

## INDICE

1. Inquadramento	pag. 3
2. Introduzione	pag. 3
3. Inquadramento geologico	pag. 3
4. Finalità	pag. 4
5. Aspetti sismici e categoria del sottosuolo	pag. 5
6. Valutazione potenziale di liquefazione	pag. 6
7. Orientamenti geotecnici	pag. 6
8. Conclusioni	pag. 7

## ALLEGATI

1. Carta corografica in scala 1:15.000	pag. 8
2. Carta Geologica della Regione Emilia-Romagna in scala 1:5.000	pag. 8
3. Particolari planimetrici	pag. 9
4. Sezioni geologiche Zona 1 e Zona 2	pag. 10
5. Parametri sismici	pag. 11 e 12

## **1) INQUADRAMENTO**

L'area oggetto di questo studio ricade nella seguente Cartografia Tecnica della Regione Emilia-Romagna:

1. Tavola n. 266 SO "Alfero" in scala 1:25.000;
2. Sezione CTR n. 266100 "Quarto" in scala 1:10.000;
3. Elemento CTR n. 266103 "Monteriolo";
4. NCT Comune di Verghereto, F. 10, mappali nn. 21, 24, 25 e 26.

L'area è delimitata dal Torrente Para a nord e ad est, dal crinale secondario che lo separa dal Rio Mazzi ad ovest e da un versante monoclinale a sud che immerge verso nord est; si pone a quote compresa circa tra 563 e 586 metri, mentre raggiunge i 627 al culmine della rupe di Corneto, poco più a sud.

## **2) INTRODUZIONE**

La presente Relazione Geologica e Geotecnica è parte integrante del progetto ed è stata redatta come indicato nelle Norme Tecniche per le Costruzioni del 14/01/2008. Questa è necessaria per la caratterizzazione geologica del sito e geotecnica del sottosuolo e stabilisce quali parametri dei terreni utilizzare per la progettazione strutturale, in particolare per la progettazione delle reti in funi d'acciaio e relative chiodature in roccia per il loro fissaggio, interventi necessari per la messa in sicurezza del traffico veicolare in transito per e da Corneto, Pereto e Tavolici, tutti nel Comune di Verghereto.

## **3) INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L'area oggetto di questo intervento si trova in località Para nel Comune di Verghereto (FC) e ricade all'interno del bacino idrografico del Torrente Para, tributario in destra idrografica del fiume Savio che si immette in corrispondenza del lago di Quarto, ad una quota compresa tra 563 e 586 metri s.l.m. al piede di una scarpata rocciosa digradante verso est. Il dissesto di origine gravitativa si è innescato a monte della strada comunale divellendo una ventina di metri lineari di protezione in rete metallica per un'altezza di circa 18 ed invadendo tutta la carreggiata di detrito roccioso, terra e massi di grandi dimensioni (alcuni metri cubi).

La stratigrafia è ben esposta lungo la scarpata e l'alveo del torrente e nei numerosi affioramenti rocciosi presenti attorno all'area del dissesto; lungo la scarpata stradale si può osservare il passaggio tra la roccia in posto, il detrito di versante ed i depositi terrazzati alluvionali, ricoperti nella parte a ridosso del versante dal suddetto detrito.

Le unità presenti verranno di seguito descritte secondo l'ordine stratigrafico, dal terreno più recente al più antico:

Frane attive (attuale), (a1):

i crolli di roccia che si sono avuti nel novembre 2012 e che hanno trascinato con loro le reti di protezione assieme alla sottile copertura di terreno e detrito al ciglio superiore della scarpata, si sono potuti sviluppare a seguito delle piogge e del conseguente ruscellamento lungo la parete, che ha causato una prevalente erosione del materiale meno resistente (le marne e la copertura di terreno ed arbusti). Questo processo ha reso aggettanti le bancate arenacee, in particolare modo lungo la parte di scarpata interessata dai dissesti di dicembre che hanno causato lo scalzamento delle reti di protezione. Si tratta di un movimento franoso superficiale, ma durante il quale i frammenti lapidei, se riescono ad acquistare velocità, saranno dotati di un'energia tale da rompere le reti; quando questo fenomeno ha trascinato con sé anche le alberature con le loro radici ed il cotico agrario, è riuscito a divellere completamente le reti.

