

S.S. 182 "TRASVERSALE DELLE SERRE"

Tronco 1° Lotto 1° Stralcio 2° completamento

Superamento del Colle dello Scornari

PROGETTO DEFINITIVO

ANAS - DIREZIONE PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE LAVORI

<p>IL GEOLOGO</p> <p>Dott. Geol. Giuseppe Cerchiaro Ordine dei geologi della Regione Calabria n. 528</p> 	<p>I PROGETTISTI SPECIALISTICI</p> <p>Ing. Ambrogio Signorelli Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A35111</p>	<p>PROGETTAZIONE ATI: (Mandataria)</p> <p>GP INGENGERIA GESTIONE PROGETTI INGENGERIA srl</p>
<p>COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE</p> <p>Ing. Valerio Guidobaldi Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. A30025</p>	<p>Ing. Paolo Orsini Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 13817</p>	<p>(Mandante)</p> <p>IRD IRD ENGINEERING</p> <p>(Mandante)</p> <p>AIM Studio di Architettura e Ingegneria Moderna</p>
<p>VISTO: IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO</p> <p>Ing. Antonio Scalamandrè</p>	<p>Ing. Giuseppe Resta Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 20629</p> <p>Ing. Vincenzo Secreti Ordine Ingegneri Provincia di Crotone n. 412</p>	<p>(Mandante)</p> <p>HYpro srl</p> <p>IL PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE. (DPR207/10 ART 15 COMMA 12) :</p> <p>Dott. Ing. GIORGIO GUIDUCCI ORDINE INGEGNERI ROMA Ordine Ingegneri Provincia di Roma n. 140354035</p> 

GEOLOGIA GEOTECNICA

Geologia

Relazione geomorfologica

CODICE PROGETTO			NOME FILE				REVISIONE	SCALA											
COMP.	PROGETTO	LIV. ANNO	T00GE01GEORE02_B																
DP	CZ0299	D18	CODICE ELAB.	T	0	0	G	E	0	1	G	E	O	R	E	0	2	B	-
D																			
C																			
B	Nota di riscontro Parere CTVA n.184 del 26 febbraio 2021				Maggio '21	lannini	Cerchiaro	Guiducci											
A	Emissione a seguito di RIV DGSV 135/1 e oss. CDS				Sett '19	lannini	Cerchiaro	Guiducci											
REV.	DESCRIZIONE				DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO											

INDICE

1. <u>PREMESSA</u>	2
1.1. OGGETTO E SCOPO	2
1.2. METODOLOGIE UTILIZZATE	3
1.3. RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE.....	4
2. <u>DESCRIZIONE GENERALE DEL TRACCIATO</u>	7
3. <u>INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO</u>	8
4. <u>CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE</u>	10
5. <u>CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI</u>	12
5.1. IDROGRAFIA	13
6. <u>ANALISI MORFOLOGICHE IN AMBIENTE GIS</u>	15
7. <u>ANALISI FOTO-INTERPRETATIVA DI TIPO COMPARATIVA</u>	21
8. <u>RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO</u>	26
8.1. METODOLOGIA	26
8.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI RILEVATI.....	26
8.3. RISULTANZE DERIVATE DAL RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO CONNESSE ALLE OPERE IN PROGETTO	32
9. <u>CONCLUSIONI</u>	39

1. PREMESSA

La presente relazione è parte integrante dello studio di approfondimento geomorfologico richiesto a seguito della Verifica di Ottemperanza (Art. 28 D.Lgs. 152/06 del e s.m.i.) e al parere allegato CTVA n.184 del 26 febbraio 2021, relativamente al Progetto dell'intervento di adeguamento della S.S. 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1°, Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari). Nello specifico la stesura di tale relazione non sostituisce le ipotesi e le ricostruzioni del modello geologico dichiarate nella Relazione Geologica, ma al contrario integra e chiarisce compiutamente le tematiche di natura geomorfologica e le pericolosità associate a tale ambito, già affrontate nella citata relazione, ma difatti non esaminate nel dettaglio.

In particolare, vengono descritti gli aspetti e le caratteristiche connesse alle condizioni geomorfologiche generali e di dettaglio delle aree interessate dall'intervento di adeguamento della SS 182 "Trasversale delle Serre", Tronco 1° Lotto 1° Stralcio 2° (attraversamento del Colle Scornari).

Per la redazione del presente studio oltre a documentazione bibliografica si è fatto anche riferimento alla documentazione geologica allegata al Progetto di Fattibilità Tecnica ed Economica (di seguito PFTE), nonché alla campagna di indagini integrative realizzata nel 2019.

La studio integra le conoscenze in ambito morfologico, in quanto nella seguente fase sono state compiutamente verificate le condizioni in termini di stabilità generale e relativa alle porzioni di territorio connesse direttamente e indirettamente con le opere previste in progetto. Ai fini di una ricostruzione più fedele dei fenomeni e processi potenziali o in atto, soprattutto lungo i versanti costituenti i rilievi di interesse, ruolo centrale è stato dato al rilevamento geomorfologico di dettaglio, mirato a descrivere in maniera puntuale i processi morfologici valutandone le morfogenesi e la loro tendenza evolutiva, in relazione con le opere previste al fine di definire la reale condizione di stabilità attuale e post intervento e garantire in tal senso eventuali variazioni progettuali. In aggiunta a tale studio sono state anche condotte specifiche verifiche di stabilità finalizzate a determinare in modo più rigoroso le condizioni di sicurezza tra ante e post intervento, le quali risultanze sono consultabili negli elaborati di riferimento. Tali attività sono state affiancate dalla realizzazione della campagna di indagini integrativa eseguita per la presente fase progettuale, rivolta ad approfondire le conoscenze di carattere geologico-idrogeologico e geotecnico. Le risultanze di tale studio di approfondimento geomorfologico oltre ad essere riportate nella presente relazione si espletano attraverso la stesura di schede di rilevamento di dettaglio, nelle quali oltre a riportare le criticità morfologiche rilevate, vengono sintetizzati gli interventi di mitigazione previsti in progetto e contrastanti i fenomeni riconosciuti.

In tal senso, la presente relazione si completa con i seguenti elaborati, cui si rimanda per maggiori dettagli:

Il lavoro è stato svolto in ottemperanza al DM 17/01/2018: "Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni"

1.1. OGGETTO E SCOPO

Scopo della presente relazione è fornire, sulla base della documentazione, delle indagini disponibili e sulla scorta delle risultanze derivate dal rilevamento geomorfologico di dettaglio realizzato nell'area interferente con il tracciato stradale e per un intorno geomorfologico significativo, una valutazione delle condizioni morfologiche dell'area con riferimento ai principali fenomeni naturali identificati, che causano il dissesto geologico-idraulico sui versanti ai fini di una ricostruzione dell'evoluzione degli stessi con possibili interferenza con le opere in progetto, indicando le adeguate azioni di contrasto ovvero di mitigazione per il raggiungimento di una condizione di sicurezza proporzionata al contesto geologico-geomorfologico locale.

Il presente documento, redatto attraverso l'ausilio di studi mirati sul territorio permette quindi di:

PROGETTAZIONE ATI:

- ricostruire dettagliatamente gli aspetti naturalistici del territorio ove sono collocate le opere;
- riconoscere le principali forme di erosione, di accumulo e più in generale di pericolosità geomorfologica ed idrogeologica nelle aree limitrofe e/o direttamente interessate dai lavori;
- fornire il modello geomorfologico di dettaglio dell'area di interesse da porre a base della progettazione;
- individuare la presenza di situazioni tali da determinare limitazioni o fattori di pericolo nell'ambito dello sviluppo della fase progettuale o durante l'esecuzione dei lavori.

Pertanto a valle di tale studio, sono state revisionate/integrate le rappresentazioni cartografiche e le relazioni associate al progetto definitivo.

1.2. METODOLOGIE UTILIZZATE

In accordo con le indicazioni riportate nella Relazione Geologica, anche in questo caso è stato previsto una successione coordinata di diverse fasi propedeutiche che ha visto l'acquisizione di tutte le conoscenze significative sull'area su larga scala, a cui è seguita una fase di studio di dettaglio, caratterizzato da un rilevamento approfondito dei fenomeni in atto o potenziali con la redazione di schede di rilevamento che riportano il riconoscimento e la quantificazione di quei fenomeni che possono generare instabilità geomorfologica, valutando la loro possibile tendenza evolutiva con riferimento all'interferenza con le attività e le opere in progetto ed infine indicando le misure scelte dal punto di vista progettuale finalizzate alla mitigazione delle stesse criticità rilevate.

Nel dettaglio il lavoro ha previsto una prima fase di analisi, basata su:

- lo studio della documentazione redatta nel corso delle precedenti fasi progettuali nonché l'adozione del modello geologico-geomorfologico ricostruito.
- la consultazione di documentazione bibliografica reperita presso Enti di Ricerca e Amministrazioni;
- Analisi morfologiche dell'area di interesse ottenute attraverso applicativi GIS, finalizzate alla definizione delle caratteristiche in termini quantitativi delle forme del territorio.
- Analisi foto-interpretativa di tipo comparativa, ottenuta attraverso l'utilizzo di immagini satellitari disponibili in rete associata ad un'analisi di tipo diacronico.

Successivamente sono state condotte le seguenti attività che congiuntamente a quelle descritte nella relazione geologica, tra le quali la campagna di indagini integrativa, hanno contribuito alla definizione delle pericolosità geomorfologiche e alla determinazione del Modello Geologico di Riferimento (MGR):

- Rilievo geomorfologico di dettaglio realizzato puntualmente con particolare riferimento ad approfondire/integrare/modificare le condizioni relative alle caratteristiche geomorfologiche e di potenziale instabilità già individuate nel corso delle fasi progettuali precedenti.
- Redazione di schede di rilevamento, parte integrante del seguente studio e rappresentate da un elaborato dedicato, con indicazione e valutazione delle condizioni dei processi, delle forme e dei depositi riconosciuti durante il rilevamento di dettaglio, nonché supportate da una serie di considerazioni in ambito progettuale finalizzate alla risoluzione ovvero alla mitigazione delle criticità riscontrate.

- Modifica/integrazione delle Carte tematiche di riferimento con particolare riferimento alla stesura della Carta Geomorfológica

1.3. RACCOMANDAZIONI E NORMATIVE TECNICHE

La presente relazione e gli studi ad essa associati sono redatti in conformità a quanto previsto dalla normativa tecnica, fra cui di seguito sono elencati i principali riferimenti:

- R.D.3267/23: "Riordinamento e riforma della legislazione in materia di boschi e di terreni montani".
- L. 10/05/76 n. 319: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione";
- L. 08/08/1985 n. 431: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27 giugno 1985, n. 312, recante disposizioni urgenti per la tutela delle zone di particolare interesse ambientale (G.U. 22 agosto 1985, n. 197)";
- L. 08/07/86 n. 349: "Istituzione del Ministero dell'Ambiente e norme in materia di danno ambientale";
- D.M. 11/03/88: "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce.";
- L. 18/05/89 n. 183: "Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- D.P.C.M. 23/03/1990: "Atto di indirizzo e coordinamento a fini della elaborazione e adozione degli schemi previsionali e programmatici di cui all'art. 31 della legge 18 maggio 1989, n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- L. 07/08/1990 n.253: "Disposizioni integrative alla legge 18 maggio 1989 n. 183, recante norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo";
- L. 06/12/91 n. 394: "Legge quadro sulle aree protette";
- D.P.R. 07/01/1992: "Programmazione attività conoscitive";
- L. 05/01/1994 n. 37: "Norme per la tutela ambientale delle aree demaniali dei fiumi, dei torrenti, dei laghi e delle altre acque pubbliche L. 5 gennaio 1994, n. 36. Disposizioni in materia di risorse idriche";
- D.P.R. 14/04/1994: "Delimitazione bacini";
- D.P.R. 18/07/1995: "Approvazione dell'atto di indirizzo e coordinamento concernente i criteri per la redazione dei piani di bacino";
- L.R. 29/11/1996 n.35: "Costituzione dell'Autorità di Bacino Regionale in attuazione della legge 18 maggio 1989, n. 183 e successive modificazioni ed integrazioni";

PROGETTAZIONE ATI:

- D.M. 14/02/1997: "Direttive tecniche per l'individuazione perimetrazione, da parte delle regioni delle aree a rischio idrogeologico";
- L.R. del 03/08/1998 n°267: "Programma Regionale di difesa del suolo";
- D.L. 11/06/1998, n. 180: "Misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- L. 03/08/1998 n. 267: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180, recante misure urgenti per la prevenzione del rischio idrogeologico ed a favore delle zone colpite da disastri franosi nella regione Campania";
- D.P.C.M. 29/09/1998: "Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1, commi 1 e 2, del decreto-legge 11 giugno 1998, n. 180".
- D.L. 11/05/99 n. 152: "Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della Direttiva CEE 91/271 e 91/676";
- L. 13/07/1999 n. 226 (G.U. 14.07.1999, n. 112): "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto - legge 13 maggio 1999, n.132, recante interventi urgenti in materia di protezione civile." (in vigore dal 15.7.1999);
- D.L. 18/08/2000 n. 258: "Disposizioni correttive ed integrative del D.L. 152/99;
- L. 11/12/2000 n. 365: "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 12 ottobre 2000, n. 279, recante interventi urgenti per le aree a rischio idrogeologico molto elevato ed in materia di protezione civile, nonche' a favore delle zone della regione Calabria danneggiate dalle calamita' idrogeologiche di settembre ed ottobre 2000";
- L. 23/03/2001 n. 93: "Disposizioni in campo ambientale";
- D.G.R. 31/07/2002 n.20: "Approvazione/Adozione Linee Guida PAI".
- D.P.R 6 giugno 2001 n. 380: "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia";
- D.M. 18/09/2001 n. 468: "Regolamento recante programma nazionale di bonifica e ripristino ambientale";
- L.R. 16/04/2002 n. 19: "Norme per la tutela, governo ed uso del territorio - Legge Urbanistica della Calabria";
- D.L. 03/04/2006 n. 152: "Norme in materia ambientale";
- L.R. 11/05/2007 n. 9: " Provvedimento generale recante norme di tipo ordinamentale e finanziario (collegato alla manovra di finanza regionale per l'anno 2007 Art. 3, comma 4, della Legge regionale n. 8/2002)";
- O.P.C.M. 13/11/2010 n. 3907: "Contributi per gli interventi di prevenzione del rischio sismico";

- R.R. n. 7 del 28 giugno 2012 s.m.i. "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica di cui alla L.R. n. 35 del 19 ottobre 2009 s.m.i." (testo coordinato con le modifiche ed integrazioni di cui al R.R. n. 3 del 24.02.2014 approvato con delibera G.R. n° 51 del 20.02.2014 pubblicato sul BURC parte I n. 9 del 03.03.2014 ripubblicato con avviso di errata corrige sul BURC parte I n. 10 del 5.03.2014);
- L.R. 28/12/2015, n. 37: "Modifica alla legge regionale n. 35 del 19 ottobre 2009 e s.m.i. (Procedure per la denuncia degli interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica)".
- R.R. n.15 del 29/11/2016 "Procedure per la denuncia, il deposito e l'autorizzazione di interventi di carattere strutturale e per la pianificazione territoriale in prospettiva sismica" di cui alla legge regionale n. 37 del 28 dicembre 2015".
- DM 17/01/2018: Aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

2. DESCRIZIONE GENERALE DEL TRACCIATO

Il progetto stradale in oggetto, fa parte degli interventi finalizzati alla costruzione della nuova S.S.182, infrastruttura di nuova costruzione a valenza regionale ed interregionale, che potenzia il collegamento tra il versante tirrenico e quello ionico della Calabria.

