabile la necessità del troppo-pieno ed è conseguente non solo alla limitazione degli ingombri e dei costi di



- installazione, ma anche al fatto che in caso di prolungati periodi di pioggia l'immissione risulterà comunque molto superiore ai consumi e quindi ai prelievi;
- ✓ un sistema integrativo di alimentazione da acquedotto con galleggiante, in modo da garantire un livello minimo nel serbatoio (indicativamente il 10-15 % della capacità) per la funzionalità dell'impianto e, nel contempo, la disponibilità d'acqua per l'utenza.



*Schema sistema impianto recupero acque piovane*

In fase di progetto esecutivo si provvederà al dimensionamento delle tubazioni, dei pozzetti, delle caditoie e del sistema di raccolta delle acque (vasca e apparati correlati) in modo da garantire un'efficiente e sicura regimazione delle acque bianche e meteoriche.

## 2.6 conclusioni

Allo stato attuale di progettazione (di tipo architettonico) e sulla base delle informazioni acquisite, si ritiene che non vi siano ragioni geotecniche ostative alla realizzazione degli interventi previsti.

Si rimanda al livello di progettazione esecutiva nella quale sarà redatta la relazione geotecnica (ai sensi dei cap. 6 e 7 delle N.T.C.), i cui contenuti riprenderanno in maniera maggiormente approfondita e dettagliata i contenuti della presente relazione preliminare.

Prima dell'inizio dei lavori sarà depositata la denuncia dei C.A. ai sensi dell' art. 93 del DPR 06/06/2001 n. 380 al competente ufficio della Provincia di Savona con la presentazione delle specifiche relazioni geologica, geotecnica e di pericolosità sismica secondo i contenuti propri del cap.6 e del cap. 10 delle NTC 2008.

### 3. VINCOLI DI NATURA GEOLOGICA

#### 3.1 vincoli specifici dell'area carsica

Il sedime del cantiere in oggetto risulta inserito in "Area Carsica" ai sensi della L.R. 39/09 ed è perimetrato nella zona "SV 23 Monte Acuto-Picaro". Tale ambito è inserito ai sensi dell'art.12 nell'elenco regionale delle principali aree carsiche della Liguria (delibera REGIONALE n°6665 in data 23/9/94). Sulla base di tali regolamenti si devono intendere:

- a) *«grotte» le cavità sotterranee naturali di sviluppo superiore ai 5 metri lineari.*
- b) *«aree carsiche» le zone in cui si riscontrano morfologie e fenomeni carsici superficiali o comunque in cui esista un collegamento fisico, idrogeologico, funzionale con fenomeni carsici ipogei.*

La scheda identificativa SV 23 perimetra una zona abbastanza vasta comprendendo l'intero ambito montano lungo il crinale tra Monte Acuto e Monte Picaro, interessando i Comuni di Borghetto S.S, Ceriale, Balestrino, Cisano e Zuccarello.

L'area di pertinenza dell'intervento interessa un'ambito geomorfologico caratterizzato da carsismo superficiale di tipo mediterraneo; nessun fenomeno di marcata carsificazione a campi solcati e depositi di terra rossa.

Gli affioramenti rocciosi presentano abbozzi di microforme e sculture particolari nella roccia provocate dalla corrosione e dalla dissoluzione dei carbonati: si riconoscono tipiche scanalature costituite da piccoli solchi rettilinei subparalleli separati da sottili creste aguzze, impronte e cavità alveolari di dimensione centimetriche.

Come richiamato in precedenza nel paragrafo inerente le indagini in sito, sono stati effettuati n° 3 sondaggi a distruzione di nucleo che hanno avuto come scopo la ricerca di eventuali forme carsiche ipogee ricomprese nelle grotte e/o inghiottitoi.

Le indagini hanno mostrato come non sussistano nelle zone interessate significative forme carsiche ipogee.

Allo stesso modo il rilevamento geologico strutturale di dettaglio eseguito sul terreno non ha evidenziato forme carsiche superficiali di rilevante pregio geomorfologico.

Tuttavia durante i lavori di scavo delle fasi esecutive, si provvederà tramite il controllo del geologo incaricato, ad accertare l'eventuale presenza di cavità carsiche e, nel caso ne

siano rinvenute, si dovrà provvedere alla segnalazione alle Autorità preposte ed in particolare alla Delegazione Speleologica Ligure che gestisce il Catasto Regionale delle Grotte e delle Aree Carsiche. Nel caso di rinvenimento (anche nell'esecuzione dello scavo definitivo) di cavità che abbiano rilevanza sotto il profilo idrogeologico o speleologico, dovranno essere adottate le idonee misure di salvaguardia e tutela. Comunque le cavità stesse non dovranno essere danneggiate o occluse con materiali di risulta e gli scavi di sbancamento dovranno essere ridotti al minimo.

Onde tutelare correttamente gli assetti idrogeologici del versante si dovrà provvedere ad una precisa e corretta regimazione delle acque meteoriche provenienti sia dai versanti che dalle aree impermeabilizzate circostanti pertinenti ai manufatti.

### **3.2 Vincolo idrogeologico**

Le aree in oggetto ricadono sotto il Vincolo Idrogeologico ai sensi del R.D.L. 30 dicembre 1923 n. 3267.

#### **4. PRESCRIZIONI IN MATERIA GEOLOGICA E GEOTECNICA**

La presente relazione risulta redatta quale allegato al permesso di costruire ed è da intendersi di "fattibilità" e dovrà:

- prevedere eventualmente l'esecuzione di ulteriori indagini in sito e/o di laboratorio per gli approfondimenti del caso necessari per il dimensionamento geotecnico delle opere a livello "esecutivo".
- per le parti specifiche relative alla denuncia delle costruzioni in c.a. in zona sismica ai sensi della normativa vigente (art. 93 del DPR 06/06/2001 n. 380) con stesura integrativa alla presente relazione geotecnica che riporti i risultati delle verifiche di sicurezza e delle prestazioni in condizioni d'esercizio del sistema strutture-terreno secondo i contenuti propri del cap.6 e del cap. 10 delle NTC 2008.

Durante i lavori sarà opportuno provvedere alla designazione con apposito incarico di un tecnico che svolga la direzione e la sorveglianza sotto l'aspetto geotecnico dei lavori in corso, tramite visite periodiche al cantiere, emanando, in collaborazione con la D.L., le disposizioni e gli ordini per l'attuazione della parte geotecnica dell'opera progettata nelle sue varie fasi esecutive e sorvegliandone la buona riuscita.

In particolare dovrà:

- assicurare l'applicazione delle disposizioni contenute nelle relazioni geotecniche, con le relative procedure di lavoro previste;
- adeguare le lavorazioni alla situazione geo-stratigrafica puntuale in relazione alla reale evoluzione dei lavori e alle eventuali modifiche intervenute.
- con eventuali relazioni integrative e verbali di sopralluogo inerenti le ispezioni e dei sopralluoghi in fase di cantiere comportanti accertamenti di maggior dettaglio, modifiche progettuali correlate a situazioni non prevedibili nella fase attuale, il tutto previo specifico conferimento incarico relativo alla direzione e sorveglianza sotto l'aspetto geotecnico dei lavori.

## **5. RELAZIONE SULLA MODELLAZIONE SISMICA**

(pericolosità sismica di base)

### **5.1 generalità**

La relazione è finalizzata alla caratterizzazione del modello sismico del sito in relazione al progetto e alle peculiarità dello scenario territoriale ed ambientale in cui si opera. Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione secondo quanto riportato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14.01.2008 e relativa circolare esplicativa del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti "Circolare 2 febbraio 2009 n. 617".

### **5.2 azione sismica**

Con l'entrata in vigore del D.M. 14 gennaio 2008, la stima della pericolosità sismica viene definita mediante un approccio legato al "sito" di costruzione.

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito, che è descritta dalla probabilità che, in un fissato lasso di tempo ("periodo di riferimento") VR (espresso in anni), in detto sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato; la probabilità è denominata "Probabilità di eccedenza o di superamento nel periodo di riferimento" PVR.

La pericolosità sismica è definita in termini di :

- $a_g$  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.

Nelle NTC la stima della pericolosità sismica basata su una griglia di 10751 punti ove viene fornita la terna di valori  $a_g$   $F_0$  e  $T^*C$  per nove distinti periodi. Tale calcolo viene determinato via software conosciute le coordinate geografiche in gradi decimali.

### **5.3 categoria di sottosuolo e condizioni topografiche**

È necessario , tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall'opera ed anche delle condizioni topografiche, poiché entrambi questi fattori concorrono a modificare l'azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale. Tali modifiche, in ampiezza, durata e contenuto in frequenza, sono il risultato della risposta sismica locale.

Si definiscono:

- *effetti stratigrafici*, legati alla successione stratigrafica, alle proprietà meccaniche dei terreni, alla geometria del contatto tra il substrato rigido e i terreni sovrastanti ed alla geometria dei contatti tra gli strati di terreno;
- *effetti topografici*, legati alla configurazione topografica del piano campagna.

Gli effetti della risposta sismica locale sono stato valutati con metodi semplificati. Viene attribuito al sito la pertinente categoria di sottosuolo come definita nella Tabella 3.2.II-III e ad una delle categorie topografiche definite nella Tabella 3.2.IV

Tab. 3.2.II-III (NTC) Categorie di sottosuolo

Categoria	Descrizione
<b>A</b>	<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>B</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).
<b>C</b>	<i>Depositi 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).
<b>D</b>	<i>Depositi 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).
<b>E</b>	<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).
<b>S1</b>	Depositi di terreni caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 100 m/s (ovvero $10 < C_{u,30} < 20$ kPa), che includono uno strato di almeno 8 m di terreni a grana fina di bassa consistenza, oppure che includono almeno 3 m di torba o di argille altamente organiche.
<b>S2</b>	Depositi di terreni suscettibili di liquefazione, di argille sensitive o qualsiasi altra categoria di sottosuolo non classificabile nei tipi precedenti.

Il substrato geologico è caratterizzato da sedimenti alluvionali grossolani compatti con spessori variabili. Sulla base di tali dati si può inserire il sottosuolo fondazione nella categoria A ovvero *"Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi 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."*

Le categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per configurazioni morfologiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Tab.3.2.IV (NTC) *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 $i > 30^\circ$

Sulla base dei dati morfologici del sito si può inserire la superficie topografica nella categoria T3 *"Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media  $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$ "*

#### **5.4 spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**

La categoria di sottosuolo e le condizioni topografiche incidono sullo spettro elastico di risposta. Specificamente, l'accelerazione spettrale massima dipende dal coefficiente  $S = SS \times ST$  dove:

SS = coefficiente amplificazione stratigrafica (vedi Tab.3.2.II-III-NTC)

ST = coefficiente amplificazione topografica (vedi Tab.3.2.VI- NTC)

Per le varie categorie di sottosuolo i coefficienti SS e CC possono essere calcolati, in funzione dei valori di  $F_0$  e  $T^*C$  relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella Tab. 3.3 , nelle quali  $g$  è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.



Per tener conto delle condizioni topografiche si utilizzano i valori del coefficiente topografico  $S_T$  riportati nella Tab. 3.2.VI (NTC), in funzione delle categorie topografiche precedentemente definite in relazione dell'ubicazione dell'intervento.

Tab. 3.2.V NTC - Espressioni di  $S_s$  e di  $C_c$

Categoria sottosuolo	$S_s$	$C_c$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Tab. 3.2.VI NTC - 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

### 5.5 vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale VN è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale dei diversi tipi di opere è quella riportata nella Tab. 2.4.I (NTC).