Può essere classificato come crollo di roccia e detrito" (*rock -debris fall*) e "colata di terra" (*earth flow*).

Detrito di versante (Olocene superiore), (a3)

Morfologicamente è rappresentato dal raccordo tra il versante molto acclive ed il terrazzo alluvionale pianeggiante. Si tratta di materiale gradato grossolanamente, con frammenti lapidei a spigoli vivi immersi in matrice sabbioso pelitica nella parte bassa; in particolare, i frammenti presentano principalmente forme allungate planari (parti di strato arenaceo fratturatosi lungo la laminazione piano parallela) disposte con l'asse maggiore parallelo al versante. Man mano che ci si avvicina al piano campagna scompaiono gli inclusi arenacei e prevale il materiale fine di colore marrone che sfuma in terreno agrario negli ultimi decimetri.

Depositi alluvionali terrazzati (Olocene superiore), (b3):

Si tratta dei depositi ghiaioso, sabbioso pelitici appartenenti al T. Para. Come per i precedenti sedimenti descritti subito sopra, questo deposito è osservabile direttamente lungo il tratto con minore dislivello della scarpata da proteggere. Si tratta di circa 1 metro di ghiaie eterometriche poste direttamente sul substrato roccioso marino con contatto erosivo, a cui seguono verso l'alto sabbie sporche per qualche decimetro, quindi peliti marroni per spessori compresi tra 2 e 3 metri. Questa successione è coperta da circa 50 cm di terreno agrario.

Formazione Marnoso arenacea Romagnola, Membro di Collina (Serravalliano inferiore-superiore), (FMA5):

il substrato formazionale è rappresentato da una monotona alternanza tra arenarie, siltiti, marne, marne calcaree e sporadiche calcareniti. Si tratta di marne prevalenti e subordinate arenarie e siltiti con rapporto tra arenarie e peliti compreso tra 1/3 ed 1/5. Le arenarie sono di colore giallastro, talora grigie se non alterate, da mediamente a poco cementate e strutturate con gradazione (più fine verso l'alto) e laminazione; le marne sono di colore grigio azzurro o plumbee, più chiare se si tratta di emipelagiti. Stratificazione da sottile a spessa, con sporadici strati maggiori di 1 metro.

La stratificazione è a franapoggio meno inclinato del pendio con immersione di 4-6° verso est, situazione strutturale che permette la formazione di scarpate subverticali piuttosto stabili nel tempo per l'impossibilità di avere scorrimento di ammassi rocciosi su superfici di strato.

#### **4) FINALITA'**

Con la somma stanziata per le opere di messa in sicurezza della scarpata in oggetto, verrà sistemato un tratto di viabilità comunale già interrotto completamente a seguito del crollo del novembre 2012. Gli interventi prevedono la pulizia, tramite disgaggio e posa di rete con geostuoia, della parte di scarpata dissestata con un minore dislivello tra piede e ciglio superiore

della parete, al fine di prevenire ulteriori evoluzioni del franamento; in presenza di terreno detritico ed alluvionale, verranno utilizzate chiodature battute per fermare la rete, mentre in presenza di roccia, verranno inserite barre in acciaio messe in opera tramite perforazione. Spostandosi verso sud, la parete è caratterizzata dalla presenza di roccia subverticale, attualmente ricoperta da rete metallica con buchi in diversi punti. In questa parte della rupe sono numerosi i blocchi arenacei aggettanti che dovranno essere resi solidali alla roccia stabile per evitare il rischio di crolli. In presenza di roccia fratturata, i sistemi di rafforzamento della parete (funi e reti) potranno essere fissati con le chiodature battute, mentre in presenza di roccia sana e tenace, si provvederà col fissaggio delle barre tramite perforazione.

