



*REGIONE AUTONOMA DELLA SARDEGNA  
ASSESSORATO DEI LAVORI PUBBLICI*

*(L.R. n°7/2014, ART.5, COMMA 16, MODIFICATA DALLA l.r. 9/2014, ART.1)*

*COMUNE DI USSASSAI  
Provincia Ogliastra  
PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO*

INTERVENTI URGENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO  
NEI COMUNI DELLA SARDEGNA A PIÙ ALTO RISCHIO IDROGEOLOGICO E  
PER INTERVENTI URGENTI PER LA SICUREZZA E PER IL RIPRISTINO DI  
INFRASTRUTTURE PER OPERE PUBBLICHE DANNEGGIATE. INTERVENTI PER  
LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NEL CENTRO ABITATO.

SISTEMAZIONE DEL GUADO IN LOCALITA' "MARIGEDDA" E REGIMENTAZIONE  
ACQUE A MONTE DELL'ABITATO .

*Proposta progettuale:*

*Relazione geologica*

ALLEGATO A4	<i>COMMITTENTE</i> Amministrazione Comunale di Ussassai
DATA: Luglio 2015	<i>IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</i> Geom. Salvatore Lobina
AGG.:	<i>IL SINDACO</i> Deplano Gian Basilio
<i>I PROGETTISTI</i> Dott. Ing. Vincenzo Pinna  Dott. Geol. Marco V. Pilia	<i>COLLABORATORI</i> Dott. Ing. Antonella Loi  Dott. Ing. Giancarlo Meloni  Dott. For. Marco Pinna
	<i>DATA APPROVAZIONE</i>

Studio Tecnico di Ingegneria Viale Europa 26, 08040 Arzana OG Cel. 335/8163221

## RELAZIONE GEOLOGICA

Progetto: **INTERVENTI PER LA MITIGAZIONE DEL RISCHIO IDROGEOLOGICO NEL CENTRO ABITATO – SISTEMAZIONE DEL GUADO IN LOCALITÀ “MARIGGEDDA” E REGIMENTAZIONE ACQUE A MONTE DELL’ABITATO**

### **1. PREMESSA**

L’Amministrazione comunale di Ussassai, nel quadro delle opere di messa in sicurezza del centro abitato e di ripristino di infrastrutture a servizio di opere pubbliche danneggiate dagli eventi calamitosi verificatisi a fine novembre 2013, ha disposto la realizzazione di alcuni interventi volti al ripristino di una strada comunale e l’adeguamento del convogliamento delle acque piovane all’interno del centro abitato.

Nell’ambito della progettazione definitive e esecutiva si è proceduto all’effettuazione di una indagine conoscitiva dell’area oggetto dei lavori, dal punto di vista geologico e geotecnico.

### **2. METODOLOGIA DI LAVORO**

La prima fase dell’indagine ha riguardato l’esame superficiale di dettaglio delle formazioni presenti e delle varie facies, nello studio delle fratture superficiali e nelle caratteristiche idrogeologiche del sito dei lavori e delle litologie presenti.

Si sono pertanto individuate alcune problematiche riguardanti le formazioni litologiche che si sarebbero incontrate nell’esecuzione delle opere previste in progetto.

Il Responsabile dei Procedimento dell’intervento, a seguito di richiesta specifica del progettista, ha autorizzato e fatto predisporre una adeguata indagine geognostica, indispensabile per l’acquisizione delle indicazioni geolitologiche ed elaborare le conseguenti considerazioni geomeccaniche sui terreni di fondazione.

Pertanto le classificazioni sono state eseguite sulla base dei rilevamenti operati, sia in superficie, sia in profondità tramite sondaggi a carotaggio continuo e su prove di laboratorio eseguite su campioni caratteristici delle litologie presenti.

### **3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO**

Il sito dei lavori ricade nel comune di Ussassai, nella provincia dell'Ogliastra, regione geografica della Barbagia di Seulo.