Il Lotto in oggetto ricade nel comune di Vazzano (VV), in Provincia di Vibo Valentia e interessa l'area del Colle dello Scornari che separa la vallata del fiume Mesima da quella del fiume Scornari.

L'intervento si configura come un adeguamento in sede in quanto completa e finalizza i lavori di un precedente appalto, non completato, della Provincia di Vibo Valentia.

In ragione di ciò, il progetto si sviluppa, per la maggior parte, all'interno delle aree già individuate ed acquisite dal precedente Soggetto Attuatore.

Il tracciato nella parte iniziale si allaccia con un tratto di raccordo di circa 146 m al precedente lotto (Serre – Scornari) già realizzato e collegato in via provvisoria ad una viabilità comunale, mentre nella parte finale, lato Vazzano, termina, dopo uno sviluppo di circa 1276 m con un'intersezione a rotatoria che permette la riconnessione alla viabilità secondaria esistente ed al tratto successivo della nuova SS 182 già adeguato.

Lo sviluppo complessivo dell'intervento è pari a circa 1.422 m.

Altimetricamente il tracciato, dovendo superare il dislivello generato dal "Colle dello Scornari", è caratterizzato da un tratto prevalentemente in salita (nel verso crescente delle progressive) con pendenze dell'ordine del 7% (limite di normativa) fino alla progr. 0+600 circa da cui ha inizio un raccordo verticale convesso con R= 4.050 m in corrispondenza al tratto di scavalco del colle, in cui è prevista la realizzazione della galleria Artificiale di 370 m, l'opera d'arte più importante dell'intervento.

Alla galleria segue il tratto finale in discesa per il raccordo alla viabilità esistente con pendenze del 4,2 % fino alla rotatoria finale.

Lungo il tracciato, nei tratti in cui l'asse è contraddistinto da configurazioni di mezza costa e trincea, sono state previste opere di contenimento e di presidio dei versanti. Nella seguente tabella si riporta un elenco di opere presenti

da prog.	a prog.	Tipologia
0+040	0+300	Paratia di pali in dx
0+400	0+550	Paratia di pali in sx Interventi di protezione scarpate
0+550	0+590	Paratia di pali per realizzazione GA – tipo scatolare
0+920	0+960	Paratia di pali in sx
0+920	1+000	Paratia di pali in dx
1+000	1+020	Muro in c.a.

3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E CARTOGRAFICO

L'area di studio ricade nel settore centro-meridionale della Regione Calabria e, più precisamente, nel territorio comunale di Vazzano (VV).

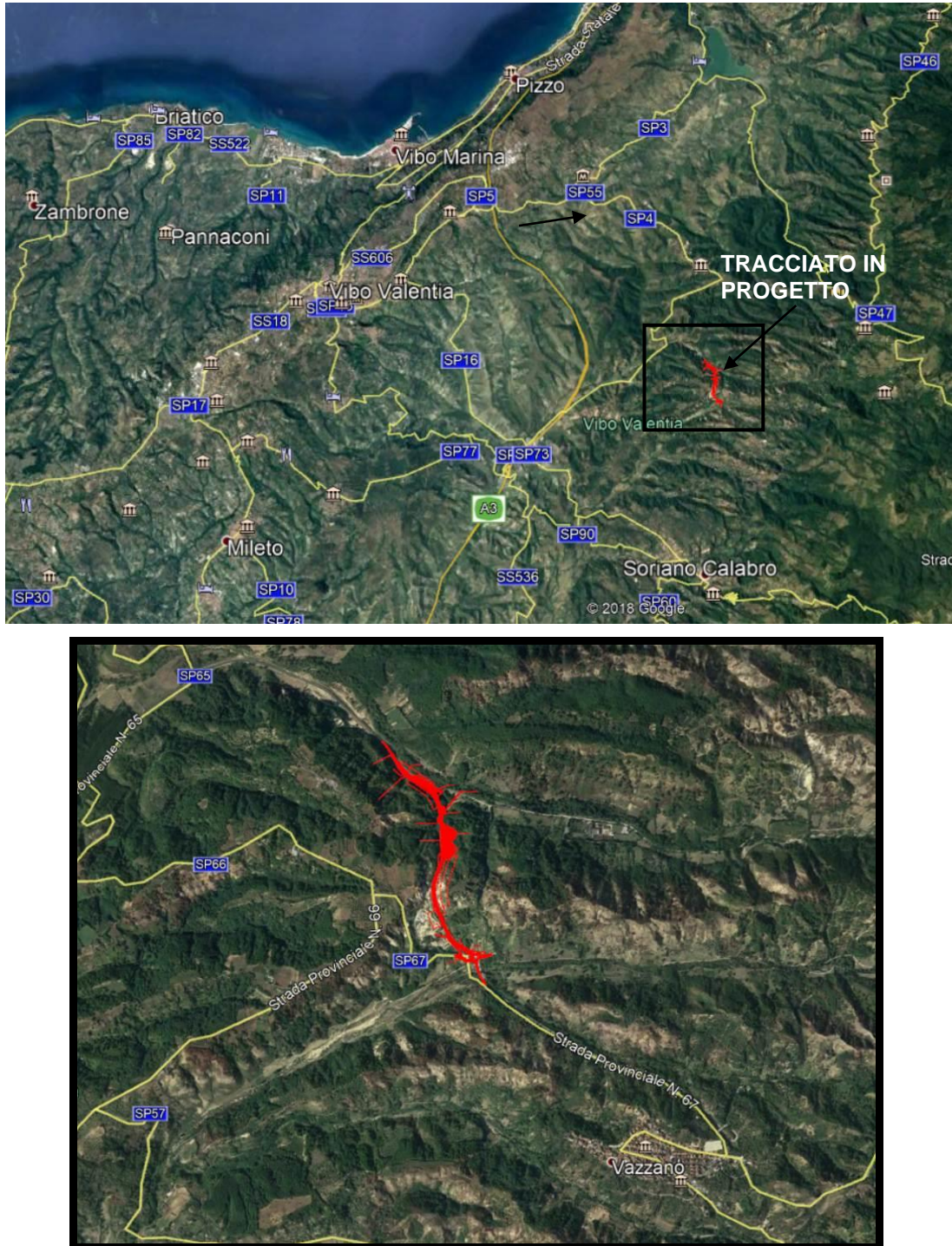


Figura 3.1 – Ubicazione dell'areale di progetto da immagine satellitare con sovrapposizione del tracciato (fonte Google Earth)

PROGETTAZIONE ATI:

L'area di studio si inserisce in un territorio prevalentemente collinare con presenza di incisioni torrentizie e superfici terrazzate. In particolare, il tracciato si sviluppa ai margini del fondovalle del Fiume Mesima, per giungere, infine, al fondovalle del Torrente Scornari. Il tracciato si estende a partire da quote minime di 195 m s.l.m. circa, in corrispondenza del collegamento con il tratto stradale precedente, e dopo aver superato il colle dello Scornari con versanti che presentano le porzioni sommitali poste anche a 300 m s.l.m. circa, giunge in corrispondenza del Torrente stesso a quote di 245 m s.l.m. circa.

Dal punto di vista cartografico, il sito di interesse rientra all'interno del Foglio 579 "Vibo Valentia" della nuova carta Topografica d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano (I.G.M.I.) in scala 1:50.000 (Serie 50) e nella Sezione 579 II "San Nicola da Crissa" in scala 1:25.000 (Serie 25).

Con riferimento alla Carta Tecnica della Regione Calabria, l'area è individuabile negli elementi 579112, 579113, 579151 e 579154 in scala 1:5.000.

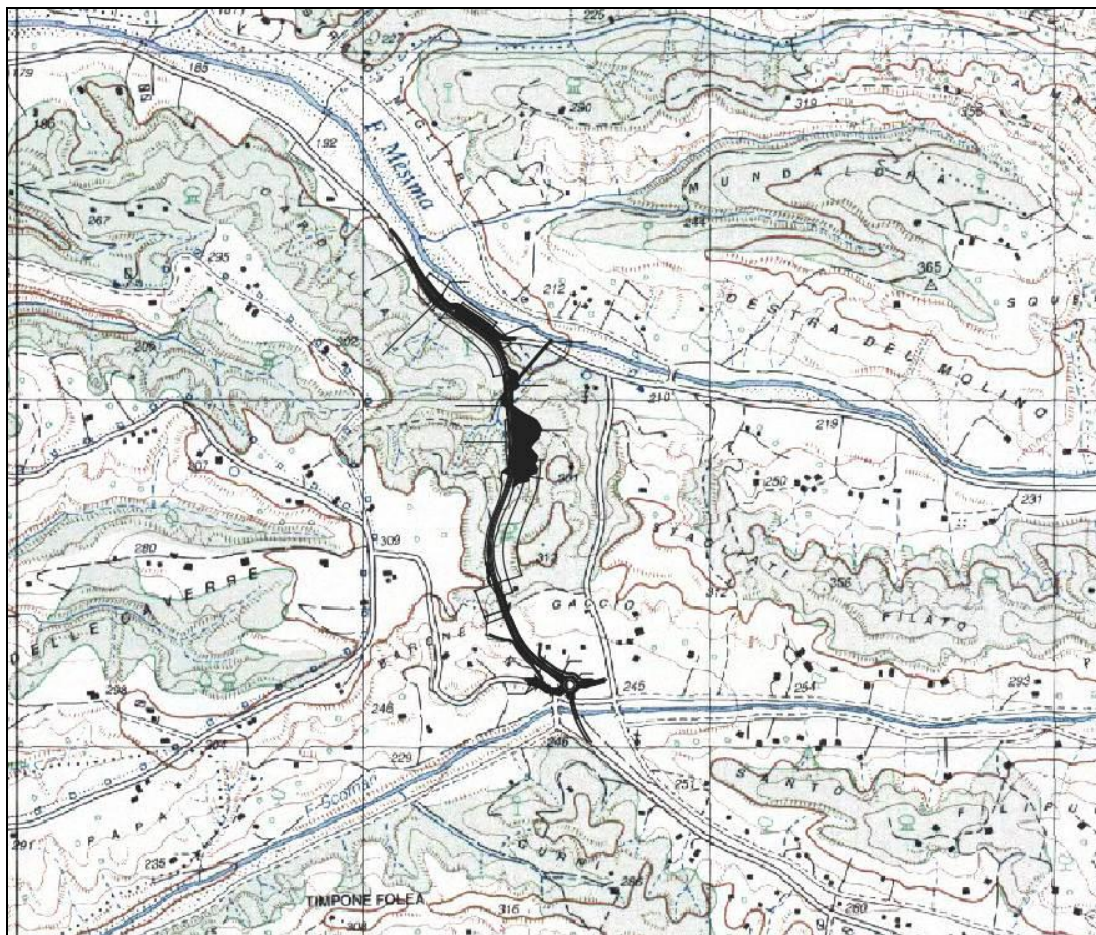


Figura 3.2 – Sovrapposizione dell'asse stradale in progetto (in nero) su stralcio in base topografica IGM a scala 1:25.000

PROGETTAZIONE ATI:

4. CARATTERISTICHE GEOLITOLOGICHE ED IDROGEOLOGICHE

Da un punto di vista geologico, l'area di studio è localizzata nella porzione mediana dell'Arco Calabro e più precisamente in posizione intermedia fra il sistema costiero tirrenico del vibonese e le propaggini sudoccidentali del massiccio delle Serre.

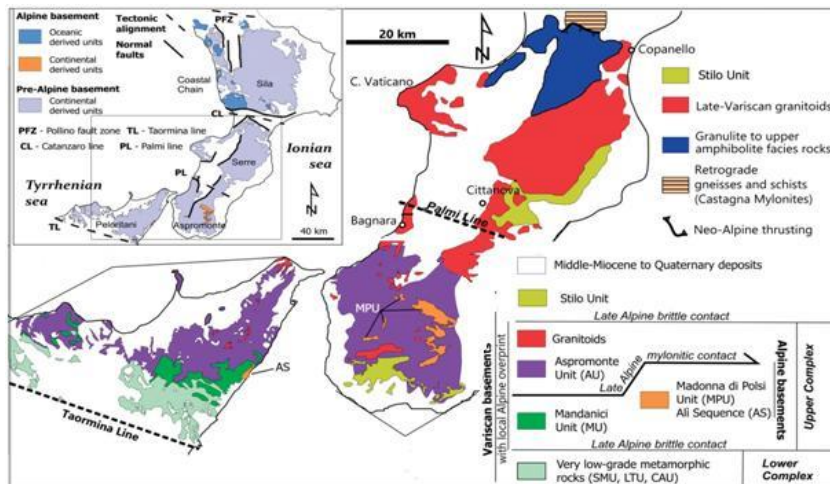


Figura 4.1 - Schema geologico-strutturale del settore meridionale dell'Arco Calabro-Peloritano (da Cirrincione et alii, 2015, modificato).