Le informazioni necessarie alla caratterizzazione geotecnica dei terreni sono dedotte dai manuali di geotecnica, poiché gli interventi interessano quasi esclusivamente materiale roccioso riconducibile a categorie note e perfettamente definibili. Lo spessore di terreno per il quale sarebbero necessarie le informazioni geotecniche specifiche riguardano il detrito di versante ed i depositi alluvionali, terreni sciolti ben coesi per uno spessore di qualche metro, al quale vengono attribuiti parametri del tutto cautelativi, trattandosi di un esiguo spessore che verrà comunque consolidato con opere ingegneristiche. Lo strato più superficiale di roccia fratturata ed alterata, di spessore inferiore al metro, è previsto anch'esso nelle valutazioni geotecniche dei materiali nei manuali di geotecnica, in quanto i parametri non possono essere determinati direttamente su campioni perché si tratta sempre di materiale litoide.

## 5) ASPETTI SISMICI E CATEGORIA DEL SOTTOSUOLO

L'area su cui si interviene presenta il substrato roccioso subaffiorante o a profondità di circa 2 metri e, di conseguenza, non si possono avere fenomeni di amplificazione sismica stratigrafica durante un terremoto (coefficiente di amplificazione stratigrafica  $S_S = 1$ ). Siamo lungo una scarpata rocciosa con pendenza superiore a  $30^\circ$  nel quale sono previsti effetti di amplificazione locale per cause topografiche (coefficiente di amplificazione topografica  $S_T > 1$ , in particolare  $T_3 = 1,4$ ).

Gli effetti di sito sono possibili e legati esclusivamente alle condizioni topografiche per la zona presa in considerazione dal presente lavoro.

Secondo la normativa delle costruzioni (DM 14/01/08), il terreno indagato appartiene alla categoria di suolo di fondazione di tipo **B**: rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti 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  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} > 250$  kPa nei terreni a grana fina). In mancanza di indagini sismiche specifiche ed in assenza di saggi meccanici per la definizione dell'esatto spessore dello spessore di roccia alterata, fratturata o deteriorata, si può ammettere la presenza nella parte superficiale di roccia tenera con  $V_{s,30}$  inferiori a 360 m/s e  $NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} < 250$  kPa per terreni a grana fina. Di conseguenza, la categoria del terreno può essere assunta di tipo **C**: depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti 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  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250$  kPa nei terreni a grana fina).

Le sorgenti sismogenetiche che possono causare risentimenti in quest'area sono legate principalmente ai fronti di accavallamento regionali ed alle faglie trasversali alla catena con componente trascorrente – transpressiva, oltre che alle faglie appenniniche subverticali a carattere distensivo; sistemi tettonici affioranti in tutta la zona di Para, Alfero e Tavolicci.

I meccanismi focali principali di queste strutture si attestano a profondità variabili, tra i 10 ed i 15 chilometri per la maggior parte degli eventi (dati da carta sismotettonica, 2004); nella stessa carta sono indicate anche fonti sismogenetiche a profondità superiori.

Le coordinate del punto d'intervento, per determinare i coefficienti di accelerazione sismica locale, nel sistema di riferimento Gauss Boaga, sono:

Longitudine = 12,093650°, latitudine = 43,854788°.

I parametri sismici sono indicati nell'allegato 5.

I punti della maglia (siti di riferimento dal sito SismoGIS) sono: 19626 (sito 1), 19627 (sito 2), 19849 (sito 3) e 19848 (sito 4).

## **6) VALUTAZIONE DEL POTENZIALE DI LIQUEFAZIONE**

I terreni di sottofondo sono quasi esclusivamente litoidi e non soggetti a fluidificazione in caso di evento sismico. I terreni detritici di copertura sono privi di falda ed a comportamento puramente coesivo per la presenza costante di argilla al loro interno; i litotipi presenti, quindi, possono essere classificati come "non liquefacibili".

## **7) ORIENTAMENTI GEOTECNICI**

La stratificazione è suborizzontale, quindi non crea un elemento di debolezza dell'ammasso roccioso. Una volta ancorate al ciglio di monte della scarpata le barre di fissaggio delle reti metalliche, verrà evitato il rischio che in caso di crolli localizzati, la rete possa essere divelta se i frammenti lapidei riescono ad acquisire velocità dopo il loro distacco. Sarà utile eliminare le essenze arboree che appesantiscono ed indeboliscono il ciglio superiore della rupe onde evitare il reiterarsi del fenomeno di distacco degli apparati radicali ed alberature, responsabili in parte della rottura delle reti durante gli eventi del dicembre scorso.