Il sito risulta compreso nella perimetrazione del Piano stralcio dell'Assetto Idrogeologico (PAI) della Sardegna, nel Sub Bacino Flumendosa Campidano Cixerri.

I riferimenti cartografici risultano essere:

- Carta Geologica d'Italia, F 218 - Isili - scala 1:100.000, edizione 1960;
- Carta Geologica della Sardegna – scala 1: 200 000, edizione 1996;
- Carta Topografica D'Italia F. 531 sezione III – Ussassai- scala 1:25.000, serie 25 IGMI, edizione 1 - 1993;
- Carta Tecnica della Sardegna Sezione 531 130 “Monte Tonneri”, scala 1:10.000, 1997.

### **4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO**

L'area in esame è da ricollegare all'intrusione granitica ercinica, che caratterizza gran parte dell'Ogliastra, che ha prodotto deformazioni, metamorfismo ed un importante magmatismo intrusivo ed effusivo nel basamento paleozoico. Una tettonica caratterizzata da faglie dirette e trascorrenti ha portato alla demolizione delle metamorfici ed alla messa in posto del batolite calcolalino ed è contemporanea ai depositi permiani.

La tettonica post-ercinica ha limitati effetti in Sardegna. Discordanze sono note a vari livelli della successione, ma sino all'Eocene medio l'evoluzione della Sardegna sembra caratterizzata solo da lenti movimenti verticali che determinano profonde trasgressioni e regressioni sul penepiano paleozoico.

Nell'oligocene la collisione appenninica riattiva il basamento sardo-corso, con faglie trascorrenti generalmente controllate da vecchi lineamenti ercinici e soprattutto tardo ercinici. A questa tettonica trascorrente seguono, nel Miocene inferiore e nel Plio-Pleistocene, fasi distensive associate faglie a normali dirette N-S e NW-SE, nella Sardegna orientale.

Le formazioni litostratigrafiche rilevate localmente, nell'area oggetto dell'intervento progettuale, risulta essere, dal basso verso l'alto, in:

a) Il **Basamento Metamorfico ercinico**, litologie in cui è ubicato l'intervento, è costituito da una irregolare alternanza di livelli da metrici a decimetrici di metarenarie quarzose e micacee, quarziti, filladi quarzifere e filladi. Le filladi hanno colori da grigio chiaro a grigio scuro e verdastro. Localmente prevalgono termini più quarzitici, in banchi di vari metri di spessore, oppure metarenarie fini e meta siltiti. A causa della complessa tettonica locale, lo spessore originario non è valutabile. Lo spessore apparente è maggiore di 1.000 metri. L'ambiente di sedimentazione corrisponde a sistemi di conoidi o piane di bacino in cui avvenivano processi di sedimentazione di tipo torbiditico.

Il basamento scistoso è attraversato da filoni e ammassi di porfidi granitici; sono corpi filoniani del Permo-Carbonifero che attraversano soprattutto con direzione NO-SE varie parti del territorio. Al sistema filoniano sono associati altri tipi di rocce intrusive per le quali è più complessa l'individuazione della cronologia della messa in posto: filoni compositi, inclusi microgranulari, filoni e dicchi tardo ercinici.

Altri corpi filoniani sono rappresentati da magmatiti ipoabissali post-erciniche di color grigio-verdastro con struttura microcristallina (lamprofiri).

Il metamorfismo molto intenso, la rarità di livelli guida e l'estrema rarità di reperti paleontologici rendono spesso incerta l'attribuzione cronostratigrafica dei sedimenti originari. Periodo: ?Cambriano medio - ?Ordoviciano inferiore.

b) **Copertura meso – cenozoiche, Copertura meso – cenozoiche**, presente nelle vicinanze del sito in esame e dislocato in posizione sovrastante, è costituita dai calcari dolomitici giurassici di piattaforma neritica, conosciuti come Formazione di Dorgali.

Questa formazione ha giacitura da suborizzontale a debolmente inclinata (2°-5°) e costituisce una serie di piccoli altopiani tabulari, noti col nome locale di “Tacchi” o “Tonnèri”, che caratterizzano la morfologia della regione.