Durante la progettazione è stato realizzato un rilevamento di campagna svolto attraverso il susseguirsi di diverse fasi, con lo scopo finale di raccogliere informazioni circa la costituzione geologica dell'area in esame, definendone la natura litologica dei terreni affioranti ed i loro rapporti laterali e verticali. Per il rilevamento geologico, oltre alla cartografia geologica del PFTE, si è fatto riferimento alla Carta Geologica della Calabria (Foglio 246 I NO "Soriano Calabro").

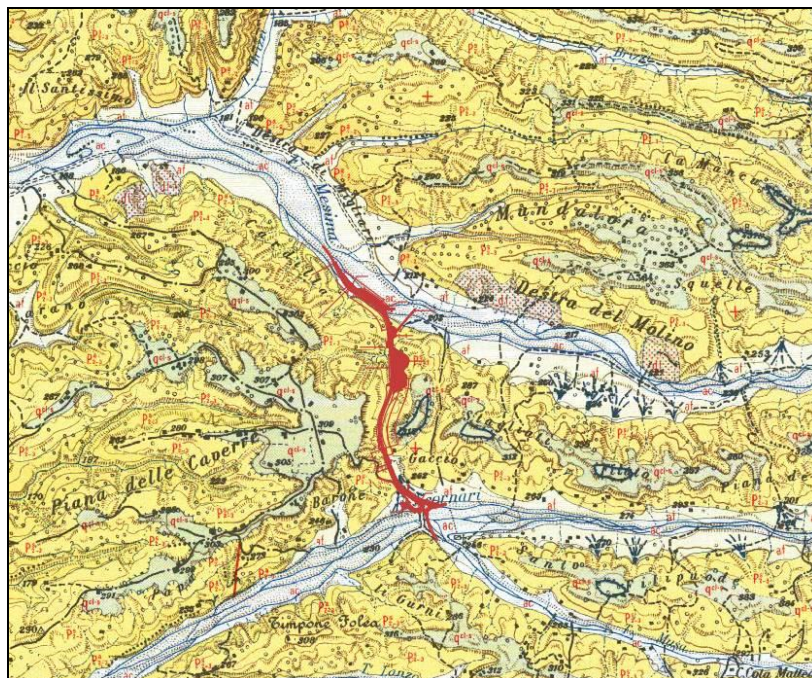


Figura 4.2 - Sovrapposizione dell'asse stradale in progetto (in rosso) su stralcio della Carta Geologica della Calabria scala 1:25.000

PROGETTAZIONE ATI:

Gli studi, quindi, hanno permesso di individuare e cartografare diverse unità geologiche, di seguito riportate dalla più antica alla più recente, descrivendo le caratteristiche principali che possono presentare una connotazione e implicazioni in termini geomorfologici. Per maggiore trattazione delle caratteristiche litologiche delle unità riconosciute, si rimanda alla Relazione Geologica.

DEPOSITI SEDIMENTARI PLIO-PLEISTOCENICI

Unità Sabbiosa-Limosa (sl)

Risulta la più rappresentativa dell'area di intervento. Questo complesso presenta una scarsa resistenza all'erosione con grado di permeabilità medio-elevato, in particolare risulta caratterizzato da processi di erosione intensa di tipo lineare con manifestazione calanchive

Unità Ghiaiosa-Sabbiosa (gn)

Depositi che ricoprono, localmente, le porzioni sommitali dei rilievi presenti. Presentano una scarsa resistenza all'erosione ed una elevata permeabilità

DEPOSITI OLOCENICI

Depositi alluvionali (ba1 e ba)

Comprendono prevalentemente i depositi alluvionali attuali del Fiume Mesima e del Torrente Scornari, risultando marginali all'area di intervento.

Depositi alluvionali terrazzati recenti (bb)

Formano corpi sedimentari di dimensioni variabili passando lateralmente e verticalmente a depositi di piana inondabile, ma non risultano soggetti all'azione dei corsi d'acqua.

Conoidi alluvionali (ca)

Si ritrovano allo sbocco delle valli laterali degli affluenti del Mesima e Scornari. Tali depositi danno origine ad una topografia a sezione leggermente convessa con spessore maggiore nella parte apicale ed hanno, in pianta, forma a ventaglio.

Depositi di frana (a)

Si rinviene, localmente, in corrispondenza dei versanti più estesi ed acclivi, soprattutto nei settori di affioramento dell'Unità sabbioso-limosa. Hanno implicazioni di carattere morfologico per il processo/processi che li hanno generati.

Coltre eluvio-colluviale (ec)

I depositi più importanti, comunque, si rinvengono in corrispondenza delle parti basse dei rilievi più estesi. Molto frequentemente, in corrispondenza degli sbocchi dei valloni principali lungo le aste dei Fiumi Mesima e Scornari, sono presenti piccoli conoidi detritico-colluviali originati dall'azione combinata della gravità e del deflusso delle acque correnti superficiali

Riporto antropico (R)

Si trovano in corrispondenza delle opere stradali eseguite nel passato, associate alle progettazioni pregresse ed interferenti con l'attuale tracciato in progetto

Passando agli aspetti idrogeologici, si può affermare come i fattori che condizionano la circolazione idrica sotterranea sono molteplici, ma riconducibili alle caratteristiche idrologiche dei terreni; queste ultime sono stimate in fase di rilevamento in maniera qualitativa ed integrate sulla base dei riscontri delle prove in sito effettuate nel corso delle indagini geognostiche pregresse ed integrative.

PROGETTAZIONE ATI:

In tal senso sono stati identificati complessi idrogeologici associati alle caratteristiche litologiche dei terreni presenti. Nel territorio in esame la circolazione idrica sotterranea è influenzata dalla successione di terreni caratterizzati da valori di permeabilità variabili.

La diversa posizione stratigrafica dei complessi individuati, distribuiti in modo discontinuo nell'ambito della successione, unitamente alla loro diversa posizione orografica determinano, potenzialmente, l'assenza di interscambi idrici significativi fra i diversi acquiferi e tale ipotesi è stata anche confermata dall'approfondimento eseguito attraverso la realizzazione della campagna di indagini integrativa. Le indagini eseguite nelle varie fasi progettuali e gli studi condotti hanno evidenziato la presenza di un acquifero relativamente continuo lungo l'intero tracciato associato all'unità geologica sabbioso – limosa (Formazione "sl"), con un livello piezometrico variabile tra 10 e 25m dal p.c. lungo tutto il tracciato in progetto, variabilità connessa all'andamento della morfologia dell'area strettamente di interesse. L'acquifero in oggetto presenta una certa continuità lungo l'intero tracciato con un andamento condizionato dalla presenza dei livelli più fini che si manifestano sotto forma di corpi lenticolari più o meno estesi all'interno dello stesso complesso.

Per una più approfondita trattazione delle caratteristiche litologiche ed idrogeologiche si rimanda alla Relazione Geologica afferente alla presente fase progettuale.

5. CARATTERISTICHE GEOMORFOLOGICHE GENERALI

L'evoluzione morfologica dell'area ed i principali elementi geomorfologici rilevati sono direttamente connessi con l'azione della gravità sulle masse di versante e col deflusso delle acque correnti, superficiali e di prima infiltrazione, lungo i pendii ed alla base degli stessi. Ad essi si aggiungono ulteriori fattori morfoevolutivi di rilievo, come le attività antropiche, gli elementi strutturali e tettonici e, infine, i processi di origine mista dovuti all'effetto concomitante di più fattori.

L'andamento morfologico generale risente, evidentemente, del succedersi delle diverse fasi evolutive, in senso geologico, che hanno caratterizzato l'area in esame, a partire dal tardo Pliocene fino all'epoca attuale.

L'intero settore interessato dagli interventi in progetto comprende un sistema collinare poco pronunciato, con quote medie variabili, in prevalenza, tra i 250 ed i 300 m s.l.m., costituito in gran parte da terreni plio-pleistocenici di natura prevalentemente sabbioso limosa -argillosa. Queste colline bordano la valle fluviale del Torrente Mesima, caratterizzata da un decorso arcuato e scorrimento verso sudovest. Il loro profilo regolare culmina, generalmente, con le tipiche strutture geomorfologiche delle aree sommitali, tabulari, correlate a lembi di superfici strutturali, corrispondenti a terrazzi morfologici pleistocenici, residui di una preesistente superficie, in gran parte smantellata dalla successiva azione dei processi erosivi che hanno condotto al modellamento del territorio secondo le linee attuali.

Le unità litologiche affioranti nell'area, caratterizzate nell'insieme da una resistenza all'erosione bassa, sono state sottoposte, successivamente alla loro deposizione, ad un'erosione di tipo areale, controllata dall'attività tettonica verificatasi nell'area e legata ad un generale, seppur discontinuo, processo di sollevamento.

Le acque incanalate naturalmente e la forza di gravità sono gli agenti modellatori principali, sono infatti presenti forme di erosione attive (forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra").

L'intera area è caratterizzata, nei settori di affioramento delle formazioni sabbiose e argilloso-siltose, da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. Estendendo la visione del comparto territoriale e morfologico ad una scala più piccola, si rileva come la franosità sia localizzata e rappresentata per lo più da fenomeni gravitativi quiescenti e secondariamente attivi (colamenti e frane complesse), **questi ultimi non interferenti con il tracciato in progetto**, la cui origine è da mettere in relazione in parte alle condizioni morfologiche (versanti più acclivi) in parte all'assetto idrogeologico (rapporti stratigrafici tra litotipi a differente comportamento meccanico-

idrogeologico), nonché all'azione di intensa erosione lineare e diffusa ad opera delle acque dilavanti agenti lungo i versanti.

Direttamente interferenti col progetto in oggetto sono segnalati prevalentemente forme erosive di tipo superficiale, localizzate nella coltre eluviale di alterazione che ricopre, con spessori variabili, le unità del substrato. Secondariamente sul terreno sono stati riconosciuti forme e processi di erosione attiva di tipo lineare e areale, associati ai depositi sedimentari plio-pleistocenici che in rari casi possono evolvere in fenomeni di instabilità, quali soliflussi o modeste colate di fango e di terra, che interessano unicamente le coltri di copertura o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico. Dai rilievi di campo e dalle indagini eseguite questi fenomeni risultano di estensioni relativamente contenute **sia arealmente che in profondità, non pregiudizievoli degli interventi in progetto.**

In dipendenza del particolare regime idraulico dei corsi d'acqua presenti, della morfologia valliva e delle caratteristiche dei depositi alluvionali presenti, la morfologia degli alvei appare configurata secondo tipologie "braided" (letto largo a rami divaganti –anastomizzati) laddove, nell'ambito di un alveo di piena piuttosto ampio, la posizione dell'alveo di magra può facilmente migrare in posizioni diverse. Tale conformazione è evidenziata dai torrenti Mesima e Scornari, nell'area a nord di Vazzano.

5.1. IDROGRAFIA

Il bacino idrico del Mesima interessa una vasta area, sviluppandosi su una superficie di circa 813.36 Km²., con sezione di chiusura coincidente con la foce del Mar Tirreno. Il perimetro dell'intero spartiacque è pari a 152.038 km e la lunghezza della sua asta principale è di circa 51.43 km con una pendenza media dell'1.47 %. Il valore della densità di drenaggio è 3.2 km/km².

Passando all'area strettamente di interesse l'elemento principale del reticolo idrografico superficiale dell'area oggetto del presente studio è rappresentato dallo stesso Fiume Mesima, che scorre da Est verso Ovest in corrispondenza del confine settentrionale orientale del territorio comunale di Vazzano.

I corsi d'acqua principali dell'area sono rappresentati dai Fiumi Mesima e dal Torrente Scornari, i quali presentano una marcata tendenza deposizionale, come evidenziato dagli estesi depositi alluvionali presenti lungo i fondovalle. Tali depositi sono tutti riferibili all'ultima fase evolutiva della rete idrografica, grosso modo corrispondente all'Olocene, ma risultano attivi solo in corrispondenza dei settori di piana attualmente interessati dal deflusso in alveo.

Verso questi assi idrografici principali converge una fitta rete di corsi minori, rappresentata da fossi e incisioni, che interessano capillarmente l'intero territorio circostante. Il reticolo risulta di tipo sub-dendritico, con collettori secondari molto brevi.

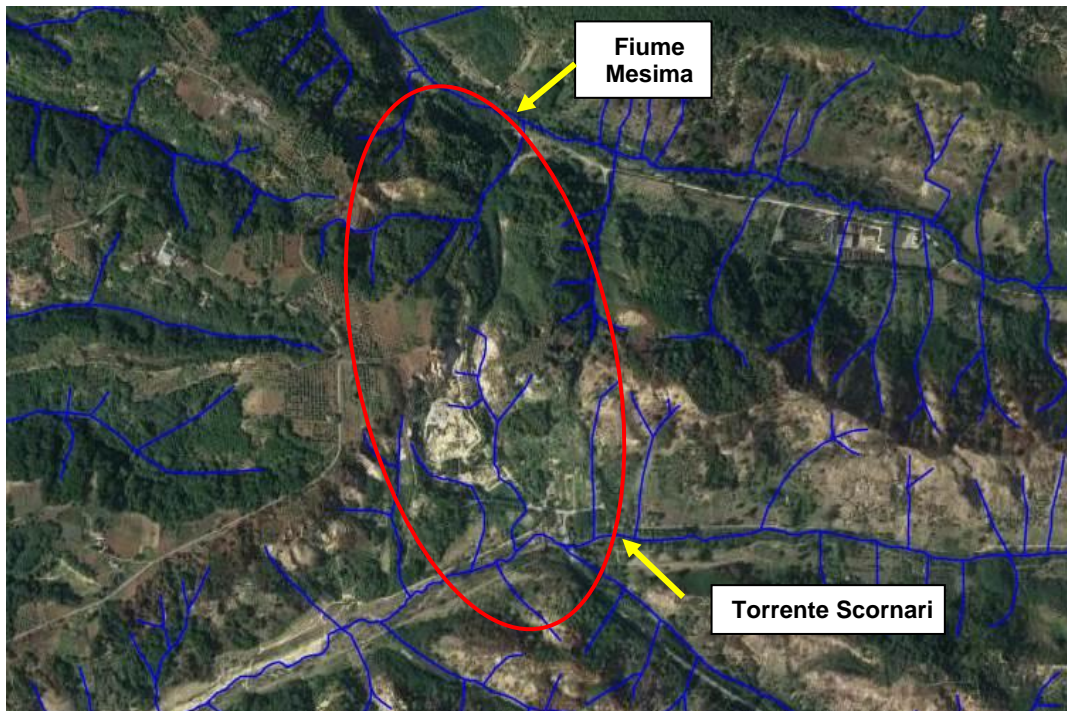


Figura 5.1 – Immagine satellitare tratta dal WebGisABR Calabria con indicazione del reticolo idrografico presente ed interessato dall'intervento in progetto (area cerchiata in rosso)

PROGETTAZIONE ATI:

6. ANALISI MORFOLOGICHE IN AMBIENTE GIS

In questa fase sono state realizzate analisi geomorfologiche, a partire dalla disponibilità di un DTM (Digital Terrain Model) e riprodotte attraverso gli applicativi disponibili in ambiente GIS, tramite i quali è stato possibile analizzare a scala di sottobacino ed in corrispondenza della porzione di territorio interessato dagli interventi in progetto, la conformazione morfologica e le caratteristiche riguardanti le pendenze dei versanti nonché l'esposizione degli stessi. Tali analisi hanno permesso di inquadrare il territorio sotto prospettive visive differenti rendendo la conoscenza delle condizioni morfologiche ampliate ad un quadro di riferimento più approfondito.