Tabella 2.4.I – Vita nominale VN per diversi tipi di opere

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva <sup>1</sup>	$\leq 10$
2	Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	$\geq 50$
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

Sulla base dei dati di progetto  $V_n \geq 50$  anni.

### 5.6 classi d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I:	Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli
Classe II:	Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi 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 d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.
Classe III:	Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.
Classe IV:	Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n.6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Sulla base dei dati di progetto la tipologia ricade nella classe d'uso 2.

*Intervalli di valori attribuiti a  $V_R$  al variare di  $V_N$  e  $C_U$*

VITA NOMINALE $V_N$	VALORI DI $V_R$			
	CLASSE D'USO			
	I	II	III	IV
$\leq 10$	35	35	35	35
$\geq 50$	$\geq 35$	$\geq 50$	$\geq 75$	$\geq 100$
$\geq 100$	$\geq 70$	$\geq 100$	$\geq 150$	$\geq 200$

**Tabella C8.1 Periodo di riferimento dell'azione sismica  $V_R = V_N C_U$  (anni)**

TIPI DI COSTRUZIONE	$V_N$	Classe d'uso →			
		I	II	III	IV
		Coeff. $C_U$ →			
		0,70	1,00	1,50	2,00
Opere provvisorie – Opere provvisionali - Strutture in fase costruttiva	10	35	35	35	35
Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale	50	35	50	75	100
Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	100	70	100	150	200

Facendo riferimento alla Dgr. n.1384/2003 "Ordinanza n. 3274/2003. Articolo 2, comma 4. Rischio sismico. Approvazione elenco edifici di interesse strategico e delle

opere infrastrutturali e del Programma temporale delle verifiche" il fabbricato in progetto (chiesa) ricade nella classe d'uso III.

***Tratto da Dgr. n.1384/2003***

ELENCO B

**Categorie di edifici e di opere infrastrutturali di competenza regionale che possono assumere rilevanza in relazione alle conseguenze di un eventuale collasso.**

○ *Edifici aperti al culto non rientranti tra quelli di cui all'allegato 1, elenco B, punto 1.3 del Decreto del Capo del Dipartimento della Protezione Civile, n° 3685 del 21.10.2003*

Nel caso in esame l'interpolazione dei dati consente di definire  $VR = 75$  anni.

**5.7 calcolo dei parametri sismici**

Il calcolo dei parametri sismici si basa sui dati generali di cui ai precedenti paragrafi e utilizza il software di calcolo gratuito e online messo a disposizione dalla società GEOSTRU. Di seguito si riporta la maschera finale di calcolo, nella quale sono contenuti i valori caratteristici di  $a_g$ ,  $F_o$  e  $T \times C$  nonché i valori dei coefficienti  $kh$ ,  $kv$ ,  $A_{max}$  e  $Beta$  per l'area di sedime.

Stato Limite	Tr [anni]	$a_0$ [g]	Fo	To <sup>*</sup> [s]
Operatività (SLO)	45	0,033	2,515	0,197
Danno (SLD)	75	0,044	2,571	0,226
Salvaguardia vita (SLV)	712	0,147	2,455	0,293
Prevenzione collasso (SLC)	1462	0,197	2,479	0,308
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	75			

Calcolo dei coefficienti sismici

Muri di sostegno  Paratie

Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m)

us (m)

Categoria sottosuolo

Categoria topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
Ss *				
Amplificazione stratigrafica	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
Cc *	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>	<input type="text" value="1,00"/>
Coeff. funz categoria				
St *				
Amplificazione topografica	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>	<input type="text" value="1,20"/>
<input type="checkbox"/> Personalizza acc.ne massima attesa al sito [m/s <sup>2</sup> ]				<input type="text" value="0,6"/>

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,008	0,010	0,047	0,064
kv	0,004	0,005	0,024	0,032
Amax [m/s <sup>2</sup> ]	0,387	0,515	1,725	2,324
Beta	0,200	0,200	0,270	0,270

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

## Parametri sismici

Tipo di elaborazione: Stabilità dei pendii e fondazioni

Sito in esame.

latitudine: 44,112631  
 longitudine: 8,163567  
 Classe: 3  
 Vita nominale: 50

Siti di riferimento

Sito 1	ID: 18016	Lat: 44,1132	Lon: 8,1267	Distanza: 2943,541
Sito 2	ID: 18017	Lat: 44,1163	Lon: 8,1962	Distanza: 2635,959
Sito 3	ID: 18239	Lat: 44,0664	Lon: 8,2005	Distanza: 5925,423
Sito 4	ID: 18238	Lat: 44,0633	Lon: 8,1311	Distanza: 6066,536

Parametri sismici

Categoria sottosuolo: A  
 Categoria topografica: T3  
 Periodo di riferimento: 75anni  
 Coefficiente cu: 1,5

Operatività (SLO):

Probabilità di superamento: 81 %  
 Tr: 45 [anni]  
 ag: 0,033 g  
 Fo: 2,515

Tc*:	0,197	[s]
Danno (SLD):		
Probabilità di superamento:	63	%
Tr:	75	[anni]
ag:	0,044	g
Fo:	2,571	
Tc*:	0,226	[s]
Salvaguardia della vita (SLV):		
Probabilità di superamento:	10	%
Tr:	712	[anni]
ag:	0,147	g
Fo:	2,455	
Tc*:	0,293	[s]
Prevenzione dal collasso (SLC):		
Probabilità di superamento:	5	%
Tr:	1462	[anni]
ag:	0,197	g
Fo:	2,479	
Tc*:	0,308	[s]

#### Coefficienti Sismici

SLO:	
Ss:	1,000
Cc:	1,000
St:	1,200
Kh:	0,008
Kv:	0,004
Amax:	0,387
Beta:	0,200
SLD:	
Ss:	1,000
Cc:	1,000
St:	1,200
Kh:	0,010
Kv:	0,005
Amax:	0,515
Beta:	0,200
SLV:	
Ss:	1,000
Cc:	1,000
St:	1,200
Kh:	0,047
Kv:	0,024
Amax:	1,725
Beta:	0,270
SLC:	
Ss:	1,000
Cc:	1,000
St:	1,200
Kh:	0,064
Kv:	0,032
Amax:	2,324
Beta:	0,270

Le coordinate espresse in questo file sono in ED50

**Spettro di risposta elastico in accelerazione**

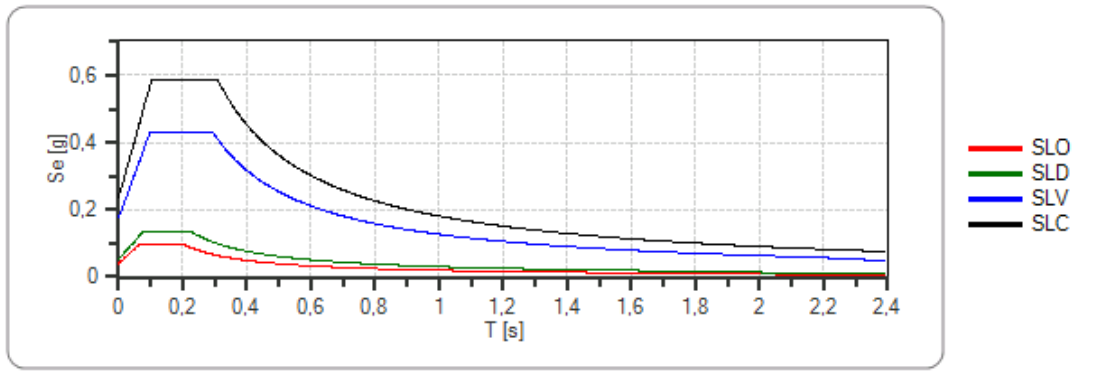
Coefficiente di smorzamento viscoso  $\xi$

5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico  $\eta = [(10/5+\xi)]^{(1/2)}$