Nella parte basale è costituita da calcari marnosi e marne da giallastri a grigi, con locali intercalazioni arenacee e siltitico-argillitiche grigio-verdastre. Seguono dolomie e calcari dolomitici di colore nocciola a violacei a rossastri, fossiliferi (gasteropodi, ostracodi, lamellibranchi, brachiopodi) in banchi da decimetrici a metrici.

La formazione ricopre in concordanza la Formazione di Genna Selole. Il limite superiore dell'unità è sempre erosivo. Lo spessore massimo affiorante è di 60 m.

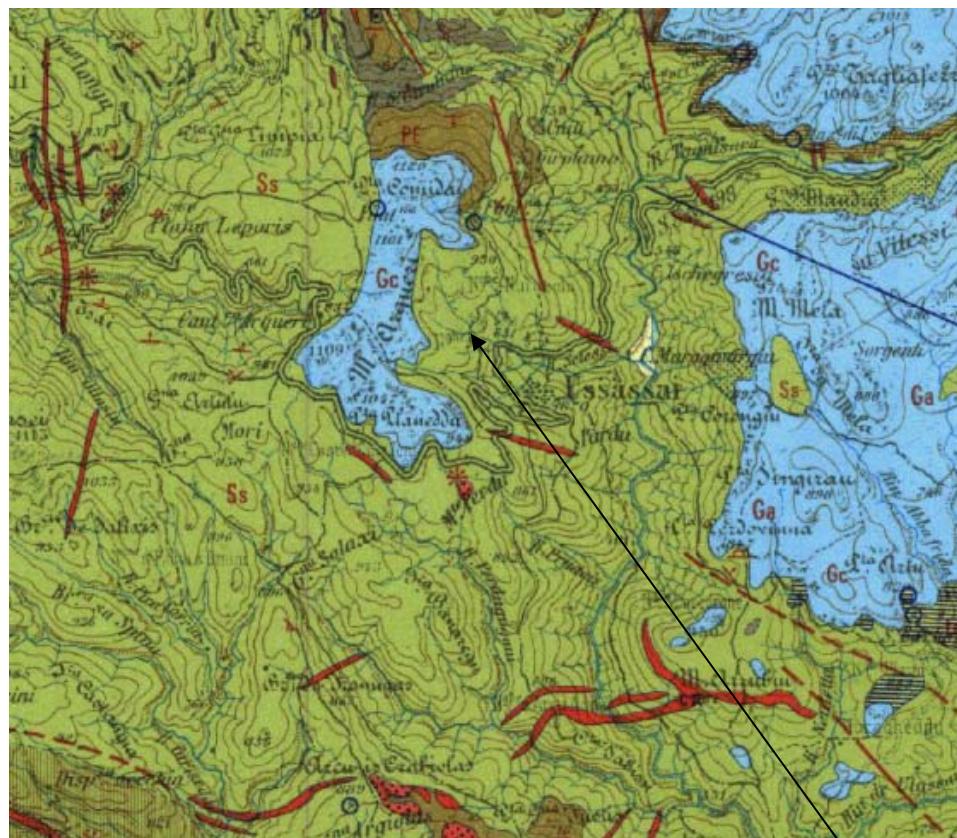
L'ambiente di deposizione è di piattaforma neritica. In base al contenuto paleontologico questa unità è riferita al Dogger e al Maln inferiore (Cocozza et alii, 1974)

### c) Litologie più recenti.

Sovrastanti alle serie stratigrafica affioranti, troviamo depositi quaternari legati alla gravità che dipendono dagli elevati valori di acclività dei versanti delle strutture carbonatiche, che spesso danno origine a vere e proprie pareti subverticali o verticali; si distinguono in depositi di frana, frane di crollo che hanno dato origine ad una falda di detrito che ne borda quasi con continuità il piede, costituendo una fascia di raccordo con le sottostanti formazioni filladiche.