In particolare, di seguito, si riportano alcune immagini di interpolazioni ed analisi morfologiche eseguite per tale scopo.

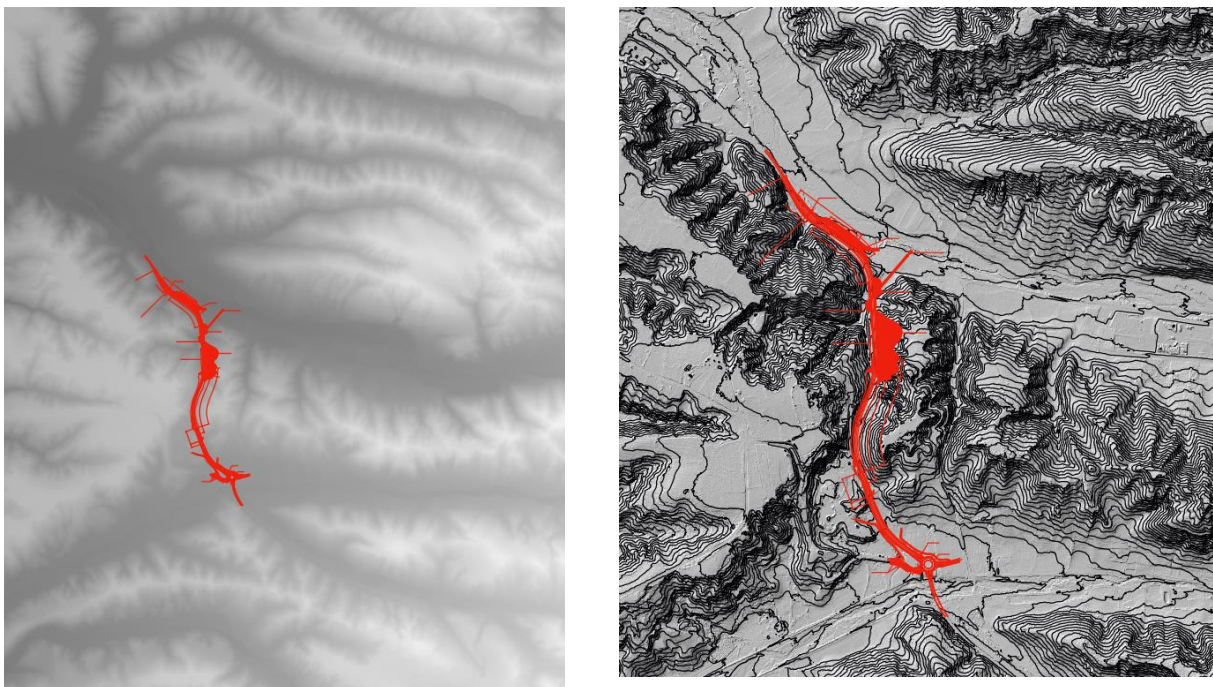


Figura 6.1 – Sovrapposizione del tracciato di progetto sul DTM da rilievo LIDAR a disposizione (a sx) e su modello Hillshade (ombreggiature), dopo aver estrapolato le isoipse direttamente dal DTM (a dx)

Attraverso alcune analisi è stato possibile implementare le informazioni derivate dal DTM con la creazione, per esempio, di un modello Hillshade (ombreggiature), in particolare questo tipo di modello raster può essere utilizzato per dare una ombreggiatura al raster sorgente e produrre nell'osservatore l'impressione del rilievo del terreno. Si rende l'idea di tridimensionalità del DEM, grazie all'uso di una scala di grigi da 0 (nero) a 255 (bianco), valori interi applicati su ogni singola cella. La colorazione viene assegnata alle celle in funzione della direzione di illuminazione del sole, combinazione di Azimuth (angolo rispetto al Nord, misurato positivamente in senso orario) e angolo di elevazione sull'orizzonte.

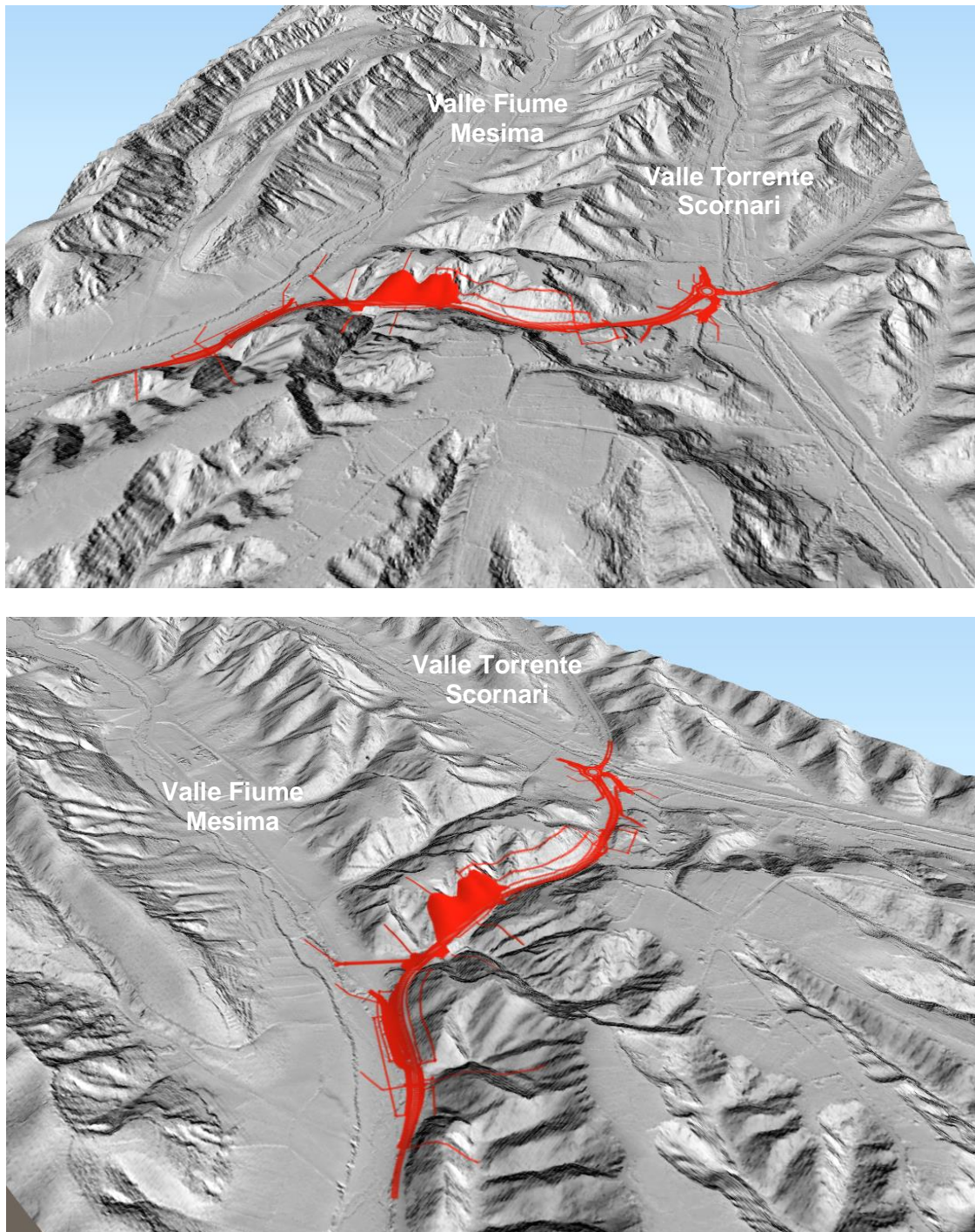


Figura 6.2 – Immagini con visualizzazione in 3D del raster derivato tipo Hillshade (ombreggiatura)

Dalle immagini riportate nelle figure precedenti e in quelle che seguono è possibile verificare il contesto morfologico di riferimento, in particolare l'intero settore appare ben delimitato dai corsi d'acqua principali che si manifestano attraverso le porzioni più depresse caratterizzate dai depositi alluvionali. Le colline presenti bordano la valle fluviale del Torrente Mesima, con un profilo regolare che culmina, generalmente, con le tipiche strutture geomorfologiche delle aree sommitali, tabulari, correlate a lembi di superfici strutturali, corrispondenti a terrazzi morfologici pleistocenici, residui di una preesistente superficie, in gran parte smantellata dalla successiva azione dei processi erosivi che hanno condotto al modellamento del territorio secondo le linee attuali.

PROGETTAZIONE ATI:

Attraverso l'utilizzo di interpolazioni e configurazioni disponibili, si sono state realizzate delle visualizzazioni tematiche della superficie, evidenziando con colori differenti le differenti fasce di elevazione, il quale risultato rende l'informazione più diretta e meglio comprensibile nell'ottica di una caratterizzazione morfologica del territorio.

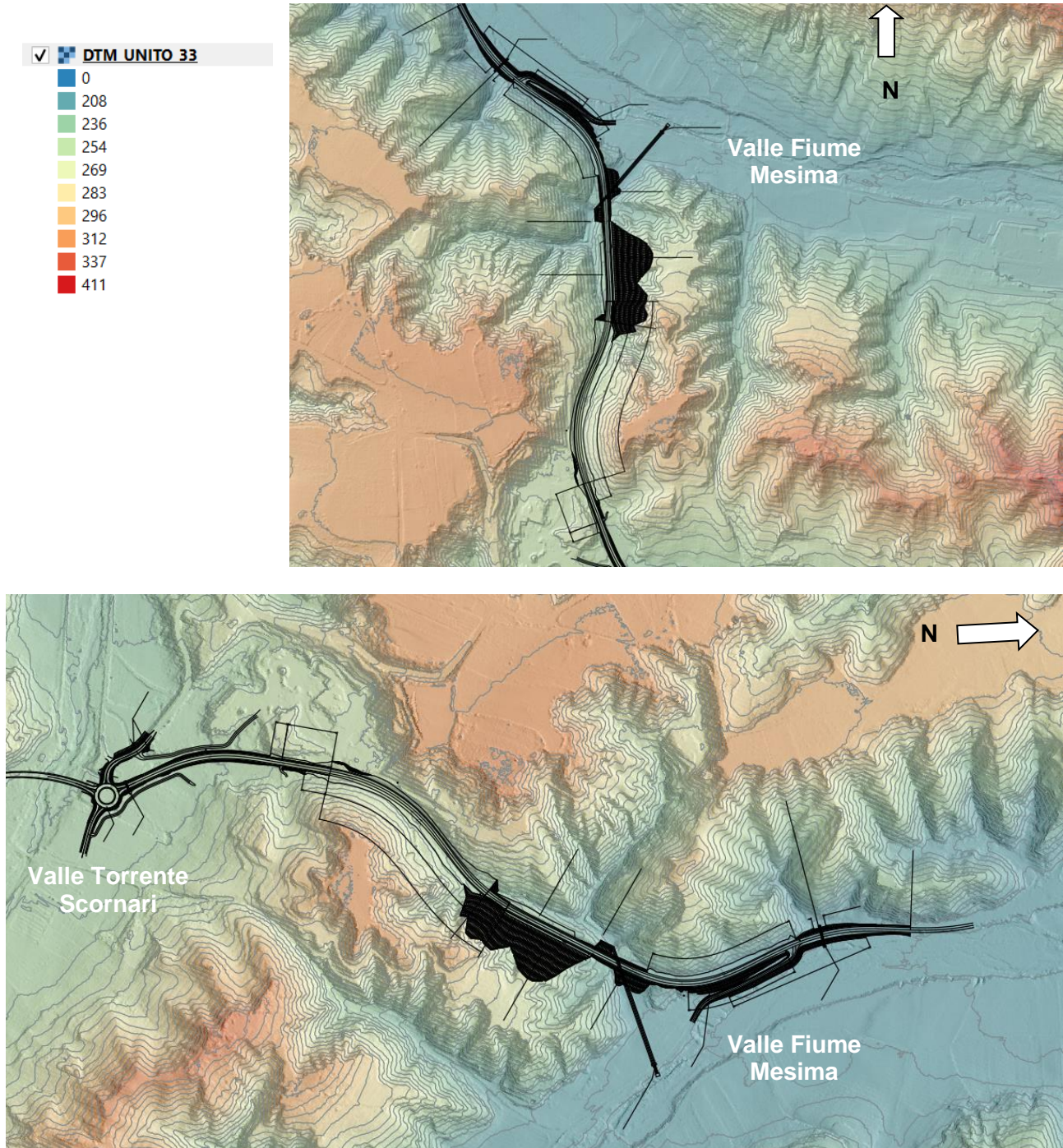


Figura 6.3 – Esempio di restituzione a fasce di elevazione per il DTM disponibile con sovrapposizione del tracciato in oggetto

PROGETTAZIONE ATI:

A partire dal DTM si è realizzato la creazione di Raster derivati che rappresentassero le classi di pendenza, queste esprimibili in termini di percentuali o gradi. In tal modo è stato possibile verificare le condizioni dei versanti interferenti con le opere in progetto ponendo tale condizione in relazione ai possibili inneschi di fenomeni di versante o di processi di dilavamento. Di seguito si riportano degli stralci di immagini derivate da tali analisi rappresentate in classi di acclività espresse in gradi.

