



CITTÀ METROPOLITANA DI MESSINA

Legge Regionale n. 15 del 04.08.2015

III DIREZIONE

Viabilità Metropolitana

Piano degli interventi ex OCDPC 71/2013 (ex 11/2012)

C.I.G. :

C.U.P. : G57H13002260001

PROGETTO ESECUTIVO

LAVORI DI SISTEMAZIONE DELLA S.P. 54/B DI FILARI – ORECCHIAZZI - RAPANO, NEL COMUNE DI ROMETTA.

ALLEGATI :

1. RELAZIONE TECNICA
2. RELAZIONE GEOLOGICA
3. INDAGINI GEOGNOSTICHE
4. CALCOLI STRUTTURALI GABBIONATA
5. ELENCO PREZZI
6. COSTI SICUREZZA E ONERI PRESUNTI AZIENDALI
7. COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
8. CALCOLO COSTI MANODOPERA
9. QUADRO TECNICO ECONOMICO
10. PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO E FASCICOLO DELL'OPERA
11. PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA
12. CRONOPROGRAMMA

13. CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO E SCHEMA DI CONTRATTO

14. ELABORATI GRAFICI :

- TAV. 1 Tavola di inquadramento territoriale su base IGM scala 1 : 25.000;
TAV. 2 Corografia scala 1 : 10.000;
TAV. 3 Planimetria catastale;
TAV. 4 Tavola interventi;
TAV. 5 Particolari costruttivi;
TAV. 6 Specifica S.P. da stradario Città Metropolitana;

ALLEGATO 2

RELAZIONE GEOLOGICA

Messina, li 25/11/2021 – Agg. prezziario 01/2022 il 02/02/2022 – Agg. prezziario 06/22 il 28/10/2022

Progettisti :

Ing. Anna Chiofalo

Geom. Filadelfo Magno

Geom. Sergio Castorina

SUPPORTO GEOLOGICO :

Funz. Geologo Dott. Biagio Privitera

Visto: IL R.U.P.

Arch. Francesco ORSI

Visti ed Approvazioni



Città Metropolitana di Messina

***III^ DIREZIONE
VIABILITA' METROPOLITANA***

**Lavori di sistemazione della S.P. 54/bis
di Filari - Orecchiazzi - Rapano nel Comune di Rometta
Piano degli interventi O.C.D.P.C. 11/2012**

RELAZIONE GEOLOGICA DEFINITIVA

Messina, 09/07/2021

**IL FUNZIONARIO GEOLOGO
(Geol. Biagio PRIVITERA)**



Città Metropolitana di Messina

**III[^] DIREZIONE
VIABILITA' METROPOLITANA**

LAVORI DI SISTEMAZIONE DELLA SP. 54 BIS DI FILARI – ORECCHIAZZI – RAPANO NEL COMUNE DI ROMETTA – PIANO DEGLI INTERVENTI OCDPC N. 11/2012

PREMESSA

La strada provinciale n. 54 bis, costituisce importante via di accesso al centro abitato di Rometta Superiore collegando anche alcune contrade ed abitazioni sparse con le direttrici costiere. A seguito degli eventi alluvionali del novembre 2011, la sp. 54 bis, in più punti, è stata interessata da fenomeni di dissesto e cedimento sia delle scarpate lato monte (crolli e/o colate detritiche), sia cedimenti di porzioni del piano viale. A seguito dei primi accertamenti esperiti dai tecnici della viabilità dell'Ente, il fabbisogno finanziario ritenuto necessario e proposto, nell'ambito delle attività di ricognizione avviate dal dipartimento Regionale di Protezione Civile, ascendeva a circa Euro 4 Milioni per gli interventi di mitigazione delle condizioni di rischio idrogeologico cui si presentava esposta la strada. A seguito del riconoscimento dello stato di emergenza con OCDPC ex 11/2012 ed erogazione di risorse straordinarie, con Decreto del D. G. del Dipartimento Regionale della Protezione Civile n. 404 del 12/08/2015, è stato stanziato un finanziamento pari ad €. 500.000,00 per "Lavori di sistemazione della SP 54 bis di Filari – Orecchiazzi – Rapano nel Comune di Rometta – Piano degli Interventi ocdpc 11/2012". In ragione della evidente notevole riduzione di risorse finanziarie, cui si aggiunge anche l'intervento del nuovo prezzario regionale dei LL. PP. con aggravio dei costi, si è reso necessario limitare gli interventi, dando priorità ad alcuni ritenuti attualmente più urgenti sia in termini di esposizione al rischio, sia in termini di prevenzione di ulteriori danni. Ciò anche nella considerazione che in alcuni punti critici si è già intervenuti o gli interventi sono in corso di esecuzione con altri fondi. Pertanto, con Disposizione di Servizio prot. n. 2097/IV del 12/10/2015 il Dirigente della ex IV[^] Direzione ha istituito il gruppo di lavoro per la redazione urgente della progettazione esecutiva.