Altri tipi di deposito di versante dell'area (non cartografati), specifici nel sito oggetto dei lavori, sono i depositi di versante olocenici, costituiti da materiali eterometrici poco elaborati di metamorfiti con matrice limo - argillosa, da bruna a rossastra, occupano essenzialmente le vallecole a bassa acclività dei versanti impostati sul basamento paleozoico.

Infine nei fondovalle dei principali alvei, sempre al tetto della serie si rinvengono oltre ai sedimenti appena descritti, i depositi alluvionali terrazzati come ghiaie con subordinate sabbie, entrambi ascrivibili all'Olocene.



## 5. INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO

L'evoluzione geomorfologica del territorio, appartenente alla regione geografica dell'Ogliastra, è il risultato della combinazione dei processi di natura endogena ed esogena.

Il tratto morfologico fondamentale dell'area è dato dal "Penepiano post-ercinico" formatosi durante la fase di continentalità tardo-paleozoica, mesozoiche e cenozoiche. Il penepiano si eleva ad una quota media di circa 600 m, ed è delimitato da profonde incisioni e versanti a forte acclività che hanno impedito una utilizzazione intensiva dell'area.

Nell'insieme il paesaggio è costituito da superfici sopraelevate, generalmente impostate su strati orizzontali di rocce sedimentarie (tavolati) o anche sull'antica superficie di erosione permo-triassica esumata dallo smantellamento della copertura giurassica.

Tali altopiani di natura carbonatica sono generalmente solcati da valli strette e profonde che incidono anche il basamento paleozoico e che, per progressivo allargamento, suddividono i tavolati stessi in più rilievi isolati a sommità tabulare o quasi. Quando lo smantellamento è più spinto restano solo rilievi testimoni o pinnacoli.

I corsi d'acqua e le valli, generalmente molto incassate, hanno un andamento ora lineare, dettato dall'impostazione strutturale, ora tortuoso fino a meandri forme. La genesi dei meandri incassati può essere ricondotta a fenomeni di ringiovanimento del rilievo che hanno portato ad un'intensa ripresa dell'erosione verticale in età post-eocenica, con una successiva accentuazione plio-quaternaria.

Le valli sono prevalentemente simmetriche, con forma a V, tuttavia nel basamento scistoso sono frequenti anche quelle con versanti a diversa inclinazione (asimmetriche), in chiara relazione con la loro giacitura a reggipoggio o franapoggio.

Le differenze strutturali dei versanti hanno favorito condizioni evolutive diverse: dove si hanno giaciture a reggipoggio i versanti si presentano più ripidi, al contrario in giaciture a franapoggio i versanti si presentano con acclività più basse che permettono l'accumulo dei detriti e la formazione di suolo.

Oltre ai processi gravitativi presenti nella struttura carbonatica è importante ricordare quelli presenti nelle altre litologie che, insieme ai precedenti, hanno determinato da un lato i fenomeni fransosi e dall'altro il verificarsi dell'accumulo di coltri di detrito nelle vallecole e nei canaloni. Tale detrito è costituito da piccole coltri più o meno estese, terroso argilloso, di potenza variabile sino a alcuni metri, poggiante sul substrato scistoso con

soluzione di continuità spesso difficilmente definibile, caratterizzati talora da livelli discontinui grossolani, qua e la ciottolosi, in giacitura pensile, in corrispondenza di tracce di antichi terrazzi, probabilmente di origine paleoalluvionale o paleodetritica.

L'Unità paesaggistica è spesso interrotta da filoni e ammassi di porfido granitico e subvulcanici, che formano a seconda della loro competenza, degli evidenti dossi morfologici.

## **6. INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO**

L'idrografia caratterizza fortemente il territorio di Ussassai che ricade nel bacino della Barbagia di Seulo precisamente nel bacino imbrifero del Flumendosa.

All'interno del bacino idrografico sopradetto è identificato il sottobacino del rio Flumineddu/San Gerolamo, tale bacino è caratterizzato da forti pendenze e da profonde valli erosive.