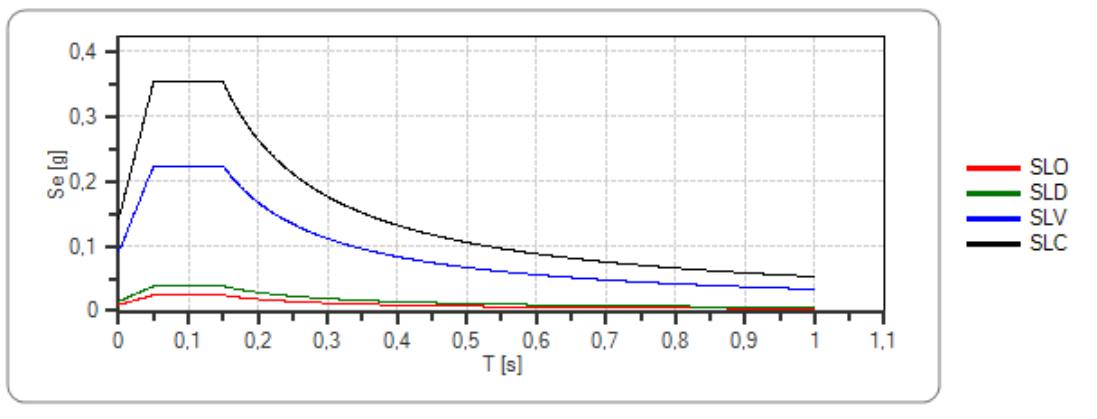
1,000

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali**

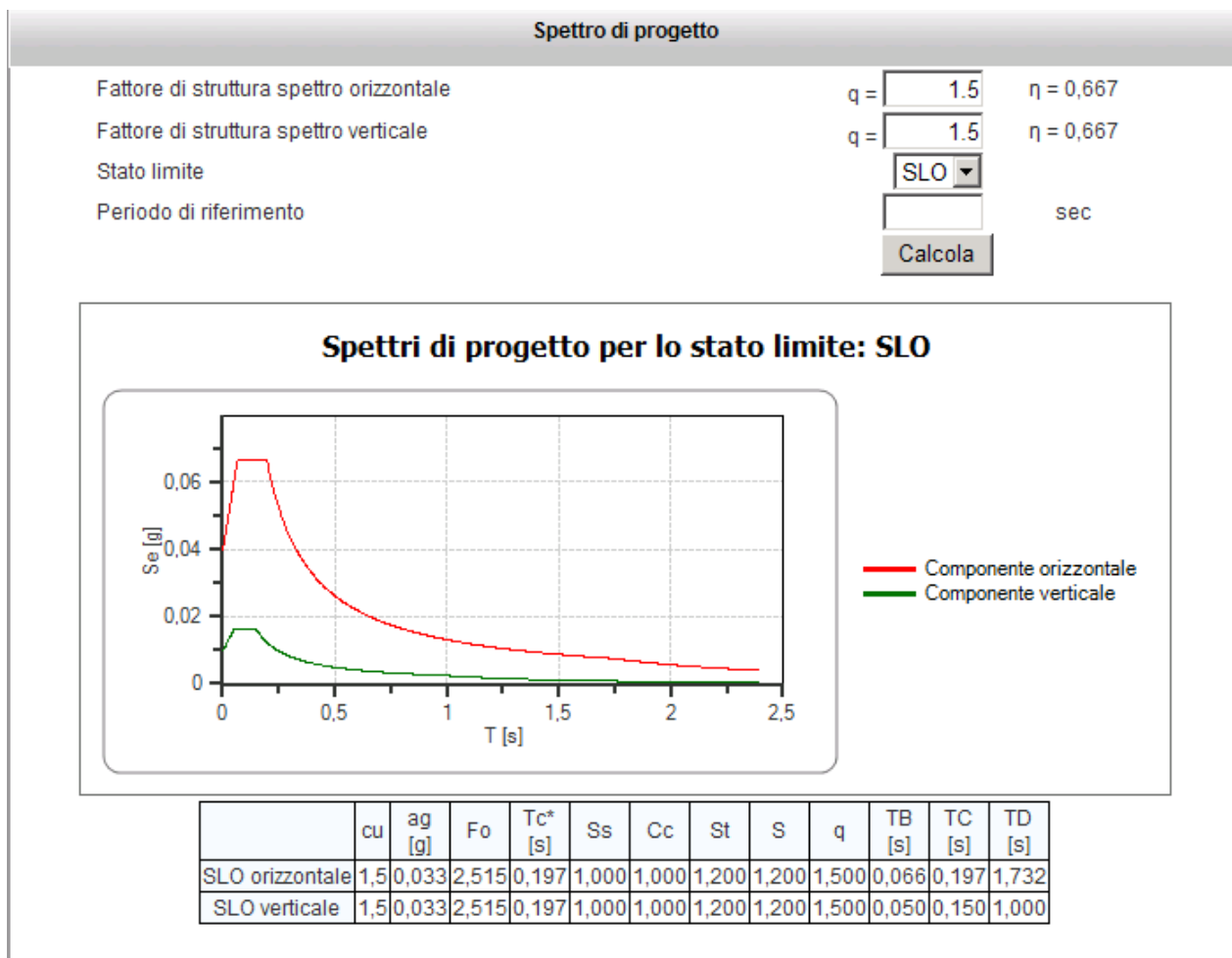


	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	s	$\eta$	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,033	2,515	0,197	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,066	0,197	1,732
SLD	1,5	0,044	2,571	0,226	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,075	0,226	1,775
SLV	1,5	0,147	2,455	0,293	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,098	0,293	2,186
SLC	1,5	0,197	2,479	0,308	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,103	0,308	2,390

**Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali**



	cu	ag [g]	Fo	Tc* [s]	Ss	Cc	St	s	$\eta$	TB [s]	TC [s]	TD [s]
SLO	1,5	0,033	2,515	0,197	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLD	1,5	0,044	2,571	0,226	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLV	1,5	0,147	2,455	0,293	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000
SLC	1,5	0,197	2,479	0,308	1,000	1,000	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000



### **5.8 classificazione sismica regione Liguria**

Le aree di intervento ricadono nel comune di Albenga che, ai sensi della DGR 530/2003, risulta inserito nella Classe Sismica 3 (p.g.a. = 0.15).

## **6. CONFORMITA' AL PIANO DI BACINO**

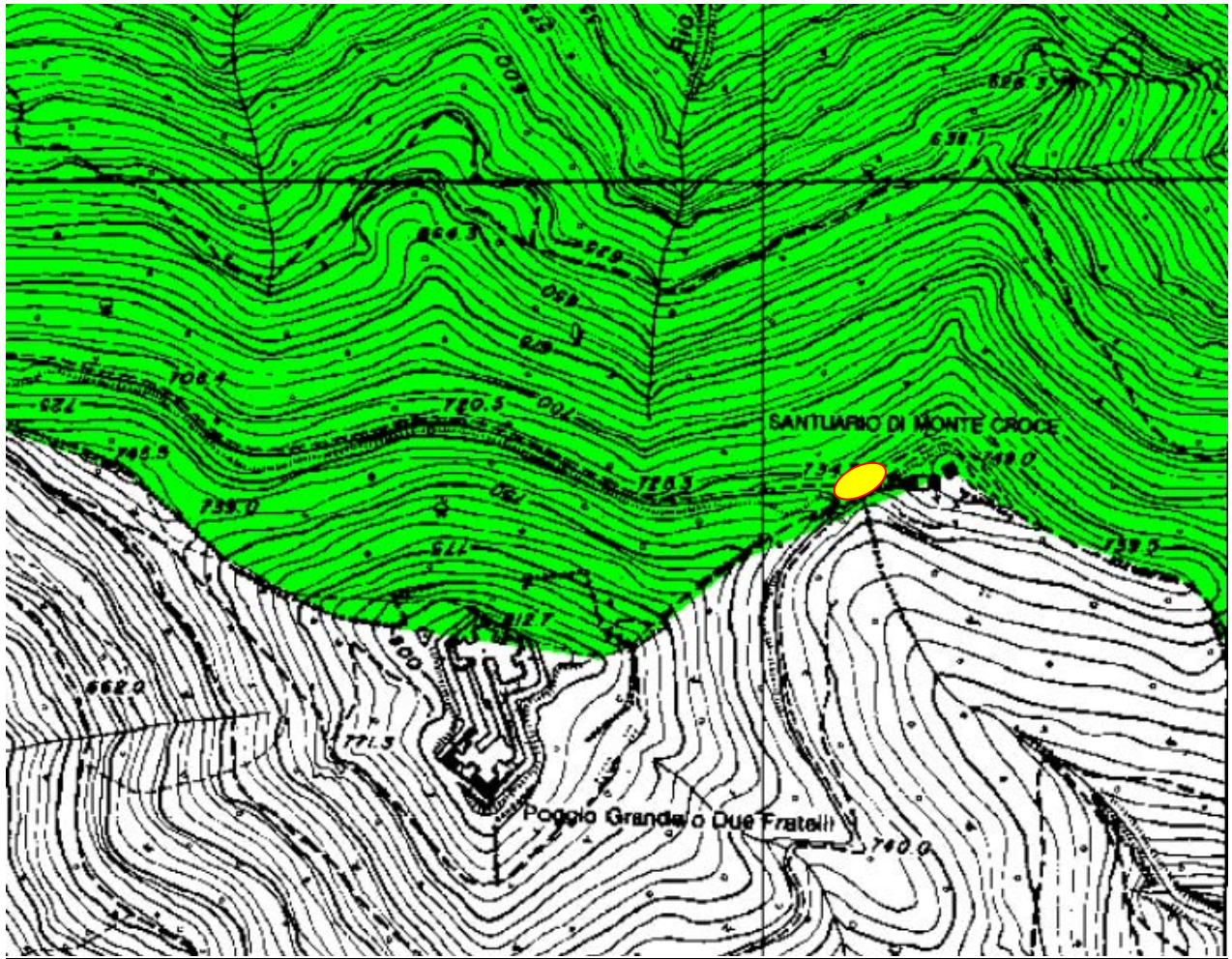
A seguito di esame della cartografia del Piano di Bacino per la Tutela dal Rischio Idrogeologico nei bacini idrografici della Provincia di Savona scolanti nel Mar Tirreno, redatto ai sensi dell'art.1 comma 1 del D.L. 180/98, approvato dalla Provincia di Savona con D.C.P. n°47 del 25/11/03 ed aggiornato con D.C.P. n° 17 del 29/03/04, si rileva quanto segue. I Bacini interessati sono per la CSDV quello del Torrente Varatella e per il reticolo idrografico T. Varatella e Carenda. Nella Carta di Suscettività al Dissesto l'area di progetto ricade nella categoria PG2 "area a suscettività bassa".

Per quanto attiene alle distanze dei corsi d'acqua dovrà essere verificato che venga rispettata una distanza di almeno 10 m dal confine "demaniale" del Rio del Palai (B. Carenda) avente nel contesto considerato di tipo "apicale" bacino imbrifero minore di 0,1 Kmq.