È prevista la stabilizzazione della parete rocciosa e della scarpata in terra nella parte settentrionale. Ciò avverrà, come accennato in precedenza, tramite:

- posa di reti metalliche fissate con barre in acciaio al ciglio superiore della scarpata ed al piede subito a lato della strada comunale, tanto nella parte caratterizzata dalla sola roccia che da quella in terra, detrito e materiale sciolto di origine alluvionale (limite settentrionale della rupe da sistemare con rete metallica e geocomposito);
- chiodatura tramite chiodi in acciaio delle parti di rete metallica che attualmente risultano distanti dalla parete per loro deformazione al fine di evitare che in caso di ulteriori crolli i frammenti lapidei possano acquistare velocità durante la loro discesa;
- riprofilatura, disaggio di elementi arenacei aggettanti e sistemazione del versante denudato dal crollo di roccia e detrito;
- rinverdimento e rinaturalizzazione a protezione dell'area dissestata tramite graticciate ed idrosemia per la parte su detrito alluvionale;
- taglio selettivo di essenze arboree poste a ridosso del ciglio superiore della rupe o cresciute direttamente al di sotto della rete metallica.

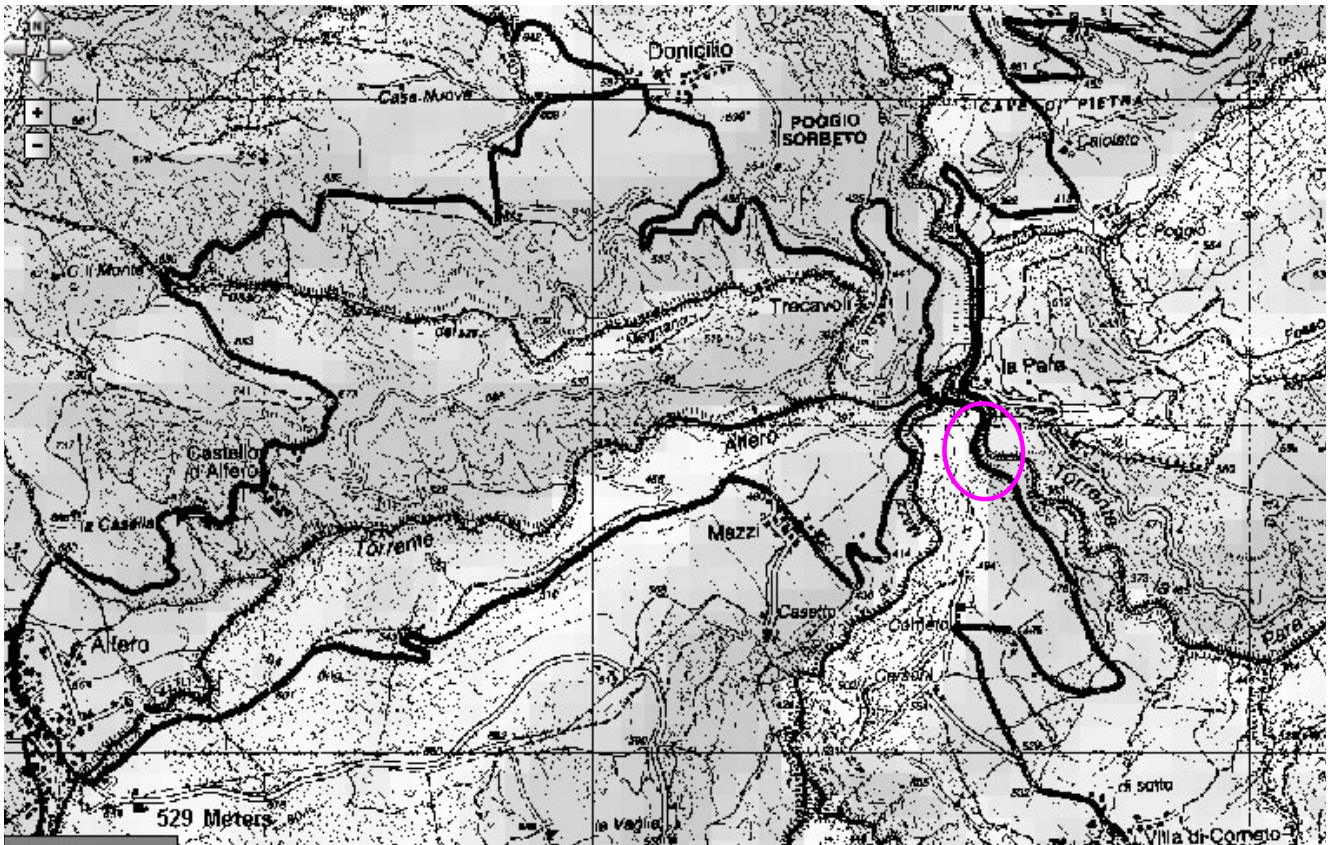
## 8) CONCLUSIONI

Nel novembre 2012 si è avuto un crollo di roccia e detrito che ha invaso completamente la carreggiata della strada comunale per Corneto, Pereto e Tavolicci nel Comune di Verghereto. Con nota n. PG.2012.23792 del 19/12/2012 è stata riconosciuta l'urgenza della messa in sicurezza della viabilità da parte dell'Agenzia Regionale di Protezione Civile, che ha concesso un finanziamento di 50.000 € per i lavori di sistemazione della parete che insiste sulla strada comunale per Corneto. A seguito di alcuni sopralluoghi per verificare lo stato di fatto al fine di stabilire come intervenire e quali misure adottare per i lavori di consolidamento nelle due zone, è emerso che:

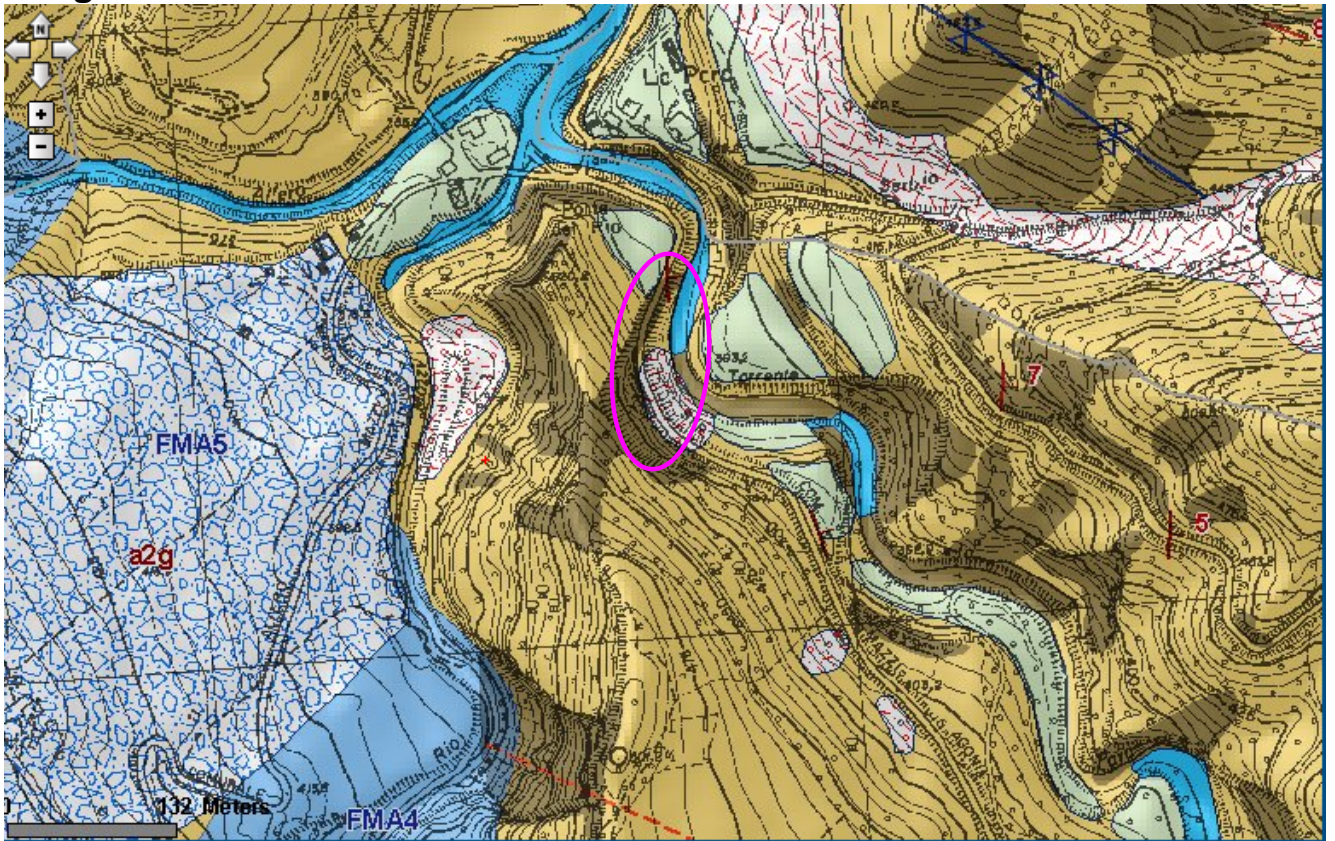
- non vi sono controindicazioni per l'esecuzione dei lavori come da progetto;
- le opere (messa in sicurezza della parete tramite reti metalliche, chiodature in acciaio, pulizia e sistemazione scarpata) garantiranno la transitabilità in sicurezza;
- i lavori sono realizzabili e permetteranno di raggiungere un grado di stabilità completo;
- le opere come da progetto, sono fattibili sia dal punto di vista geologico, geomorfologico che geotecnico.