Le principali linee spartiacque vengono identificate nei rilievi, le cui creste si allungano da Nord a Sud, coincidendo con la direzione di scorrimento generale dei corsi d'acqua.

L'assetto tettonico delle fratture dell'area in esame, unitamente alla diversa erodibilità e permeabilità dei litotipi che hanno originato forme distinte nel paesaggio, ha condizionato la disposizione della rete idrografica soprattutto quella della valle del Rio San Girolamo, impostata sulle metamorfiti paleozoiche; qui infatti è risultata di primaria importanza per la sua evoluzione la linea di faglia avente direzione da N-S a NNO –SSE.

A questa frattura principale, impostata su una struttura monoclinale ercinica, si aggiungono sistemi

secondari di faglie pluridimensionali, soprattutto NE-SO e E-O, contemporanee e successive, che si

riflettono morfologicamente in anomalie dell'andamento planimetrico dei fiumi.

I reticolli presenti nell'area sono del tipo dendritico, ossia di forma arborescente, con un canale principale che si suddivide in rami via via meno importanti procedendo verso monte ma sempre più uncinati, tipico di terreni omogenei, impermeabili e a limitata acclività.

L'assetto idrogeologico dell'area è condizionato per buona parte del territorio dalle coperture del complesso metamorfico e sedimentario del basamento paleozoico e dai depositi carbonatici giurassici, e pertanto mostrano delle differenze tra loro in funzione del tipo di permeabilità che può essere per porosità o per fratturazione.

Infatti, l'elevata impermeabilità del basamento cristallino del Paleozoico presente in buona parte del territorio, garantisce un buon deflusso alle acque meteoriche limitando le perdite per evapotraspirazione; le litologie presenti nella parte restante dell'area in esame di contro semipermeabili e localmente permeabili, non rappresentano un ostacolo al deflusso delle acque avendo una potenza ed estensione limitata.

### **Idrologia superficiale**

Il principale corso d'acqua che caratterizza il territorio in esame è rappresentato dal Rio San Girolamo che segna il confine tra Barbagia e Ogliastra.

Esso è impostato sulle litologie paleozoiche, scorre con andamento meandriforme e orientamento preferenziale N-S. mostra i tipici fenomeni legati alla dinamica fluviale, determinando localmente un'azione di scalzamento delle sponde e al contempo aumentandone la sinuosità. Il fenomeno erosivo si osserva nelle anse concave, mentre sul lato interno convesso, avviene la deposizione del materiale eroso precedentemente.

Tale rio è alimentato da una fitta rete idrografica che si sviluppa a partire dalle unità carbonatiche incidendo ed erodendo una serie di valli, e che confluiscono le acque in esso. La caratteristica più importante dell'idrografia dei vari bacini è costituita dal regime prevalentemente torrentizio dei corsi d'acqua con piene improvvise e di breve durata, infatti, il regime dei corsi d'acqua è influenzato dalle condizioni climatiche, diventando importante in corrispondenza di precipitazioni particolarmente intense. Il contributo di molte parti dei bacini, al di fuori di questi eventi, è praticamente nullo.

Anche il regime dei corsi d'acqua considerati perenni (Rio San Girolamo), può risultare molto variabile, tanto che l'acqua scompare per lunghi tratti del corso durante i periodi siccitosi.

### **Idrologia sotterranea**

Il settore in questione costituisce un complesso idrogeologico ben caratterizzato e relativamente semplice in funzione dei suoi aspetti morfologici e geologici. In generale la parte più impermeabile o scarsamente permeabile della zona è costituita dalle formazioni metamorfiche e intrusive del Paleozoico, mentre le parti permeabili sono rappresentate dalle coperture sedimentarie del Giurese.

Le litologie del Complesso metamorfico del Paleozoico presentano permeabilità da bassa a nulla, che può variare a seconda dei termini maggiormente fessurati determinando solitamente acquiferi non eccessivamente ricchi d'acqua.