CARTA DELLA CSDV

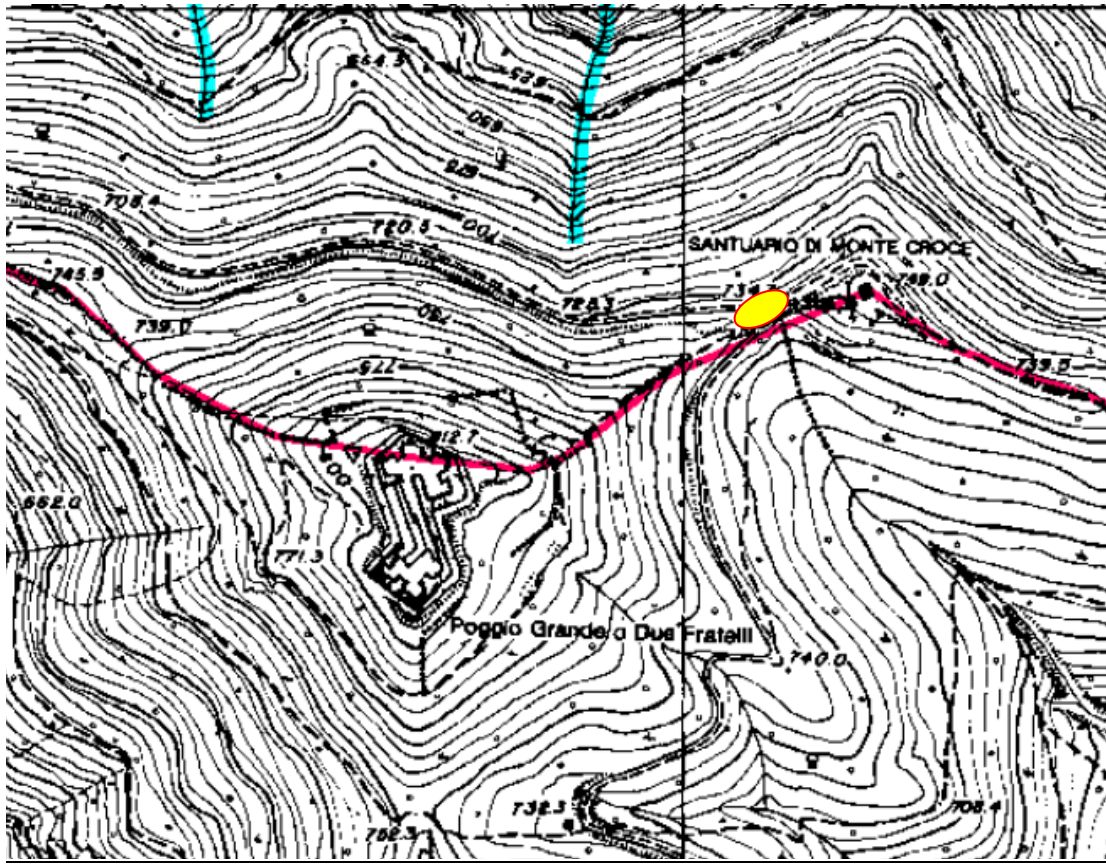
Piano di Bacino del T. Varatella



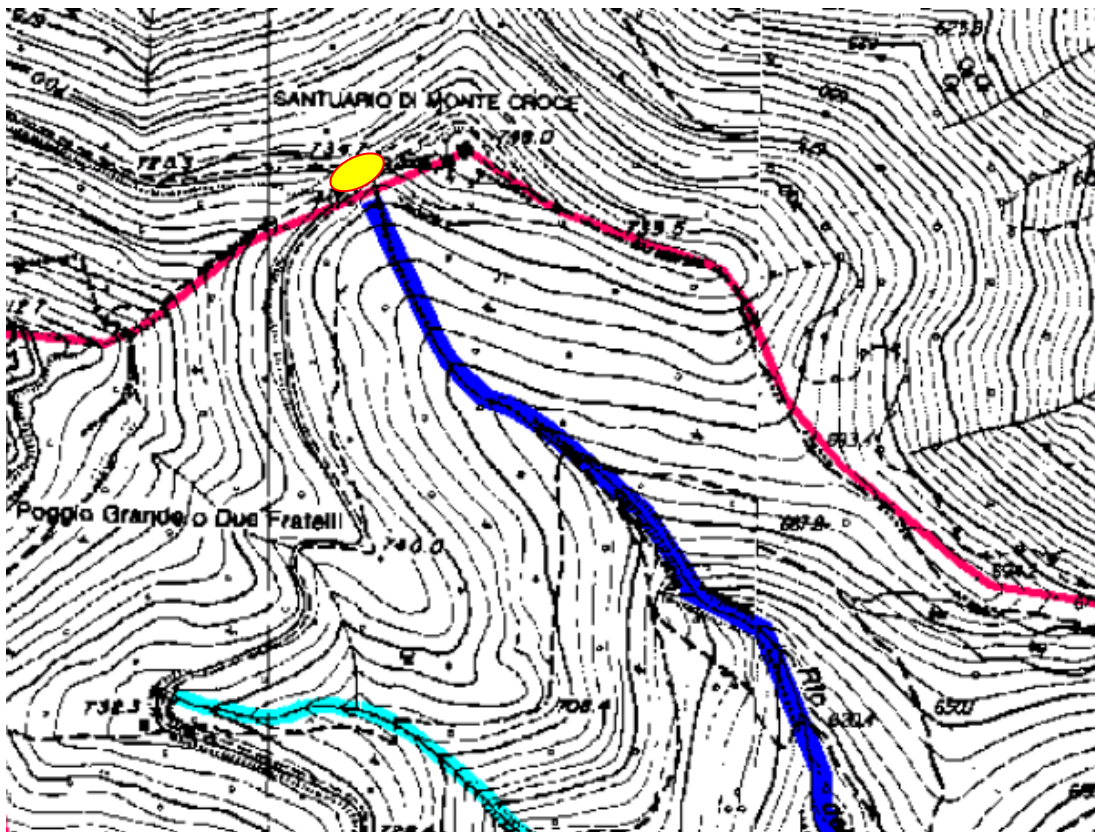


CARTA DEL RETICOLO IDROGRAFICO

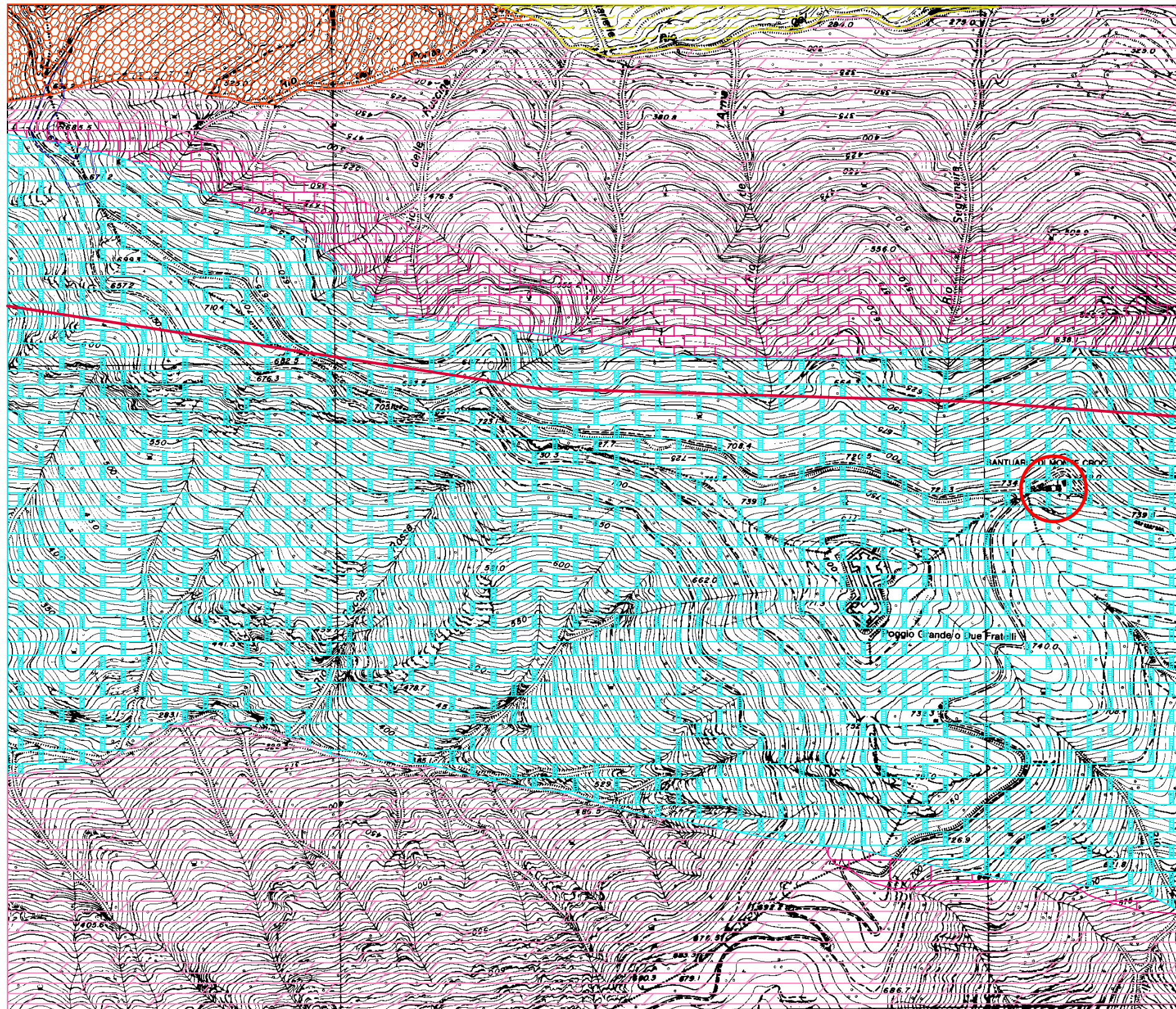
Piano di Bacino del T. Varatella










Piano di Bacino del T. Careda



**CARTOGRAFIA  
GEOLOGICA E GEOTECNICA**



LEGENDA:

-  FORMAZIONE DI CAPRAUNA: scisti calcarei e calcareo arenacei, scisti filladici grigio scuri, calcari scistosi chiari
-  CALCARI DI ROCCA LIVERNA': calcari grigi e nerastri spongoliti, con o senza liste di selce;
-  CALCARI DI VERAVO: calcari e calcari marnosi grigio scuri, calcari a lumachelle e coralli, peliti e dolomie a patina olivastro
-  DOLOMIE DI M.TE ARENA: dolomie cristalline chiare, con rare intercalazioni pelitiche
-  FORMAZIONE DI ROCCA PRIONE: breccie dolomitiche vacuolari a matrice pelitica e cemento vacuolare
-  Faglia
-  Ubicazione dell'intervento

Studio Geologia Tecnica Dott.Geol.Flavio Saggiotto - Via Chiazziari 41 - 17027 Pietra L. (SV)

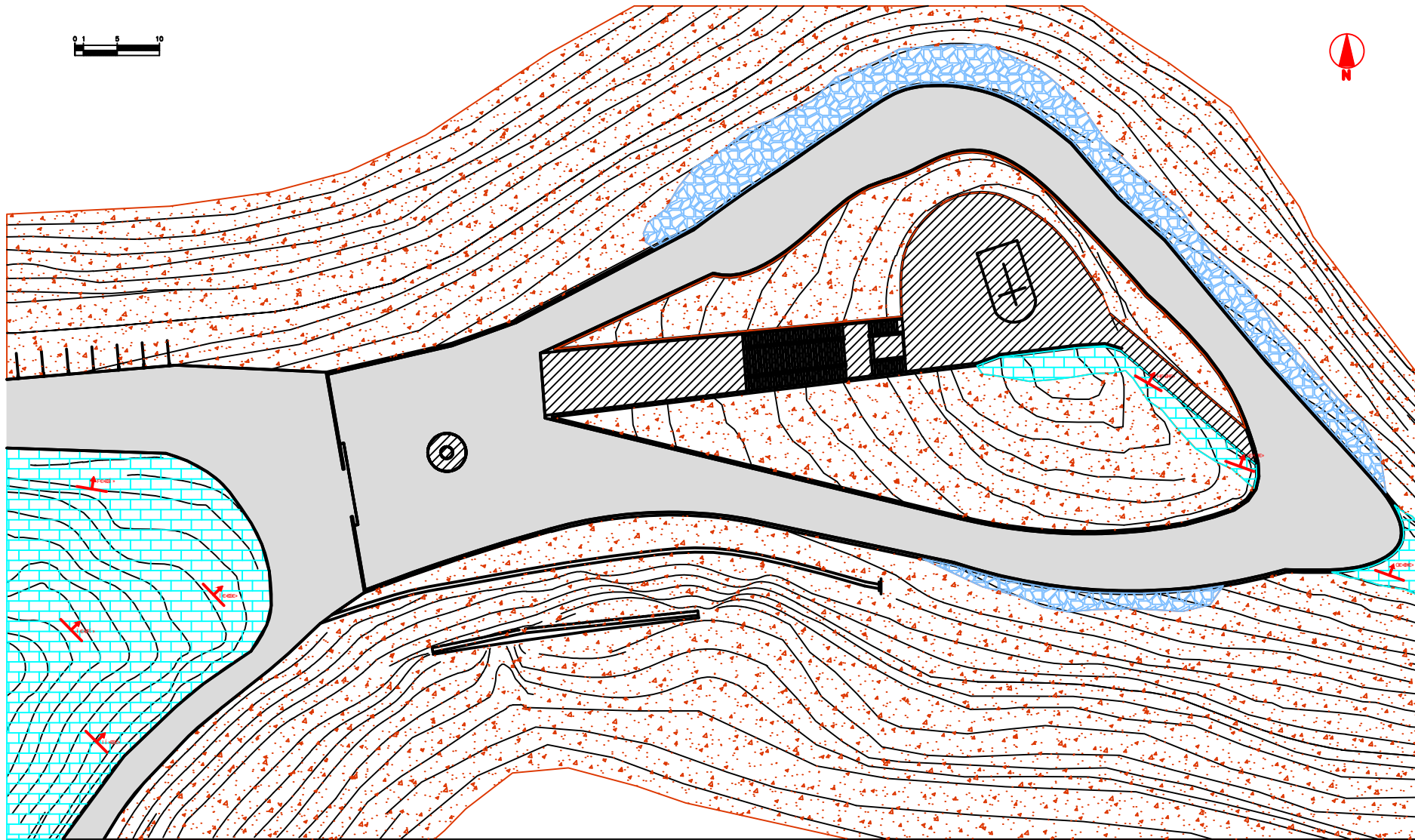
COMUNI DI: BALESTRINO  
 RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE PUBBLICO  
 IN LOCALITA' POGGIO GRANDE CON LA REALIZZAZIONE  
 DEL NUOVO SANTUARIO DI MONTECROCE

Richiedente: Parrocchia di S.Andrea di Balestrino






oggetto: **CARTA GEOLOGICA**

Tav. **1**

Scala: 1:5000



**LEGENDA:**

- 
**CALCARI DI ROCCA LIVERNA:** calcari grigi e nerastri ben stratificati a livelletti decimetrici con selce dispersa, spongolitic, livelli di marne a patina rossastra d'alterazione e subordinate alternanze di biocalcareniti e breccie interformazionali
  - Peso di Volume = 25 - 27 kN/m<sup>3</sup>  $\nu_m \approx \nu_k = 26$  kN/m<sup>3</sup>
  - Coesione c = 50 - 150 kN/m<sup>2</sup>  $\nu_m \approx \nu_k = 100$  kN/m<sup>2</sup>
  - $5b[c'c'X]5Hf''=bh''1''\&sl''\%s''\nu_m \approx \nu_k = ' *s$
  