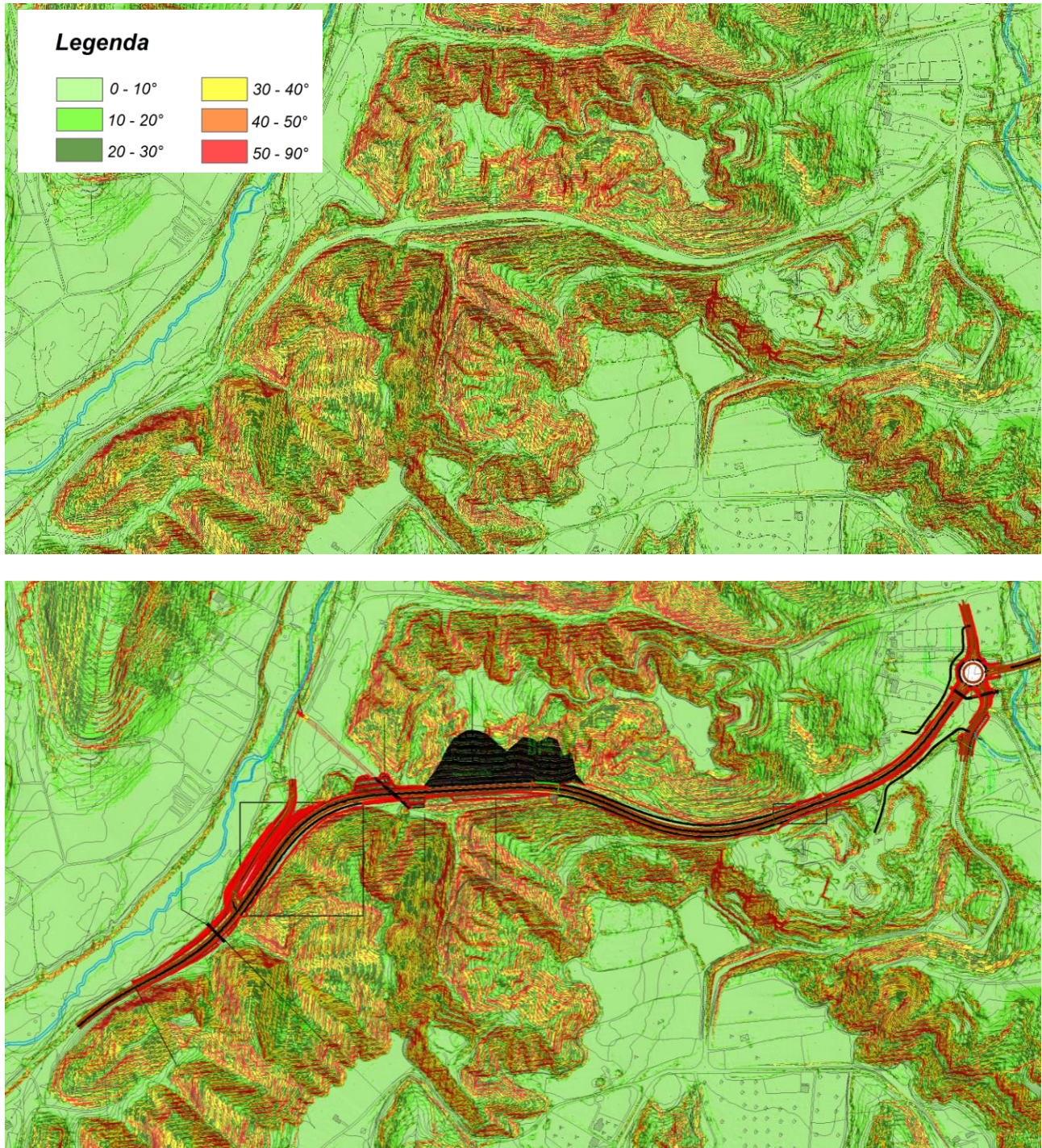


Figura 6.4 - - Immagini rappresentative di analisi SLOPE (classi di pendenza espresse in gradi) a partire da DTM disponibile

PROGETTAZIONE ATI:

Le informazioni di carattere morfologico sono state implementate attraverso l'analisi di rappresentazione dell'esposizione dei versanti (aspect) che riproduce l'esposizione dei versanti rispetto al sud geografico. Il fattore "esposizione" riflette le diverse condizioni termiche e di umidità della porzione più superficiale del suolo, che possono contribuire alla predisposizione del pendio alla generazione di movimenti franosi.

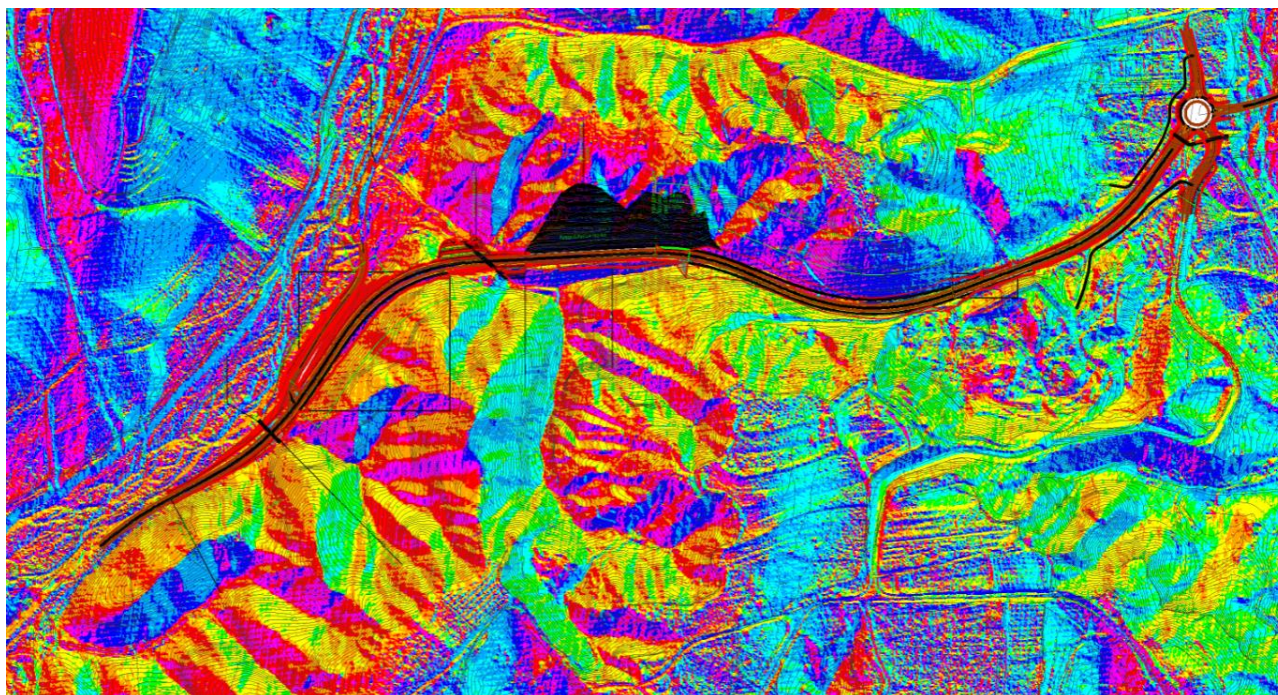
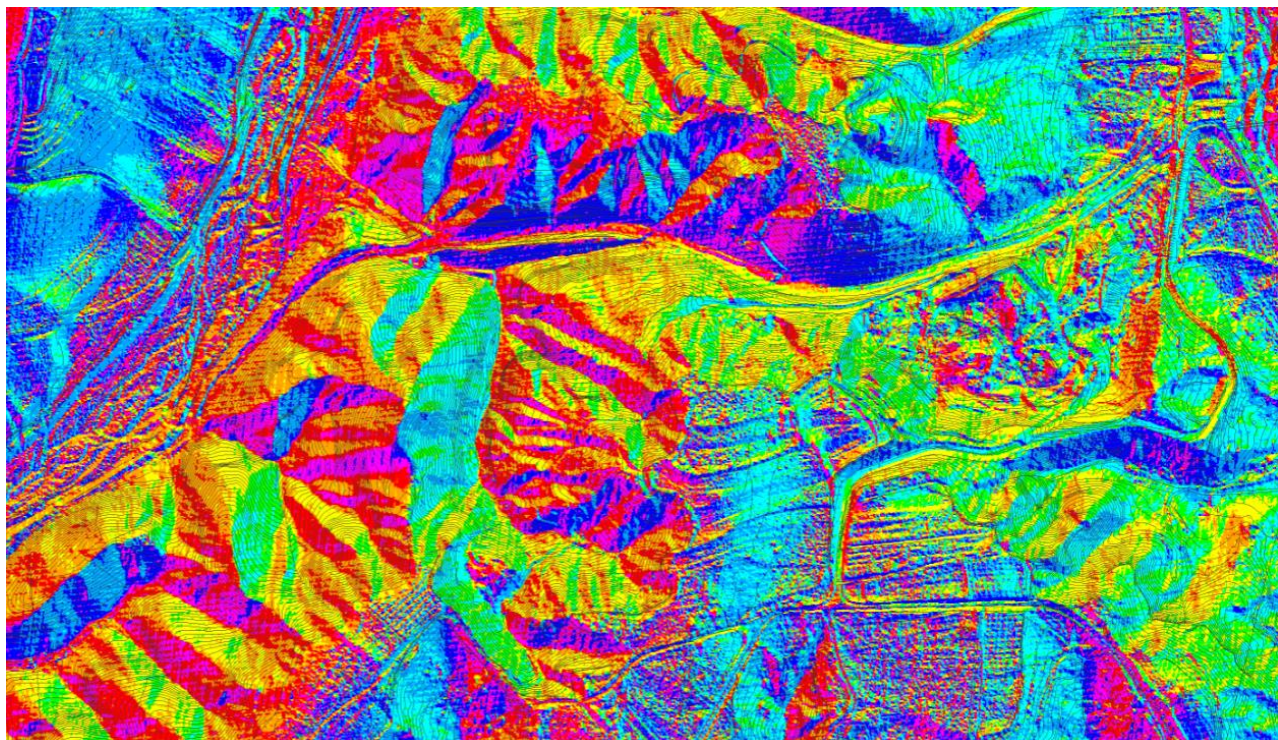


Figura 6.5 – Immagini rappresentative di analisi ASPECT (esposizione dei versanti) a partire da DTM disponibile

PROGETTAZIONE ATI:

In particolare, dalle risultanze delle analisi geomorfologiche, rappresentate nelle immagini precedenti, è possibile constatare come i tratti di versante caratterizzati da una maggiore acclività (in genere con un'inclinazione maggiore ai 30°) e da un'esposizione prevalentemente verso N/NW, sono quelli in cui sono stati riscontrati i processi erosivi più intensi, causati dal deflusso idrico superficiale non controllato.

PROGETTAZIONE ATI:

7. ANALISI FOTO-INTERPRETATIVA DI TIPO COMPARATIVA

La fotointerpretazione, anche quella ottenuta attraverso immagini satellitari con viste 3D, costituisce lo strumento di lavoro più utile e completo per eseguire sistematiche indagini di tipo geomorfologico su vaste aree di territorio. I vantaggi maggiori derivano da una visione di insieme globale ed omogenea di quegli elementi fisici territoriali (caratteristiche morfologiche e geologiche) difficilmente apprezzabili nelle attività di rilevamento a terra; L'analisi consente inoltre una buona definizione della geometria e della tipologia dei fenomeni, ma lascia un certo margine di incertezza per quanto riguarda la definizione dello stato di attività, specialmente in mancanza di riprese multitemporali

Con l'ausilio delle immagini satellitari disponibili tramite l'applicazione Google Earth, si è potuto svolgere una analisi geomorfologica dell'area strettamente di interesse, di tipo multitemporale. Di seguito si riportano alcune immagini catalogate per anno con indicazioni derivate dalle osservazioni.