Le litologie del Complesso carbonatico del Mesozoico presentano coefficiente di permeabilità legata all'intensa fratturazione della roccia e dal carsismo, è nel complesso classificabile da media ad alta; tale unità idrogeologica è costituita dalle dolomie e da calcari dolomitici dei cosiddetti tacchi giurassici.

Alla base dei tacchi solitamente è alcune volte presente una facies clastica a permeabilità bassa e scarsa, costituita da litotipi da arenacei ad argillosi che costituiscono il livello impermeabile che permette alla falda di emergere.

I depositi alluvionali del Quaternario presentano coefficiente di permeabilità legato alla porosità della roccia, è nel complesso classificabile da media ad alta;

I depositi che coprono il fondovalle dei principali fiumi sono caratterizzati da tale permeabilità che permette una facile alimentazione degli acquiferi in essa contenuti; acquiferi che spesso coincidono con la stessa falda di subvalico alimentata dalle stesse acque fluviali.

All'interno della struttura idrogeologica, un ruolo di grande importanza è assunto dalla faglie; infatti fungono da sbarramento, condizionando così la direzione dei deflussi sotterranei e l'accumulo delle riserve.

A diverse quote, lungo i versanti scistosi, si rinvengono delle coperture detritiche più o meno estese

probabilmente di origine paleoalluvionale e paleodetritica. Tali formazioni possono ospitare stagionalmente piccole riserve idriche che alimentano alla loro base sorgenti di limitata portata.

## **7. RILEVAMENTO GEOLOGICO TECNICO**

### **Schema delle indagini eseguite**

Lungo l'asse del tracciato della viabilità interessata dal fenomeno franoso è stata condotta una campagna geognostica con lo scopo di analizzare:

- la morfologia dell'area;
- la situazione geologico - strutturale;
- il contatto tra la coltre detritica e il sottostante ammasso roccioso;

- le caratteristiche litologiche meccaniche del livello stratigrafico dove dovrà essere allocato il piano di imposta dei manufatti in progetto.

Lo studio ha permesso di ricostruire un quadro geologico - geotecnico, abbastanza preciso della situazione generale, necessario alla definizione del comportamento dei terreni in esame.

La campagna geognostica è stata articolata in:

- raccolta ed esame di studi geologici eseguiti nelle aree interessate ai lavori;
- rilievi superficiali di campagna con l'osservazione diretta dell'andamento dei versanti e individuazione dei litotipi affioranti;
- n° 4 sondaggi di cui due (S1, S2) verticali e due (S3, S4) inclinati di circa 28°, a rotazione a carotaggio continuo con carotiere doppio nelle parti significative, spinti fino ad oltrepassare il contatto con l'ammasso roccioso, tramite l'utilizzo di corona diamantata;
- determinazione della massa volumetrica apparente su campioni prelevati dai sondaggi;
- n.1 prove di taglio diretto su campioni prelevati dai sondaggi.

### **Modellizzazione geologica dei terreni**

Dai sondaggi eseguiti e dalle informazioni acquisite, la frana, che ha interessato la viabilità per un fronte di circa 20 metri lineari, si è manifestata in due tempi successivi.

Inizialmente le acque piovane, che hanno ingrossato in modo abnorme il corso d'acqua torrentizio che scorre profondamente incassato in una vallecola a V, ha provocato l'asportazione dei sedimenti posti in sponda destra. Conseguentemente si è avuto lo smottamento del versante terrigeno e l'indebolimento statico dell'intero versante.

In una fase successiva il movimento franoso ha interessato anche i sedimenti a monte della viabilità, provocando la traslazione sub verticale del corpo viario.

La superficie di scivolamento del materiale terrigeno superficiale è costituita dalla parte superiore dalle litologie metamorfiche paleozoiche, dislocate a frana poggio, che essendo praticamente impermeabili, sono state lubrificate superiormente dall'acqua piovana, infiltrata nella coltre di copertura.