- 
**COLTRE DETRITICA:** ghiaie e sabbie a matrice limoso argilloso di tipo GM-GC/SM-SC con abbondante presenza di pietrame, di natura analoga alla litologia calcarea sottostante; l'insieme si presenta piuttosto "caotico" e caratteristico dei terreni in oggetto e che sfuma nel sottostante
  - Peso di Volume = 17 -19 kN/m<sup>3</sup>  $\nu_m \approx \nu_k = 18$  kN/m<sup>3</sup>
  - Coesione c = 20 - 50 kN/m<sup>2</sup>  $\nu_m \approx \nu_k = 30$  kN/m<sup>2</sup>
  - $5b[c'c'X]5Hf''=bh''1''\&sl''\%s''\nu_m \approx \nu_k = ' s$
  
- 
**Materiale detritico di riporto di grandi dimensioni**
  
- 
**Aree occupate da fabbricati e strade**
  
- 
**Giacitura del piano di stratificazione (S<sub>0</sub>)**

Studio Geologia Tecnica Dott.Geol.Flavio Saglietto – Via Chiazzari 41 – 17027 Pietra L. (SV)

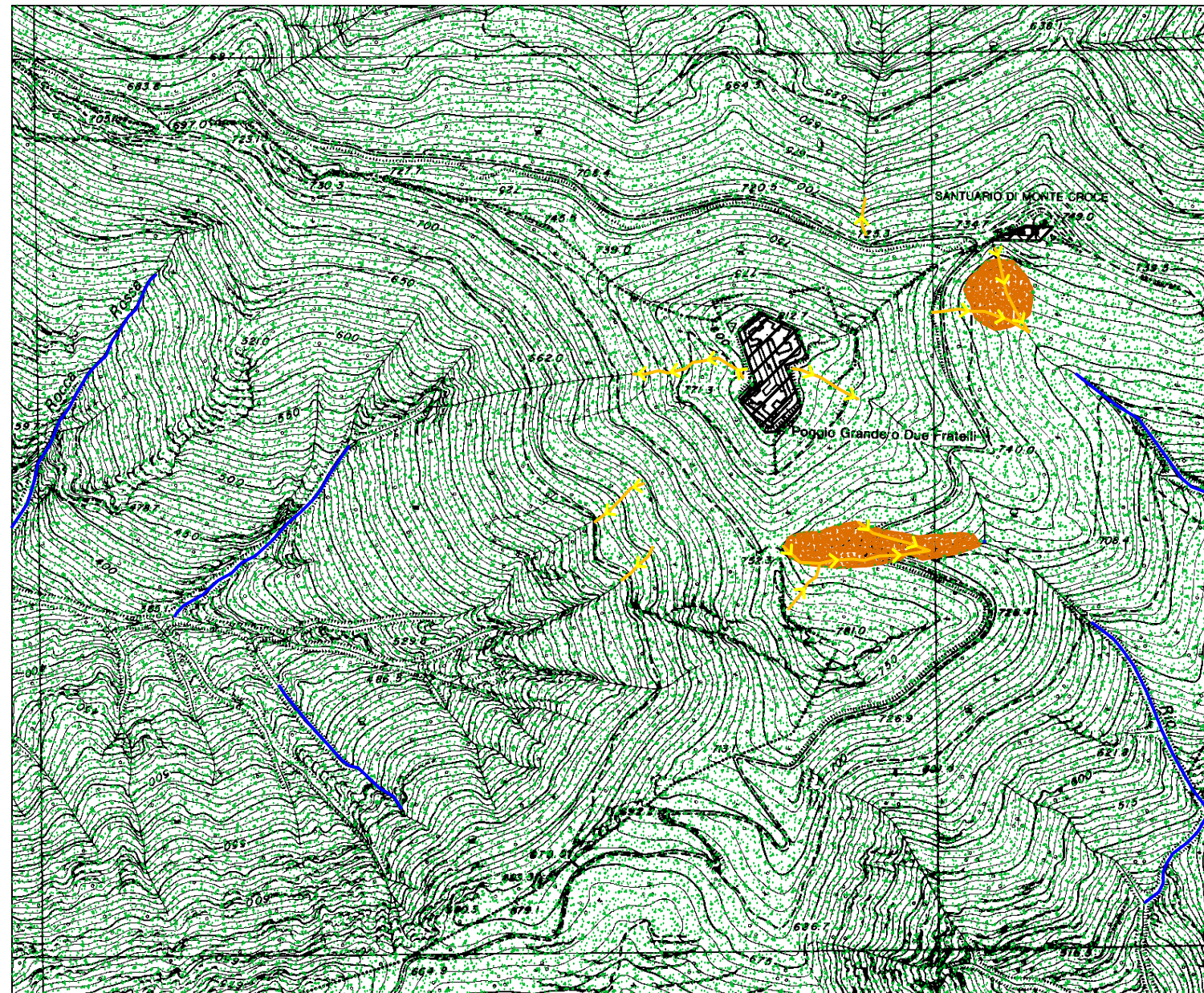
COMUNI DI: BALESTRINO  
 RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE PUBBLICO  
 IN LOCALITA' POGGIO GRANDE CON LA REALIZZAZIONE  
 DEL NUOVO SANTUARIO DI MONTECROCE

Richiedente: Parrocchia di S.Andrea di Balestrino

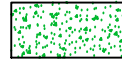




oggetto: **CARTA GEOLOGICO-GEOTECNICA DI DETTAGLIO**

Tav. **5**

Scala: 1:500



## LEGENDA:

-  Roccia affiorante e sub affiorante in buone condizioni di conservazione, coltri sottili (comprese tra 1 e 3 mt.)
-  Coltri potenti (spessore maggiore di 3 mt.)
-  Fabbricati
-  Erosione concentrata di fondo
-  Solchi di erosione

Studio Geologia Tecnica Dott.Geol.Flavio Sagnetto – Via Chiazzari 41 – 17027 Pietra L. (SV)

COMUNI DI: BALESTRINO

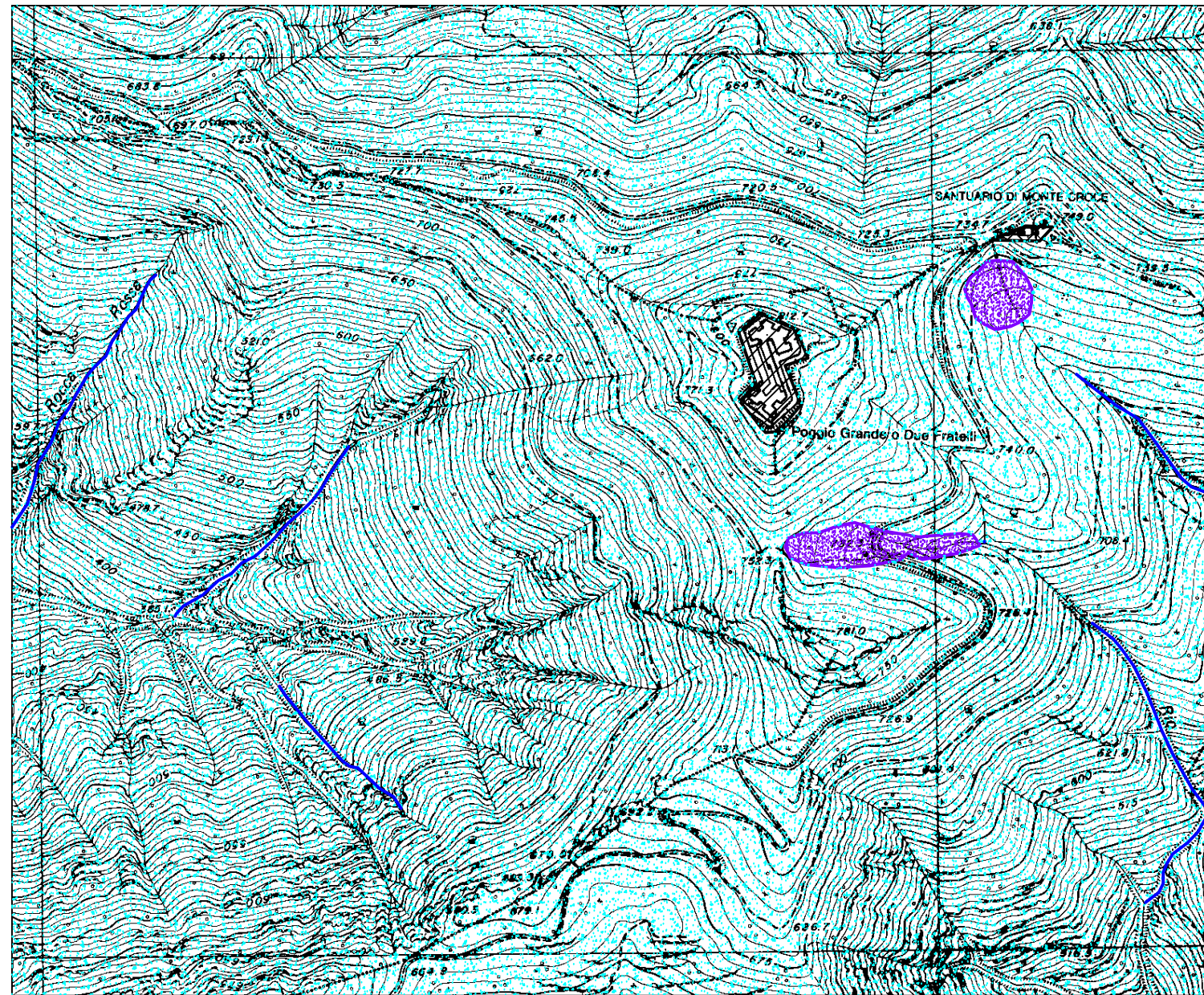
RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE PUBBLICO  
IN LOCALITA' POGGIO GRANDE CON LA REALIZZAZIONE  
DEL NUOVO SANTUARIO DI MONTECROCE

Richiedente: Parrocchia di S.Andrea di Balestrino

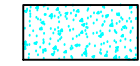
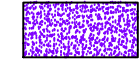
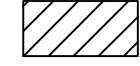

oggetto: **CARTA GEOMORFOLOGICA**

Tav. **2**

Scala: 1:5000



### LEGENDA:

-  Terreni dotati di scarsa permeabilità mediante fenomeni di carsismo e/o fratturazione.
-  Terreni dotati di buona permeabilità.
-  Fabbricati (impermeabili)
-  Alveo inciso

Studio Geologia Tecnica Dott.Geol.Flavio Saggiotto – Via Chiazzari 41 – 17027 Pietra L. (SV)