PROGETTAZIONE ATI:

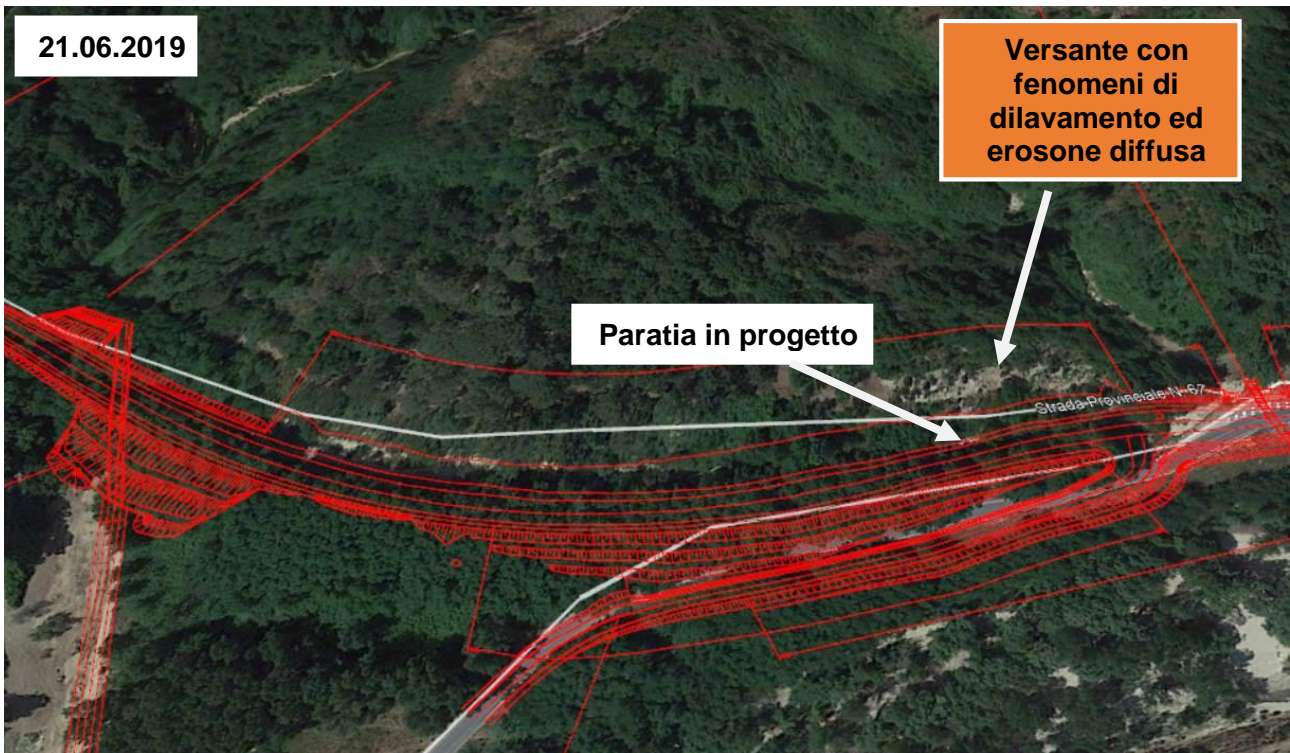
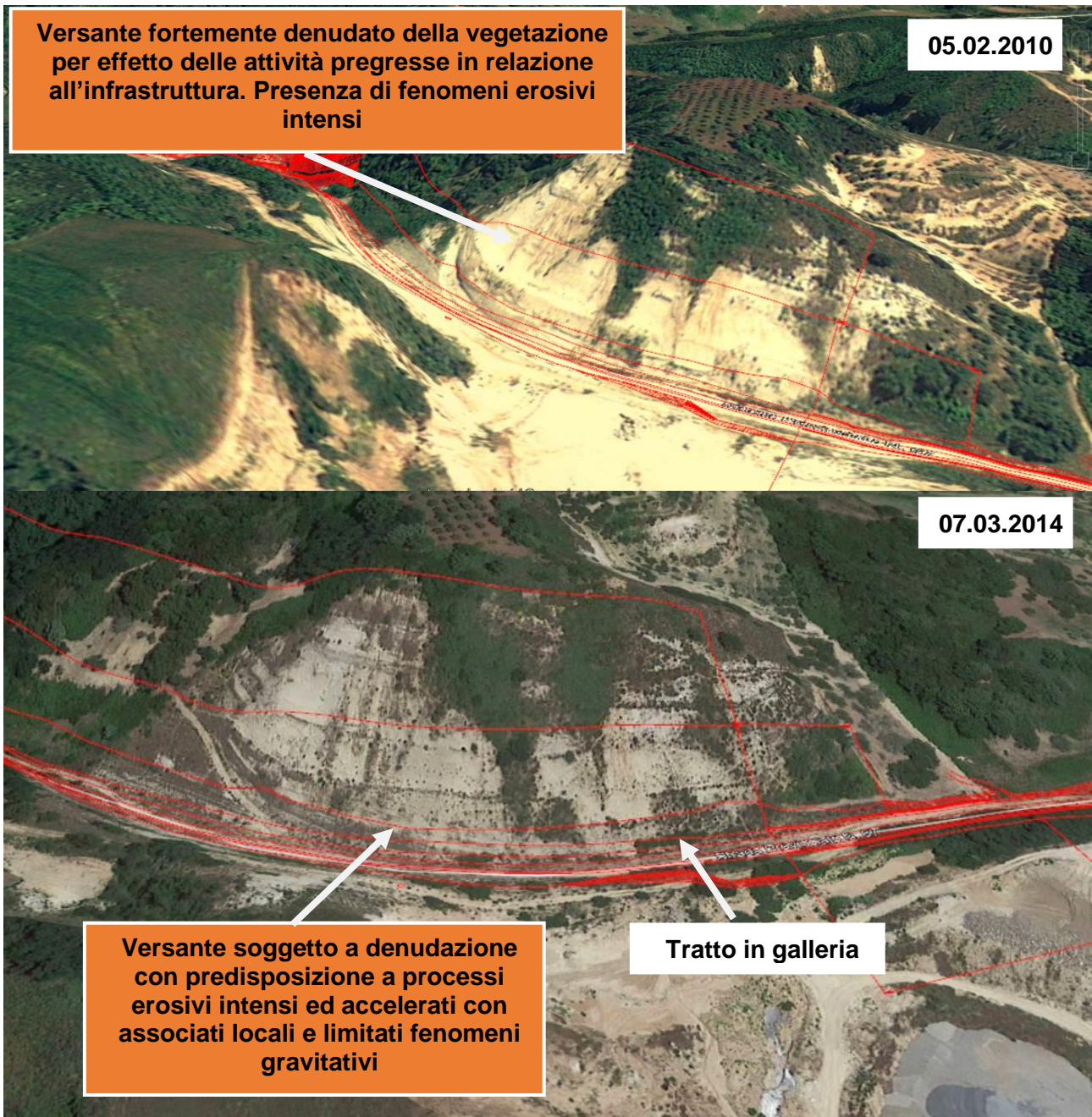


Figure 7-1 – Immagini satellitari in vista 3D (Fonte Google Earth) del tratto tra le pk 0+400-0+550 riferite all’anno 2010 e 2019

Dalle immagini si può notare come i versanti, che sono stati oggetto dei lavori di realizzazione dell’infrastruttura precedentemente avviati e poi abbandonati, dopo la rimozione della copertura vegetale siano stati interessati da intensi fenomeni erosivi causati dall’azione delle acque di dilavamento superficiali non regimentate (Foto anno 2010); e come col passare del tempo la naturale rivegetazione del versante ha contribuito in maniera determinante a limitare e rallentare tali fenomeni (Foto anno 2019).

PROGETTAZIONE ATI:



PROGETTAZIONE ATI:

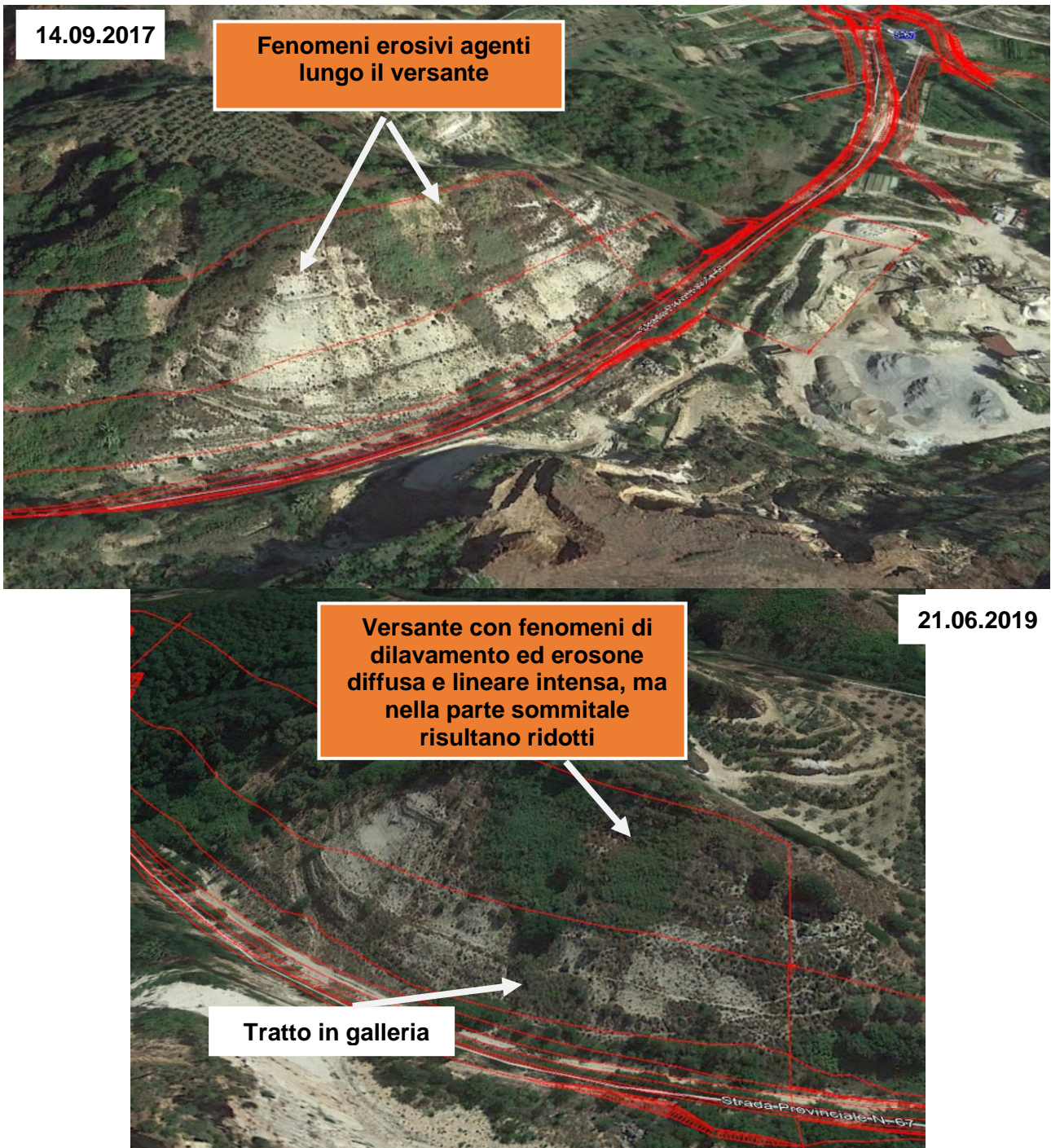


Figure 7-2 - Immagini satellitari in vista 3D (Fonte Google Earth) tratta in galleria artificiale, riferite all'anno 2010-2014-2017-2019

In questo tratto si può osservare come la maggiore acclività e la maggiore estensione dell'area denudata, a causa dei lavori eseguiti e poi abbandonati, abbia generato sul versante l'innescio di fenomeni erosivi prevalentemente di tipo areale e secondariamente di tipo lineare, solo parzialmente rallentati dalla ricrescita della vegetazione arborea ed arbustiva.

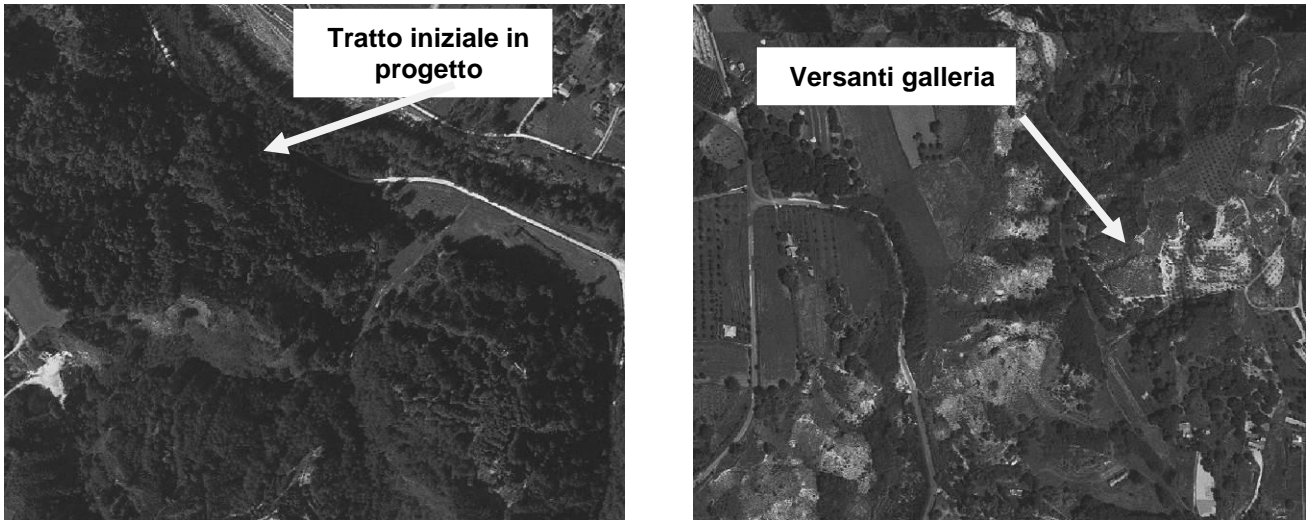
In aggiunta a tali immagini satellitari, sono state consultate le ortofoto disponibili sul Geoportale Nazionale attraverso l'ausilio del visualizzatore 2D e riportate di seguito.

PROGETTAZIONE ATI:

Dall'anno 1994 e fino al 2006, il settore di interesse presentava una relativa condizione di stabilità morfologica, soprattutto in corrispondenza del tratto iniziale dell'attuale progetto.

Mentre il versante posto in sinistra rispetto alla galleria artificiale di progetto era caratterizzato da alcuni movimenti associati alle dinamiche di versante (foto del 1994), poco estesi e localizzati nella porzione di fondovalle. Tuttavia gli stessi non compaiono a distanza di anni (Foto 2006) e contemporaneamente non sono presenti gli agenti modellatori riferiti ai processi di dilavamento.

Anno 1994



Anno 2006



Figure 7-3 – Ortofoto riferite all'anno 2006 con indicazione di alcune tratti in progetto (Fonte Geoportale Nazionale)

In conclusione, si può affermare che le forme e i processi geomorfologici presenti sul terreno, generati prevalentemente dall'azione delle acque di dilavamento superficiale, e secondariamente la scarsa resistenza all'erosione delle litologie affioranti e dall'acclività dei versanti, hanno come causa predisponente la mancanza di copertura vegetale, che avrebbe efficacemente rallentato e ridotto tali fenomeni.