REDATTA DAL GEOLOGO  
**Andrea Dott. Benini**

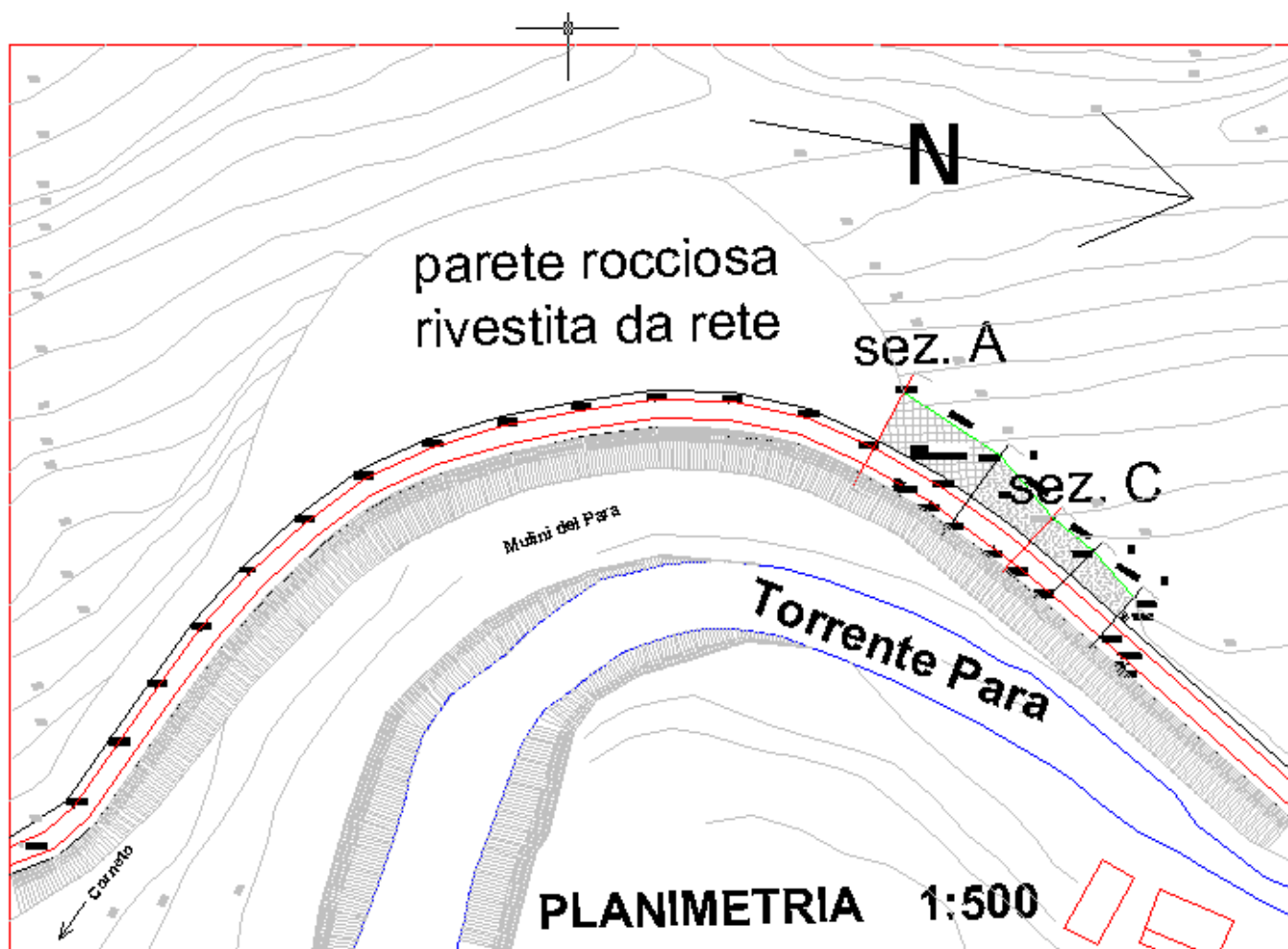
## Allegato 1



## Allegato 2

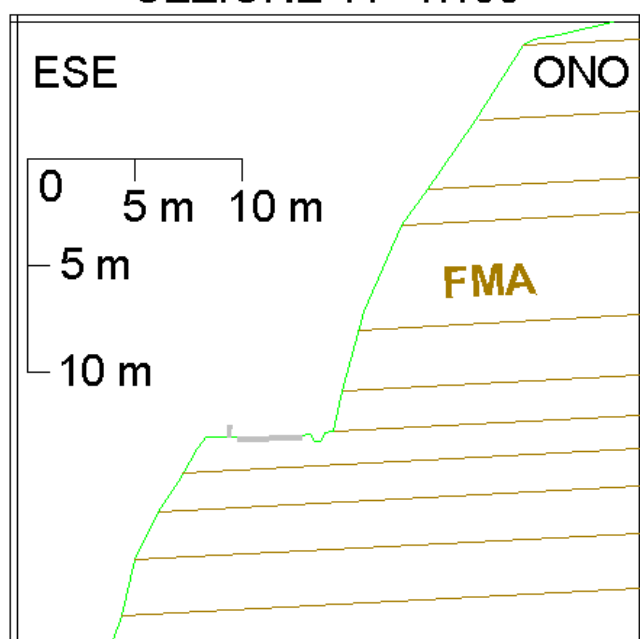


### Allegato 3

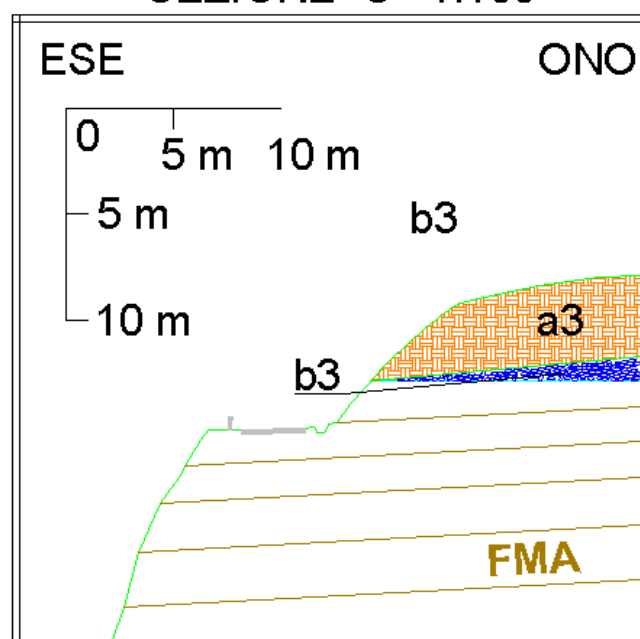


### Allegato 4

SEZIONE A 1:100



SEZIONE C 1:100





## Allegato 5

### FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) -  $V_N$   info

Coefficiente d'uso della costruzione -  $c_U$   info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) -  $V_R$   info