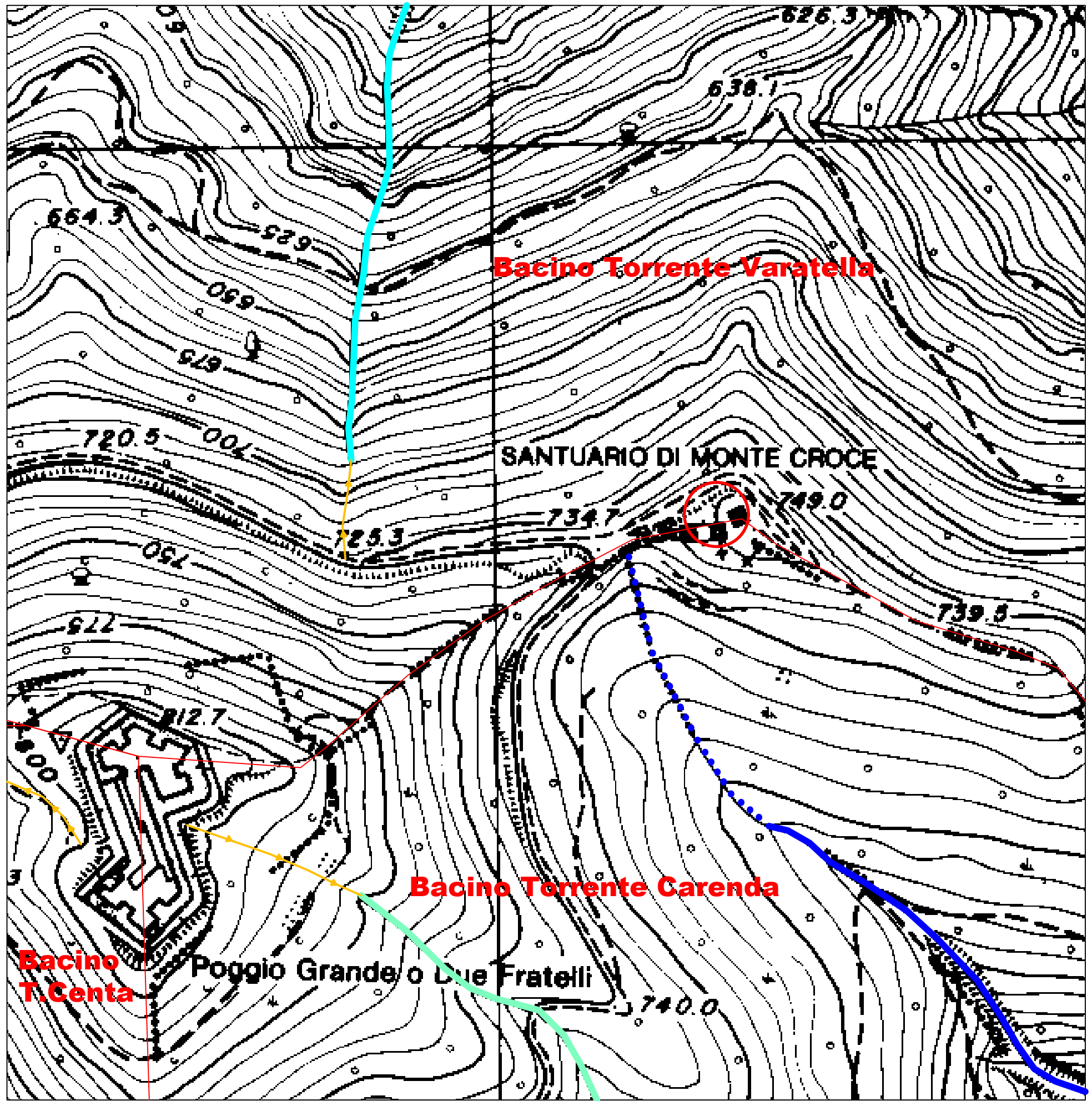
COMUNI DI: BALESTRINO  
 RIQUALIFICAZIONE DELL'AREA DI INTERESSE PUBBLICO  
 IN LOCALITA' POGGIO GRANDE CON LA REALIZZAZIONE  
 DEL NUOVO SANTUARIO DI MONTECROCE

Richiedente: Parrocchia di S.Andrea di Balestrino






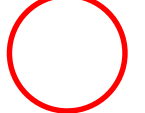
oggetto: **CARTA IDROGEOLOGICA**

Tav. **3**

Scala: 1:5000



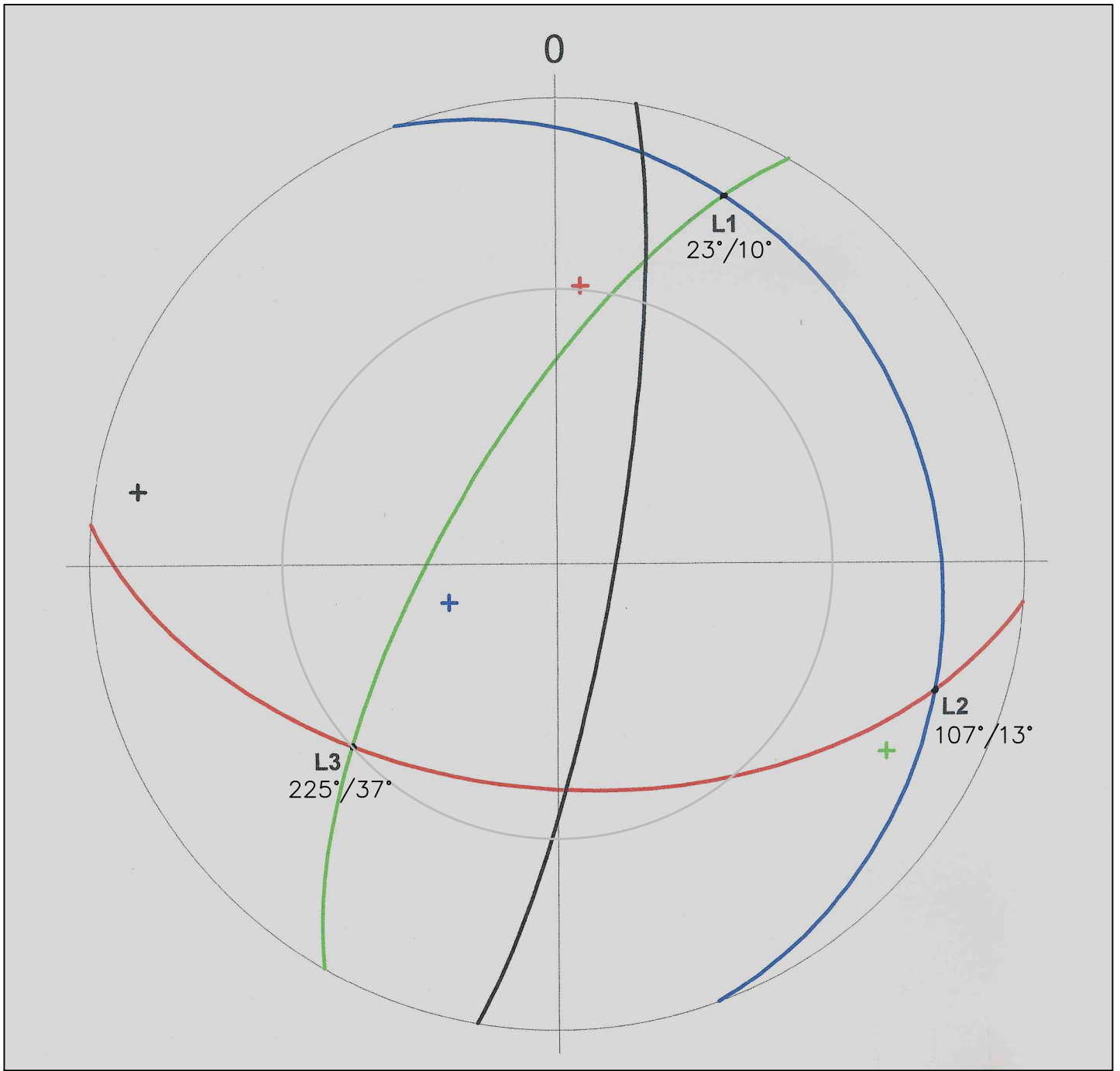
# CARTA IDROGRAFIA SUPERFICIALE

- 
 Corsi d'acqua iscritti nell'elenco delle acque pubbliche della Provincia di Savona  
 (Fonte: D.R. 11/07/41 e D.P.R. 30/06/54)
- 
 Corsi d'acqua demaniali  
 (Fonte: Regione Liguria - Cartografia catastale 1:5000)
- 
 Lineazioni morfologiche costituenti il reticolo idrografico embrionale
- 
 Solchi di erosione
- 
 Limiti di Bacino
- 
 Ubicazione dell'intervento



# MARKLAND TEST

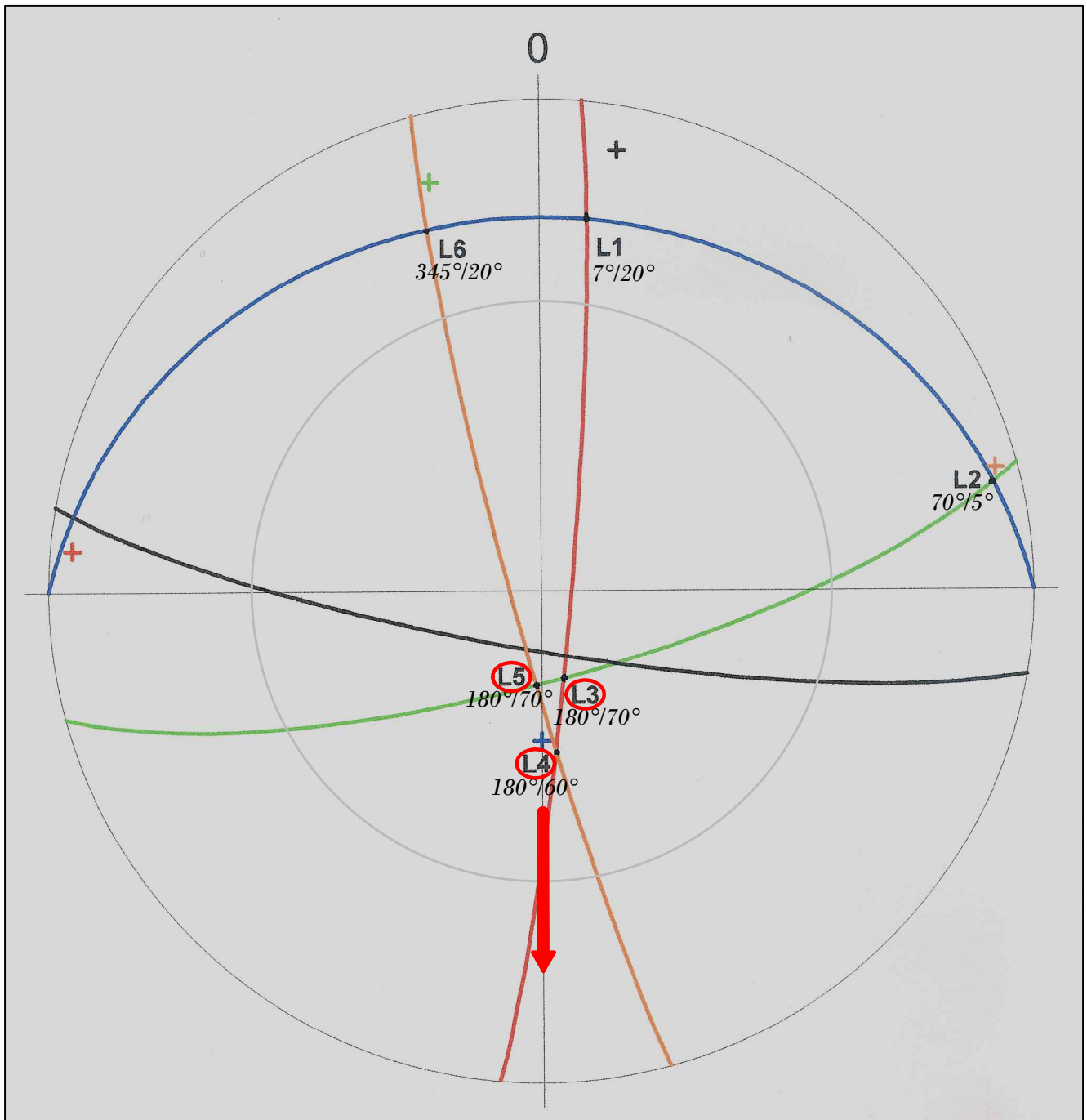
# MARKLAND TEST N°1 (Fronte W)