PROGETTAZIONE ATI:

8. RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO DI DETTAGLIO

8.1. METODOLOGIA

Il rilevamento geomorfologico di dettaglio ha avuto come finalità quella di descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto e potenziali, estesi ad un intorno geomorfologicamente significativo, ma focalizzando l'attenzione ai versanti insistenti lungo il tracciato in progetto. Nello specifico con riferimento ai processi morfologici si sono valutate le origini e la tendenza evolutiva, ma verificandone nel contempo la relazione con le opere previste al fine di definire la reale condizione di stabilità attuale e post-intervento e garantire in tal senso eventuali variazioni.

Il rilevamento geomorfologico ha avuto inizio a partire da ricerche preliminari, atte a raccogliere il maggior numero di informazioni sull'area di interesse e durante le quali sono state reperite carte topografiche, immagini telerilevate, studi, pubblicazioni scientifiche e relazioni tecniche. Successivamente, l'acquisizione di dati, elementi ed informazioni di tipo geomorfologico è avvenuta sia attraverso osservazioni dirette di terreno, sia attraverso l'esame di foto aeree, ortofoto ed immagini satellitari (Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994).

Gli esiti dello studio sono rappresentati sia attraverso il report delle schede di dettaglio nelle quali vengono riportate le principali risultanze derivate dallo stesso rilevamento e sia graficamente tramite la cartografia geomorfologica (modificata rispetto alla versione precedente e rientrante tra gli elaborati di riferimento), nella quale sono state distinte le forme ed i processi in base all'"agente morfogenetico" che li ha prodotti (Canuti *et alii*, 1992; Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994), ovvero la "gravità" e le "acque superficiali". Inoltre, i movimenti franosi sono stati distinti sia in base alla tipologia di movimento, sia in base al tipo di materiale coinvolto, sia in base allo stato di attività (Carrara *et alii*, 1987; Del Prete *et alii*, 1992; Bisci & Dramis, 1992; Cruden & Varnes, 1996).

8.2. ELEMENTI GEOMORFOLOGICI RILEVATI

Di seguito si riporta la descrizione dei morfotipi più significativi rilevati, durante il rilevamento e rappresentati nel "Carta geomorfologica", distinguendo le forme ed i processi in base all'"agente morfogenetico" che li ha prodotti (Canuti *et alii*, 1992; Linee guida al rilevamento geomorfologico del Servizio Geologico Nazionale, 1994).

Relativamente allo stato di attività si sono distinti fenomeni:

Forme, depositi e processi dovuti al dilavamento e all'azione delle acque superficiali

I processi rilevati e cartografati in questa classe di morfotipi sono caratterizzati da forme di denudazione ed erosione. A questi si aggiungono i depositi alluvionali associati ai corsi d'acqua permanenti e temporanei. In particolare, i principali corsi d'acqua dell'area, a carattere perenne, sono rappresentati dal Fiume Mesima e dal Fiume Scornari, che defluiscono in direzione circa NE-SW dal Massiccio delle Serre verso il Mar Tirreno. Inoltre, sono presenti una serie di corsi d'acqua secondari, a carattere per lo più stagionale, con numerosi solchi da ruscellamento concentrato, che si attivano in concomitanza di eventi meteorici intensi e/o prolungati.

In particolare, relativamente alla dinamica delle acque superficiali, sulla base del rilievo geomorfologico, sono state identificati sia fenomeni di erosione areale che concentrata, mentre risultano presenti una serie di depositi alluvionali differenziabili dal punto di vista granulometrico.

Aree interessata da erosione diffusa: Sono aree sottoposte all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi ed a sovrapporsi (erosione diretta da pioggia battente, ruscellamento diffuso, erosione a rivoli). In particolare, nelle aree prive o quasi di vegetazione e dotate di una certa pendenza è stata riscontrata una forma di ruscellamento diffuso (*sheet erosion*).

Le acque piovane, che non si infiltrano nel terreno, inizialmente scorrono in superficie in modo diffuso, sotto forma di una fitta rete anastomizzata di filetti d'acqua, che si distribuiscono sul pendio in modo diverso da un evento pluviometrico all'altro. In tal modo l'acqua piovana, organizzata in filetti, produce un'erosione areale sui versanti, con energia variabile a seconda dell'acclività del pendio sul quale scorre e della presenza di ostacoli lungo il percorso. L'acqua nel suo fluire mobilita e poi trasporta le particelle lungo la linea di massima pendenza; queste possono essere abbandonate alla base dei versanti o in corrispondenza di riduzioni dell'acclività sui versanti, per formare depositi. Questo fenomeno erosivo è particolarmente efficace sui terreni affioranti lungo i versanti privi di copertura vegetale, già disgregati da processi di degradazione meteorica o sufficientemente impregnati d'acqua tanto da impedirne l'infiltrazione.

Si rileva che tali processi agiscono esclusivamente nella porzione superficiale dei terreni affioranti, in quanto gli stessi risultano meno resistenti e facilmente erodibili, ma allo stesso tempo è possibile affermare che con idonei interventi di riduzione del potenziale erosivo quest'ultimi si esaurirebbero senza causare potenziale instabilità.



Foto 8.1 - Forme tipiche associate ai processi di erosione diffusa agenti sui terreni costituenti i versanti

Solchi di erosione concentrata: I versanti di interesse, soprattutto nel corso degli eventi meteorici più abbondanti sono soggetti a fenomeni di intensa erosione lineare. Difatti, il deflusso idrico superficiale non regimato, genera forme lineari, quali rivoli e solchi da ruscellamento concentrato (*rill erosion* e *gully erosion*). L'aumento della quantità o dell'intensità della pioggia, e il suo protrarsi per lunghi periodi di tempo determinano un progressivo incremento della portata, della velocità e quindi dell'energia, ovvero del potere di erosione e di trasporto delle acque dilavanti (PANIZZA, 1988), i flussi idrici tendono a concentrarsi in canali effimeri profondi alcuni centimetri (*rills*) Il progressivo approfondirsi dei rivoli con conseguente aumento della concentrazione di acqua entro linee preferenziali, anche per effetto della presenza in affioramento di termini litologici facilmente erodibili, accentuata acclività del versante e assenza di copertura arborea e arbustiva, producono un'erosione lineare accentuata (*gully erosion*) con la formazione di fossi, solchi di erosione e calanchi, che possono raggiungere profondità considerevoli. L'erosione a solchi, una volta innescata, può evolvere rapidamente, approfondendosi, allungandosi e ramificandosi, con un progressivo arretramento delle testate delle incisioni.



Foto 8.2 - Esempio di processi di erosione concentrata agenti lungo il tracciato in progetto

Depositi alluvionali: I corsi d'acqua principali dell'area, rappresentati dai Fiumi Mesima e Scornari, presentano una marcata tendenza deposizionale. I corsi d'acqua secondari, invece, presentano caratteristiche geomorfologiche relativamente dipendenti dal contesto territoriale in cui si sviluppano. In particolare, nelle porzioni di territorio meno acclivi si riscontra una maggiore attività deposizionale, con in taluni casi, la formazione di vere e proprie conoidi di deiezione. Concludendo, in riferimento alle diverse fasi deposizionali e alle caratteristiche morfologiche riscontrabili lungo i versanti, si è deciso di differenziare, i diversi depositi alluvionali, sulla base delle caratteristiche granulometriche associate. Pertanto lungo gli stessi corsi d'acqua, la tessitura prevalente risulta essere quella più grossolana (sabbia e ghiaia), mentre per i depositi alluvionali ubicati in posizione più distante dai corsi d'acqua attuali, si riscontra una prevalenza di granulometria da media a fine (sabbia e limo).

Forme, depositi e processi gravitativi di versante

Relativamente allo stato di attività si sono distinti fenomeni:

- ✓ *attivi*, attualmente in movimento o comunque con indizi di movimento entro l'ultimo ciclo stagionale;
- ✓ *quiescenti*, attualmente non in movimento, ma per le quali comunque permangono le condizioni naturali che lo hanno prodotto.

La determinazione dello stato di attività è stata compiuta sulla base di fattori relativi all'assetto morfologico generale deducibile dall'esame delle foto aeree, ma anche sulla base del rilievo di dettaglio *in situ* degli indizi di movimento in atto oppure al momento sospesi, ma attivi in tempi recenti. Per questo tipo di fenomeni è stata posta una particolare attenzione nei casi in cui essi coinvolgono aree prossime all'asse stradale in progetto, al fine di non introdurre fattori di accelerazione e ampliamento dei fenomeni gravitativi.

Nel caso di forme quiescenti, gli indizi del movimento, al momento non attivo, sono stati evidenziati con la stessa metodologia dei movimenti attivi. In tale caso, però, la momentanea stabilizzazione del fenomeno, è stata quasi sempre ricondotta alla presenza di una copertura vegetale sulla massa

PROGETTAZIONE ATI:

spostata, alla parziale modificazione delle scarpate ad opera della degradazione meteorica, e in minor misura, ad interventi di modificazione del profilo ad opera dell'uomo.

Con particolare riferimento ai fenomeni franosi generici, gli stessi risultano essere fenomeni naturali, consistenti in movimenti controllati dalla gravità, superficiali o profondi, rapidi o lenti, che interessano i materiali che formano i versanti. L'instabilità di un versante è raramente originata da una singola causa, ma generalmente, è il risultato dell'interazione simultanea di più fattori che hanno contribuito, con modalità e misure diverse, alla rottura dell'equilibrio. I fattori che regolano i processi morfodinamici legati alla instabilità di un pendio sono di ordine geologico, morfologico, idrogeologico, climatico e antropico.

Secondo le nomenclature maggiormente utilizzate (Dikau *et al.*, 1996; UNESCO, 1993; Varnes & Cruden, 1994; Servizio Geologico d'Italia, C.N.R. (G.N.D.C.I.), 1996], i movimenti franosi rilevati e riconosciuti sono stati distinti in:

Frana e corpo di frana complessa: Il movimento risulta essere la combinazione di due o più dei principali tipi di fenomeni gravitativi; nel caso in questione sono presenti prevalentemente movimenti complessi con particolare riferimento all'innesco di fenomeni di scivolamento che possono interessare porzioni significative di versante. Non sono disponibili informazioni sugli spessori delle masse mobilitate, anche se per i movimenti più estesi sono state ipotizzate spessori prossimi o poco superiori ai 5-6 m. **In ogni caso, tali processi non risultano interferenti con il tracciato in progetto.**

Frana e corpo di frana di colamento lento: Tale fenomeno è caratterizzato, generalmente, da spostamenti lenti di materiali costituenti i versanti. Il movimento è distribuito in maniera continua nella massa spostata, con superfici di taglio multiple e temporanee. Tali forme, sono state riconosciute lungo i versanti che delimitano il tracciato in progetto, con possibili locali interferenze, soprattutto in corrispondenza delle progressive iniziali dove è prevista una paratia di pali. Lo stato di attività è stato valutato come quiescente, la loro ridotta estensione areale e i dati raccolti durante i rilievi eseguiti, hanno permesso di valutare lo spessore di tali forme gravitative mediamente compresi tra 2 e 3 m.



Foto 8.3 – Area di origine della frana di colamento posta nel tratto iniziale del tracciato



Foto 8.4 Corpo di frana di colamento visibile ai lati dell'attuale sede calpestabile e soggetta a processi erosivi

Area soggetta a deformazione superficiale lenta: Zone caratterizzate da fenomeni deformativi superficiali diffusi, spesso non delimitabili singolarmente. Si tratta di fenomeni di soliflusso e creep, ai quali si possono associare frane in s.s.. Tali fenomeni interessano unicamente le coltri di

PROGETTAZIONE ATI:

copertura o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico dell'area, con spessori ridotti e comunque non superiori 1-2 m.



Foto 8.5 - Porzione di versante caratterizzato da processi deformativi superficiali lenti

Forme, depositi e processi di origine mista

Sono presenti forme, processi e depositi dovuti all'azione concomitante di più fattori, ovvero di genesi mista. In generale, si tratta di elementi originati dall'azione combinata di gravità e acque correnti superficiali, anche se non si può escludere l'intervento di fattori secondari connessi con l'azione della tettonica o dell'uomo.

Con riferimento al progetto stradale in oggetto sono state rilevate i seguenti morfotipi:

Deposito eluvio-colluviale: Sono depositi che possono occupare significative estensioni, ma con spessori generalmente ridotti, compresi tra 1 e 2 m. Accumuli più importanti si rinvencono, solo localmente, in corrispondenza di alcune aree impluviali e nelle porzioni medio-basse dei rilievi più estesi, con associata anche la formazione di forme lobate e a ventaglio riconducibili a conoidi.



Foto 8.6 - Accumulo eluvio - colluviale

PROGETTAZIONE ATI:

Superficie terrazzata: Sono presenti nelle porzioni sommitali delle maggior parte dei rilievi dell'area di interesse. Morfologie sub-pianeggianti o poco acclivi, più o meno estese, connesse sia all'assetto strutturale dei depositi presenti che a fenomeni erosivi di genesi fluviale.

Forme antropiche e manufatti

In generale, si tratta di riporti antropici connessi con le infrastrutture stradali, di argini e canali artificiali collegati alla bonifica idraulica degli alvei più importanti. A questi si aggiungono le aree di estrazione per inerti poste in corrispondenza della parte terminale del tracciato, di cui una risulta essere attualmente attiva ed estesa in termini areali.



Foto 8.7 – Cava di inerti attiva posta in prossimità del tratto finale dell'asse stradale in progetto con visibile sullo sfondo il colle Scornari

8.3. RISULTANZE DERIVATE DAL RILEVAMENTO GEOMORFOLOGICO CONNESSE ALLE OPERE IN PROGETTO

Con riferimento alle opere principali in progetto, di seguito si riportano le considerazioni di carattere geomorfologico derivate dal rilevamento di dettaglio, con specifico approfondimento nel riconoscimento dei fenomeni e processi in atto o potenzialmente innescanti e nella loro implicazione con le opere.

Tale rilevamento è stato eseguito anche sulla base delle evidenze scaturite dalle indagini geognostiche e geofisiche condotte durante le varie fasi progettuali.

Per una più approfondita trattazione si rimanda all'elaborato di riferimento allegato alla presente fase progettuale e contenente le schede di dettaglio del rilevamento geomorfologico.