Ulteriore fattore destabilizzante è da attribuire alla folta vegetazione presente, costituita anche da alberatura d'alto fusto, che, a causa della presenza a profondità inferiore a due

metri delle litologie impenetrabili, presenta un apparato radicale molto limitato in profondità e quindi inadeguato alle dimensioni della parte aerea della massa vegetale, ciò ha appesantito ulteriormente il corpo di frana già scalzato alla base.

L'Amministrazione comunale ha provveduto, con un intervento di emergenza, ad alleggerire il corpo di frana in movimento, mediante la rimozione degli alberi che avevano subito una vistosa traslazione con emersione dell'apparato radicale e rimozione del fronte in frana posizionato a monte della sede viaria. In tal modo si è avuto la parziale stabilizzazione del versante e il ripristino provvisorio della sede viaria.

In questo contesto è stata eseguita l'indagine geognostica, operando sulla sede viaria attuale, successivamente al ripristino con materiale reperito in loco della sede viaria.

Nelle sezioni stratigrafiche, elaborate dall'esame dei sondaggi eseguiti a rotazione con carotaggi continui, si rileva la superficie di scivolamento costituita dagli scisti, ubicati a profondità variabile intorno a 170 cm nei sondaggi verticali (S1 e S2), e cm 70-170 nei sondaggi inclinati (*vedi allegato A6 – Indagine geognostica*).

A conferma delle informazioni acquisite, si è verificato che l'ammasso terrigeno di ricoprimento dei scisti, dislocati a frana poggio con pendenze superiori al 100%, hanno subito una traslazione sub verticale conseguente allo scalzamento al piede del versante operato dal corso d'acqua torrentizio, ingrossato dalle intense piogge. Lo smottamento di un unico blocco dei sedimenti di ricoprimento ha reso inefficace la presenza di una folta vegetazione, anzi il complesso di apparato radicale limitato in profondità dagli scisti e il notevole peso costituito dall'apparato sub aereo ha causato un ulteriore incremento della stabilità dei sedimenti interessati dal movimento gravitativo.

## **8. PROBLEMATICHE GEOLOGICHE E PROPOSTE PROGETTUALI**

L'esame dello stato dei luoghi e delle risultanze dell'indagine geognostica ha confermato una serie di pericolosità geologiche, che il movimento franoso in atto ha evidenziato, consistente in:

- Consolidamento del versante costituito da materiale terrigeno incoerente;
- Mantenere la permeabilità della coltre terrigena, onde evitare la formazione di pressioni idrostatiche sulle opere di protezione;

- Alleggerimento del corpo in frana.

I possibili interventi progettuali, finalizzati alla riduzione della pericolosità geologica, possono sintetizzarsi nella realizzazione di allineamenti di gabbionate metalliche riempite di blocchi di varie pezzature, che garantiscono la stabilità dei sedimenti a monte e il drenaggio regolare delle acque di infiltrazione.

Come evidenziato negli elaborati progettuali la dislocazione delle gabbionate sono:

- protezione del piede del versante, finalizzato a evitare lo scalzamento e asportazione dei materiali;
- consolidamento del versante, mediante la realizzazione di allineamenti di gabbionate a quote diverse;
- protezione della sede viaria, previa realizzazione di un gabbionata di sottoscarpa a monte.

## 9) Conclusioni

Dall'indagine su esposta la realizzazione dei lavori previsti in progetto non presentano, dal punto di vista geologico e geotecnico, problematiche particolari e comunque tutte superabili.

Riguardo l'apertura del piano di posa delle gabbionate metalliche in progetto è possibile che vengano evidenziate situazioni geotecniche non integralmente previste nel presente studio. Pertanto una volta eseguiti tali scavi è opportuna una ulteriore verifica delle caratteristiche dello stato di giacitura dell'affioramento roccioso, al fine di evidenziare eventuali opere di adeguamento, quali spianamento delle stesse superfici e canalizzazioni di captazione e allontanamento di acque di infiltrazione.

Si ritiene, inoltre, che gli interventi proposti in progetto non influiscono in alcun modo sull'equilibrio idrogeologico della zona interessata.