## LEGENDA

- angolo di attrito interno dell'ammasso - 37°*
  - traccia ciclografica del fronte di sbancamento - 100°/80°*
  - traccia ciclografica discontinuità n° 1 (stratificazione) - 70°/20°*
  - traccia ciclografica discontinuità n° 2 (frattura) - 300°/70°*
  - traccia ciclografica discontinuità n° 3 (frattura) - 185°/50°*
- L1 - L2 - L3* *linee d'intersezione tra i piani di discontinuità*

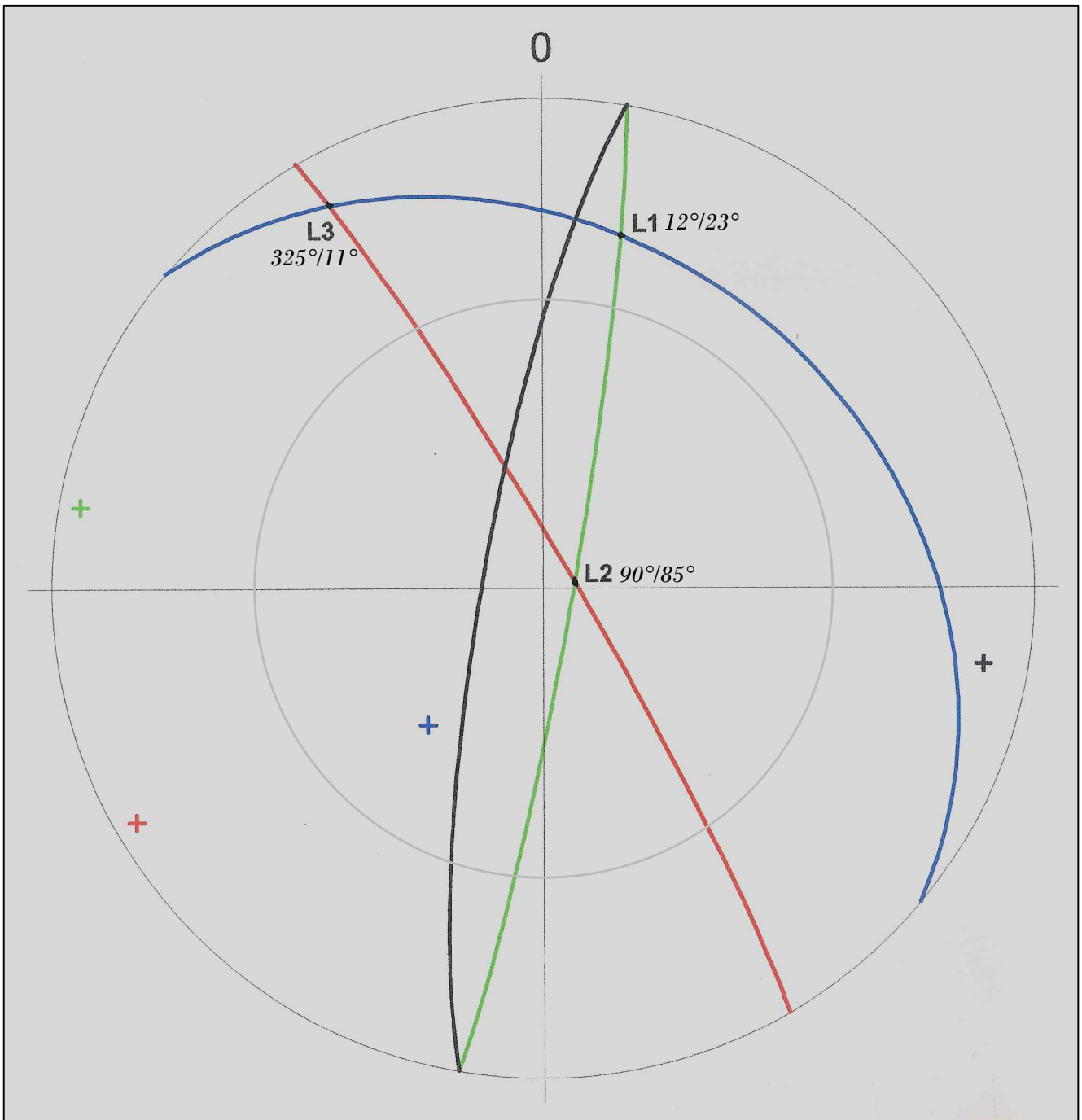
# MARKLAND TEST N°2 (Fronte N)



## LEGENDA

- angolo di attrito interno dell'ammasso -  $37^\circ$
- traccia ciclografica del fronte di sbancamento -  $190^\circ/80^\circ$
- traccia ciclografica discontinuità n° 1 (stratificazione) -  $0^\circ/25^\circ$
- traccia ciclografica discontinuità n° 2 (frattura) -  $95^\circ/85^\circ$
- traccia ciclografica discontinuità n° 3 (frattura) -  $165^\circ/75^\circ$
- traccia ciclografica discontinuità n° 4 (frattura) -  $255^\circ/85^\circ$
- L1 - L2 - L3 linee d'intersezione tra i piani di discontinuità
- L4 - L5 - L6
- ➔ direzione di potenziale criticità per scivolamento a cuneo

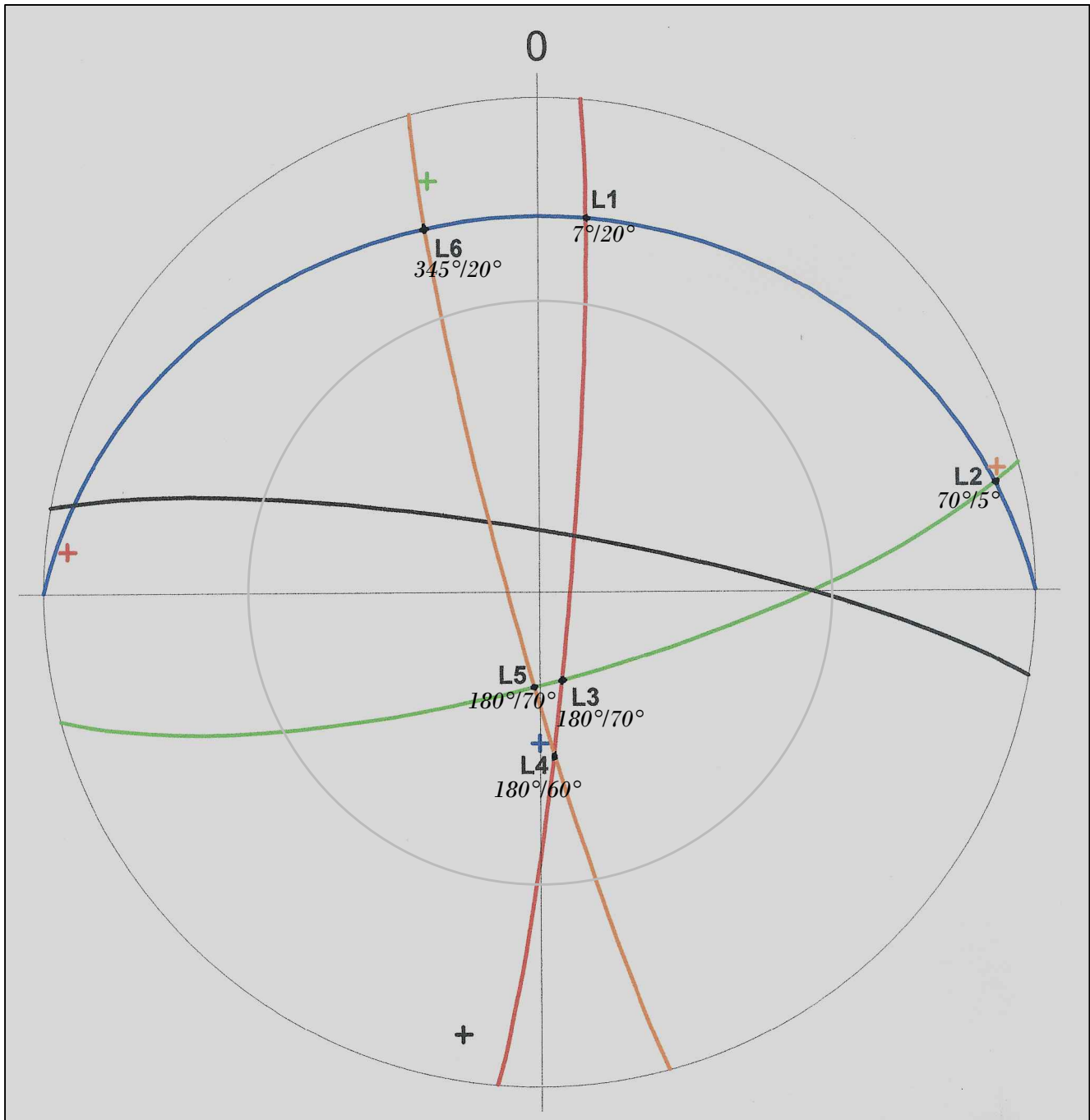
# MARKLAND TEST N°3 (Fronte E)



## LEGENDA

- angolo di attrito interno dell'ammasso - 37°*
- traccia ciclografica del fronte di sbancamento - 280°/80°*
- traccia ciclografica discontinuità n° 1 (stratificazione) - 40°/30°*
- traccia ciclografica discontinuità n° 2 (frattura) - 100°/85°*
- traccia ciclografica discontinuità n° 3 (frattura) - 60°/85°*
- L1 - L2 - L3* *linee d'intersezione tra i piani di discontinuità*

# MARKLAND TEST N°4 (Strada)



## LEGENDA

- *angolo di attrito interno dell'ammasso - 37°*
- *traccia ciclografica del fronte di sbancamento - 10°/80°*
- *traccia ciclografica discontinuità n° 1 (stratificazione) - 0°/25°*
- *traccia ciclografica discontinuità n° 2 (frattura) - 95°/85°*
- *traccia ciclografica discontinuità n° 3 (frattura) - 165°/75°*
- *traccia ciclografica discontinuità n° 4 (frattura) - 255°/85°*

L1 - L2 - L3  
L4 - L5 - L6

*linee d'intersezione tra i piani di discontinuità*

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
SONDAGGI GEOGNOSTICI**



FOTO 1 – Vista generale dell' area di sedime



FOTO 2 – Ubicazione sondaggio S1



FOTO 3 – Ubicazione sondaggio S2



FOTO 4 – Ubicazione sondaggio S3







FOTO 5 – Sondaggio S1 (0-15 mt)