Verifica 1 - Riferimento Progettuale: Inizio lotto – pk 0+300

- Versante posto a ridosso dell'opera di contenimento in progetto – Paratia di Pali della lunghezza di 255,80 m.



Figura 8.1 – Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata

Durante il rilevamento sono state identificate locali scarpate di degradazione, ma che manifestano una limitata estensione ed associate esclusivamente alla porzione superficiale. A tali forme si aggiungono in percentuale maggiore i processi di erosione diffusa sottoposta all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi ed a sovrapporsi. Sono state riscontrate forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (gully erosion) e in subordine forme di ruscellamento diffuso (rill erosion e sheet erosion), con formazioni di forre e accenni a forme tipiche delle piramidi di terra, a dimostrare la predisposizione di tali litologie a processi di tale genere.

È presente un corpo di frana di colamento lento, lo stato di attività è stato valutato come quiescente, i dati ottenuti dai diversi rilievi e la ridotta estensione areale hanno permesso di stimare gli spessori interessati nell'ordine di 2 e 3 m massimo.

PROGETTAZIONE ATI:

In questo tratto è prevista la realizzazione di una paratia di pali con una quota rialzata rispetto al p.c., in modo da contenere gli scavi ed evitare la rimozione di aree vegetate esistenti. Nel tratto si prevede anche la regimentazione delle acque superficiali.



Foto 8.8 – Alcune forme e processi in atto in corrispondenza del versante considerato

Verifica 2 - Riferimento Progettuale: pk 0+200 -0+300

- Muro di sostegno esistente e porzioni in rilevato connesse alle progettazioni pregresse.

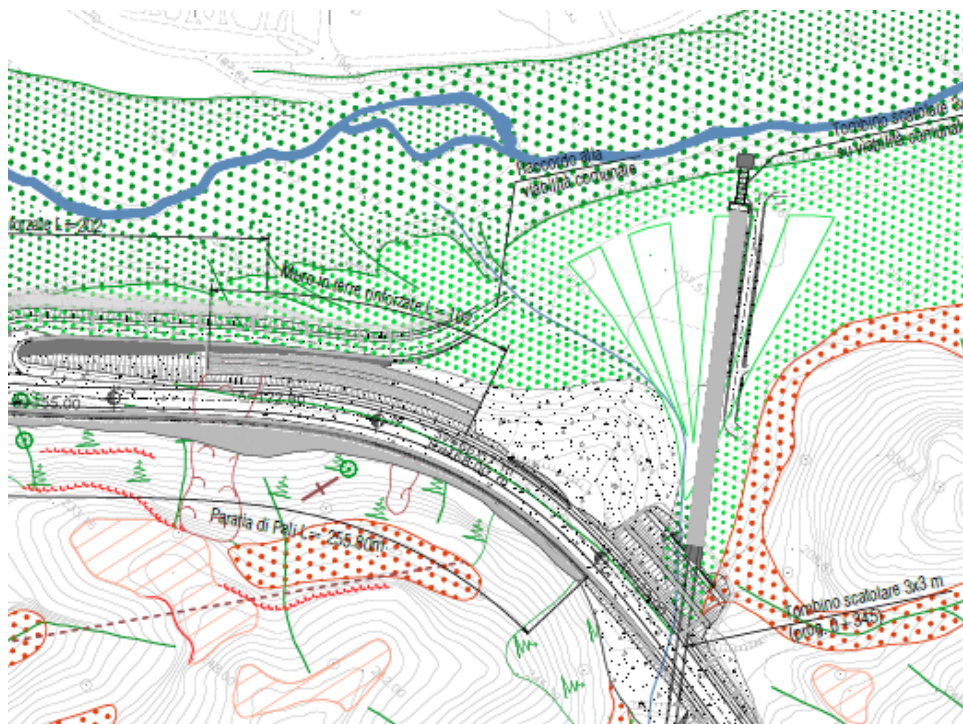


Figura 8.2 - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata

In questa tratta sono state identificati fenomeni di erosione concentrata che coinvolgono il rilevato esistente, sono presenti locali scalzamenti del muro esistente con zone di accumulo del materiale terrigeno trasportato dalle acque dilavanti. Il deflusso idrico superficiale non regimato genera forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (gully erosion), con gli stessi che si approfondiscono nel corso del tempo. È presente un modestissimo accumulo di frana riferito ad un

PROGETTAZIONE ATI:

colamento superficiale che ha interessato una porzione del versante a monte del muro esistente, lo stato di attività è stato valutato come quiescente. Vista la ridotta estensione areale del fenomeno e in base ai dati raccolti durante i rilievi eseguiti lo spessore della coltre mobilizzata è stato stimato in circa 1-2m massimo.



Foto 8.9 – Alcune evidenze dei processi erosivi intensi presenti nell'area di interesse

Verifica 3 - Riferimento Progettuale:

- Riprofilatura scarpata esistente e Paratia di pali in sx di lunghezza 152,40 m



Figura 8.3 - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata

In questo tratto sono state riconosciute forme derivanti dai processi di dilavamento agenti lungo il versante, il deflusso idrico superficiale non regimato genera forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (*gully erosion*), con possibile evoluzione in taluni casi, in locali scivolamenti superficiali tipo “soil slip”, intesi come movimenti per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense, ma che interessano spessori limitati di terreno e i quali effetti si esauriscono velocemente con la profondità. A questi si aggiungono accumuli detritici di ridotta estensione, in forma di conoide, posti alla base del versante stesso. Tale condizione risulta prevalentemente riscontrabile nella parte medio-bassa del versante o comunque in corrispondenza dei settori a maggior pendenza. Nella parte alta del

PROGETTAZIONE ATI:

versante la presenza di una folta vegetazione arborea/arbustiva e una efficace raccolta delle acque di dilavamento superficiale riduce sensibilmente i processi erosivi in atto



Foto 8.10 – Forme di erosione in atto riscontrate nell'area di interesse

PROGETTAZIONE ATI:

Verifica 4 - Riferimento Progettuale: Da pk 0+550.000 a pk 0+920.000

- Galleria Artificiale

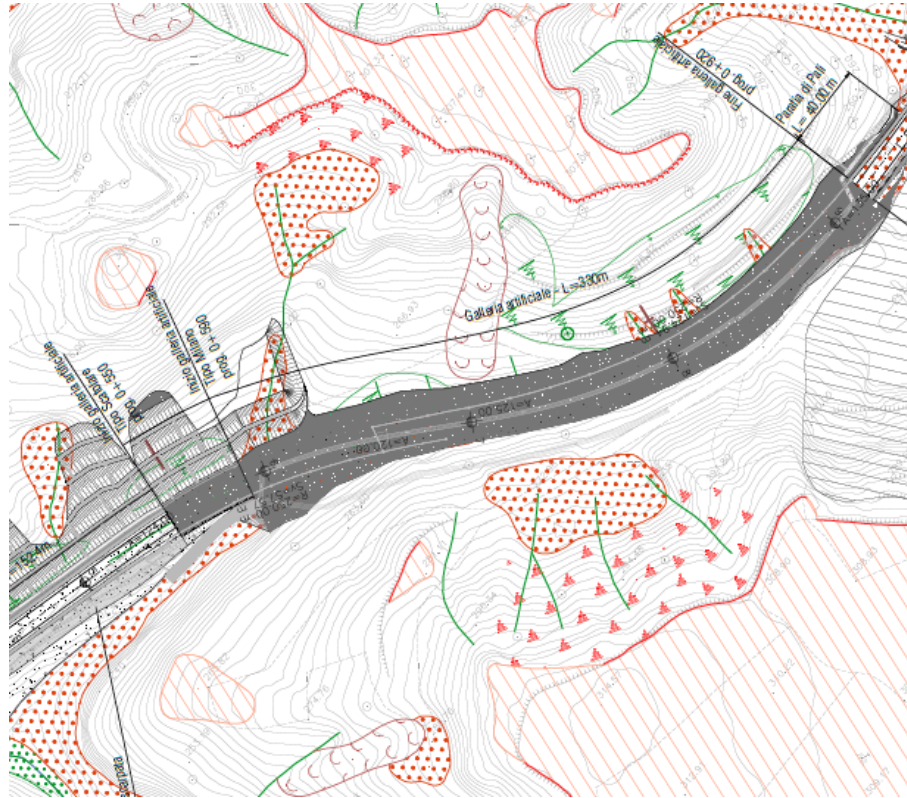


Figura 8.4 - Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata

Sono stati rilevati processi associati al dilavamento ed all'azione delle acque superficiali (*rill erosion, sheet erosion, e gully erosion*), che agiscono lungo il versante principalmente in corrispondenza della porzione medio-bassa dello stesso, con forme di ruscellamento diffuso. Le acque incanalate naturalmente, la forza di gravità e l'assenza della vegetazione, in buona parte del versante considerato, sono gli agenti modellatori principali, sono infatti presenti numerose forme di erosione (forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra"), che possono evolvere, in rari casi, in fenomeni di instabilità, quali soliflussi o modeste colate di fango e di terra, che interessano unicamente le coltri di copertura o le porzioni più superficiali ed alterate del substrato geologico. A queste si aggiungono la formazione di depositi eluvio-colluviali, con spessori generalmente ridotti, compresi tra 1 e 1.5 m, in corrispondenza di alcuni impluvi e nelle porzioni medio-basse del rilievo, con associata la formazione di forme lobate e a ventaglio riconducibili a conoidi. È stato riconosciuto un corpo di frana, corrispondente ad un colamento lento. Il movimento è distribuito in maniera continua nella massa spostata, con superfici di taglio multiple e temporanee. **Quest'ultimo non interferendo direttamente con il progetto della galleria non risulta rilevante ai fini progettuali**



Foto 8.11 – Forme di accumulo e processi di erosione in atto sul versante considerato

Verifica 5- Riferimento Progettuale

- Paratia di pali posta sx della lunghezza di 40.00 m. Paratia di Pali – Muro posti in dx della lunghezza di 100.00 m



Figura 8.5 -- Stralcio della carta geomorfologica con riferimento all'area indagata

Durante il rilevamento sono stati individuati processi associati al dilavamento ed all'azione delle acque superficiali associati alla presenza di depositi di origine mista. L'area risulta interessata da erosione diffusa sottoposta all'azione di fenomeni diversi che tendono a concentrarsi ed a

PROGETTAZIONE ATI:

sovrapporsi. Sono state riscontrate prevalentemente forme lineari, quali solchi da ruscellamento concentrato (*gully erosion*) che agiscono originariamente lungo le aree di displuvio sui versanti producendo accumuli detritici posti allo sbocco degli stessi impluvi. Tali processi insistono lungo la sede calpestabile esistente associata alle attività pregresse.



Foto 8.12 – Processi di dilavamento in atto con creazione di solchi erosivi lungo il piano calpestabile sede dell'asse stradale in progetto.

9. CONCLUSIONI

Il presente documento è parte integrante dello studio di approfondimento geomorfologico richiesto a seguito della Verifica di Ottemperanza (Art. 28 D.Lgs. 152/06 del e s.m.i.) e al parere allegato CTVA n.184 del 26 febbraio 2021. Nello specifico, la relazione geomorfologica integra le conoscenze in ambito morfologico che hanno caratterizzato gli studi pregressi, in quanto nella seguente fase sono state compiutamente verificate le condizioni in termini di stabilità generale e relativa alle porzioni di territorio connesse direttamente e indirettamente con le opere previste in progetto, supportate anche dalla realizzazione di una campagna di indagini geognostica integrativa.

Gli esiti dello studio sono rappresentati sia attraverso il report delle schede di dettaglio (T00GE01GEORE03_B) nelle quali vengono riportate le principali risultanze derivate dallo stesso rilevamento e sia graficamente tramite la cartografia geomorfologica, nella quale sono state distinte le forme ed i processi in base all'agente morfogenetico" che li ha prodotti.

In relazione allo studio sono state condotte anche una serie di analisi geomorfologiche, a partire dalla disponibilità di un DTM (Digital Terrain Model), e riprodotte attraverso gli applicativi disponibili in ambiente GIS. Tali analisi hanno permesso di inquadrare il territorio sotto prospettive visive differenti rendendo la conoscenza delle condizioni morfologiche ampliate ad un quadro di riferimento più approfondito.

Attività fondamentale di tale studio risulta essere stato il rilevamento geomorfologico di dettaglio, mirato a descrivere in maniera puntuale i processi morfologici in atto e potenziali valutandone le morfogenesi e la loro tendenza evolutiva, in relazione con le opere previste.

L'intera area è caratterizzata da generalizzate manifestazioni di degradazione superficiale dei versanti. Sono segnalati, in prevalenza, fenomeni di tipo superficiale e di modesta entità, localizzati nella coltre eluviale di alterazione che ricopre, con spessori variabili, le unità del substrato.

Dal punto di vista geomorfologico, assumono importanza progettuale i terreni plio-pleistocenici caratterizzati da litologie da sabbiose a sabbioso-limose, affioranti nella maggior parte del tracciato stradale.

I versanti impostati in tali litologie risultano predisposti a processi erosivi, che si esplicano attraverso forme quali forre, fossi di ruscellamento e accenni alle forme tipiche delle "piramidi da terra", con potenziale evoluzione in taluni casi, in locali scivolamenti superficiali tipo "soil slip" intesi come movimenti per saturazione e fluidificazione dei terreni sciolti superficiali che si sviluppano in concomitanza di precipitazioni intense, ma che interessano spessori estremamente limitati e i quali effetti si esauriscono velocemente con la profondità.

I morfotipi maggiormente diffusi risultano essere proprio quelli connessi ai processi di dilavamento e all'azione delle acque superficiali. In particolare, relativamente alla dinamica delle acque superficiali, sulla base del rilievo geomorfologico, sono stati identificati sia fenomeni di erosione areale che concentrata, per i quali risultano previsti interventi progettuali idonei a mitigare efficacemente questi fenomeni (impiego di antierosivi e regimazione delle acque).

Pertanto, pur evidenziando taluni processi geomorfologici attivi, è legittimo affermare che gli interventi di mitigazione previsti in progetto sono idonei a conferire una adeguata stabilità globale post-operam.

In conclusione, fermo restando le indicazioni e prescrizioni fornite nel presente elaborato, si esprime parere geomorfologico favorevole alla realizzazione del progetto.