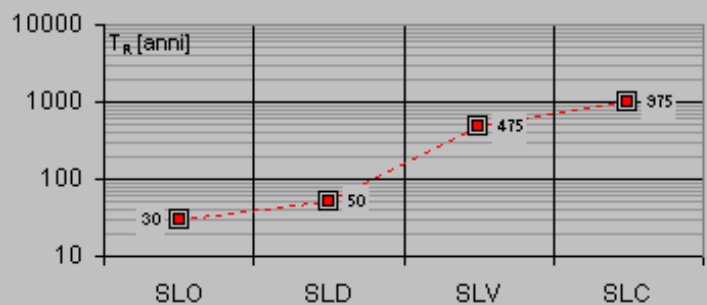
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) -  $T_R$  info

Stati limite di esercizio - SLE	SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="30"/>
	SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="50"/>
Stati limite ultimi - SLU	SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="475"/>
	SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="975"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

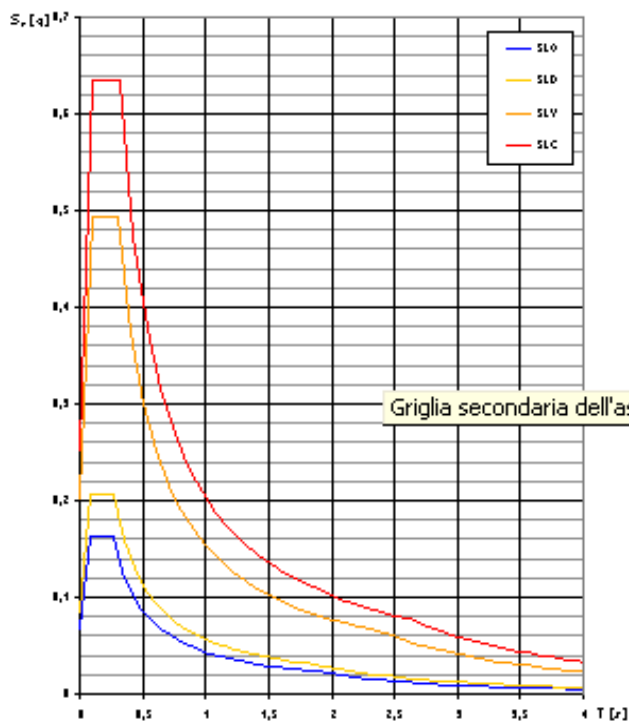
Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

#### Spettri di risposta elastici per i diversi Stati Limite



Griglia secondaria dell'asse dei valori (Y)

INDIETRO

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da esso ottenuti sono ancora a responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell'arteazza.

Categoria di sottosuolo **C** info  $S_B = 1,404$   $C_c = 1,543$  info  
 Categoria topografica **T3** info  $h/H = 0,000$   $S_T = 1,000$  info  
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

**Compon. orizzontale**

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento  $\xi$  (%) **5**  $\gamma = 1,000$  info  
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore  $q_o$  **3** Regol. in altezza **no** info

**Compon. verticale**

Spettro di progetto Fattore  $q$  **1,5**  $\gamma = 0,667$  info

**Elaborazioni**

Grafici spettri di risposta  
 Parametri e punti spettri di risposta

**Spettri di risposta**

$S_{d,p}$  [g]  
 $S_{d,v}$  [g]  
 $S_e$  [g]

— Spettro di progetto - componente orizzontale  
 — Spettro di progetto - componente verticale  
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1,  $\xi = 5\%$ )

**Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo SLV**

— Componente orizzontale  
 — Componente verticale

Griglia secondaria dell'asse dei valori (Y)

INDIETRO

La verifica dell'idoneità del programma, l'utilizzo dei risultati da essa ottenuti sono onere e responsabilità esclusiva dell'utente. Il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici non potrà essere ritenuto responsabile dei danni risultanti dall'utilizzo dell'attrezzo.