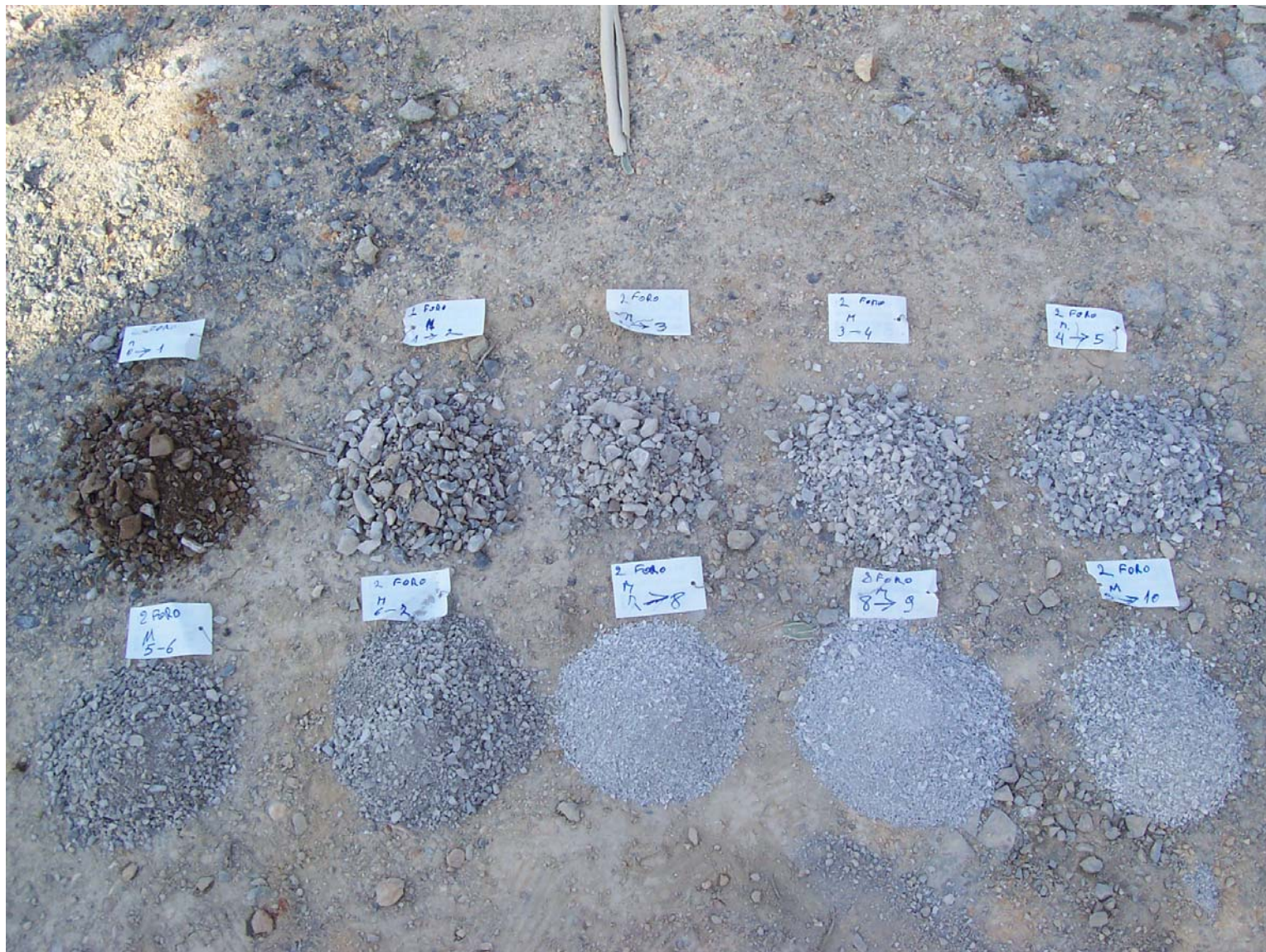


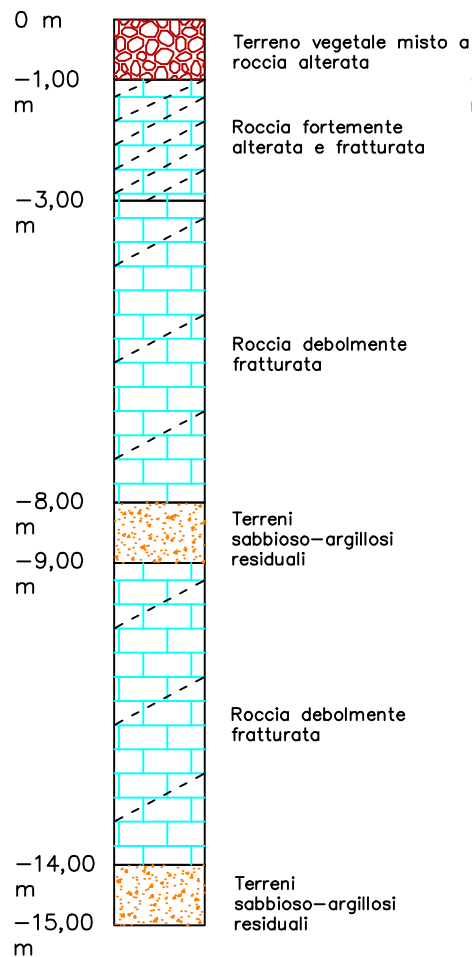
FOTO 6 – Sondaggio S2 (0-10 mt)



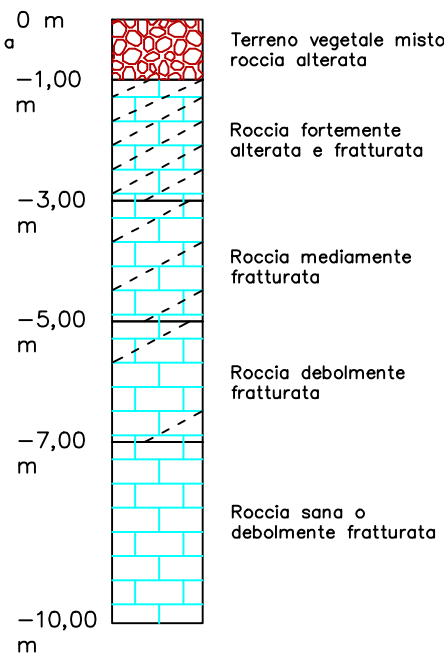
FOTO 7 – Sondaggio S3 (0-15 mt)

# Colonnine stratigrafiche sondaggi geognostici

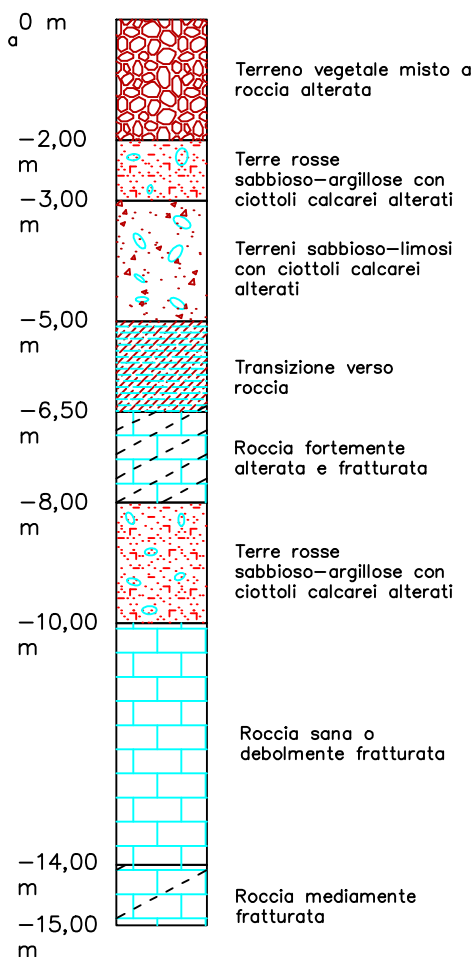
S1



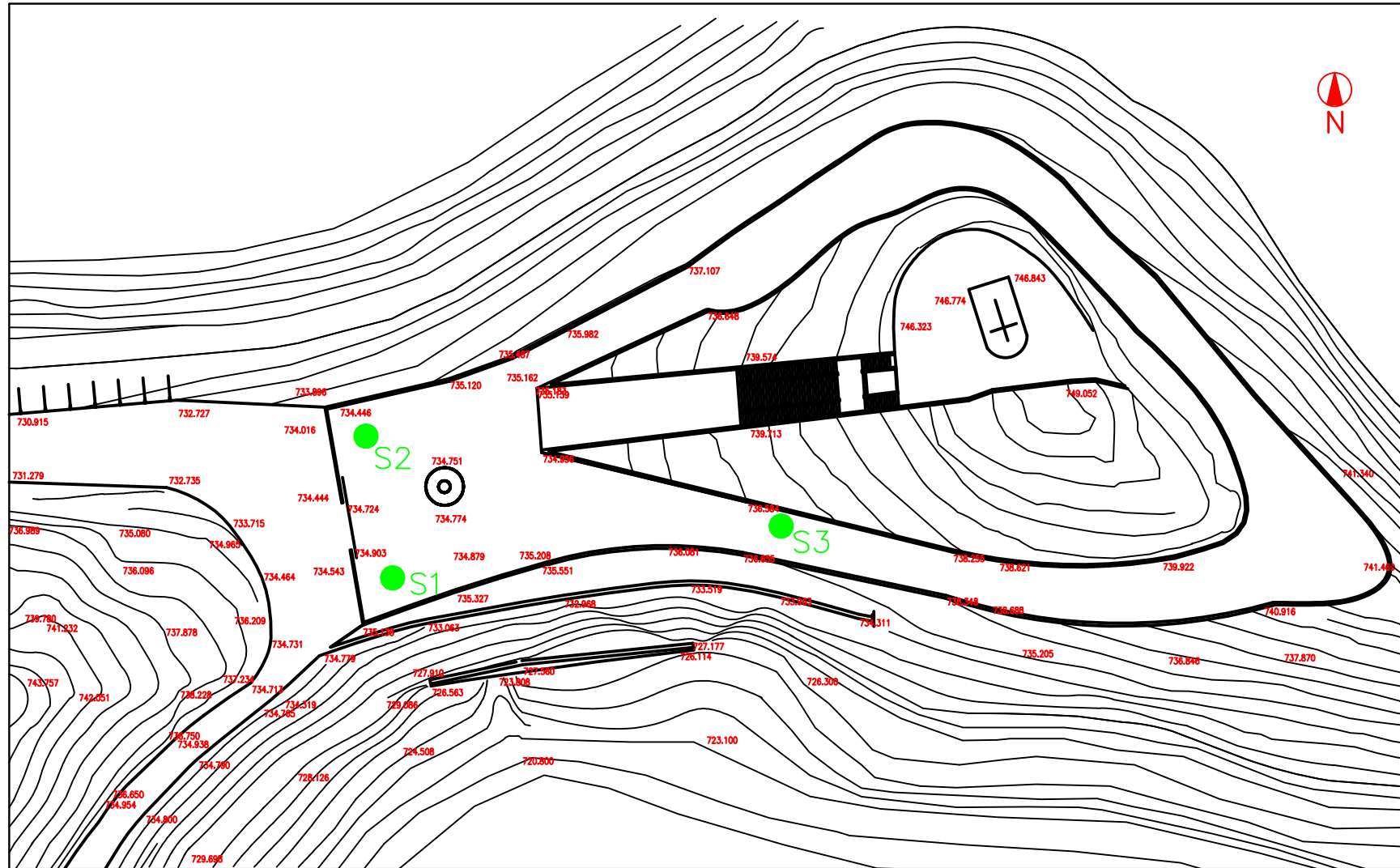
S2



S3



# PLANIMETRIA UBICAZIONE SONDAGGI GEOGNOSTICI



● S1 Sondaggio mediante perforazione a rotoperussione

**DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA  
RILIEVO GEOLOGICO-GEOMECCANICO**



FOTO 1 – Affioramento substrato calcareo



FOTO 2 – Affioramento substrato calcareo





FOTO 3 – Affioramento substrato calcareo



FOTO 4 – Coltre detritica superficiale sottile



FOTO 5 – Materiale detritico grossolano