Nella presente nota sono esposti i risultati di uno studio geologico definitivo condotto al fine di fornire un approfondimento al preliminare generale quadro conoscitivo delle caratteristiche geologiche, geomorfologiche, litologiche, idrogeologiche e fisico – meccaniche dei terreni limitatamente ai siti direttamente interessati dagli interventi di progetto esposto nella relazione geologica allegata al precedente livello di progettazione.

Lo studio si è articolato attraverso: ricognizione di superficie sui luoghi; ispezione dei fronti delle scarpate accessibili nelle aree in prossimità dai siti d'intervento; consultazione di cartografia geologica sulla zona ed agli esiti di una campagna di indagini geognostiche e prove in situ e di laboratorio condotte dalla Spett.le Ditta GEODRILL di Santoro Maria.

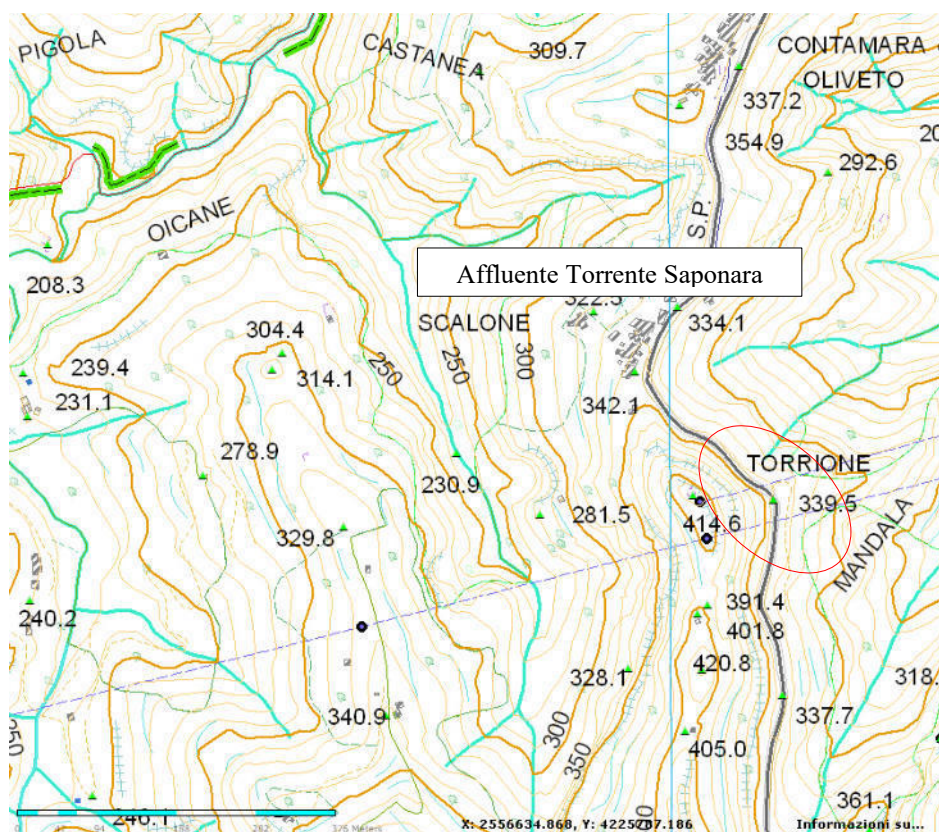
Nei paragrafi successivi verranno, brevemente, trattati i seguenti argomenti:

- **Inquadramento geografico della zona;**
- **Caratteri geomorfologici;**
- **Caratteri geolitologici;**

- **Caratteri idrogeologici;**
- **Descrizione Indagini geognostiche**
- **comportamento fisico meccanico dei terreni;**
- **Interventi di progetto;**
- **Classificazione categoria di suolo con metodologia semplificata e classificazione topografica (d.m. 17 /01/2018)**
- **Conclusioni.**

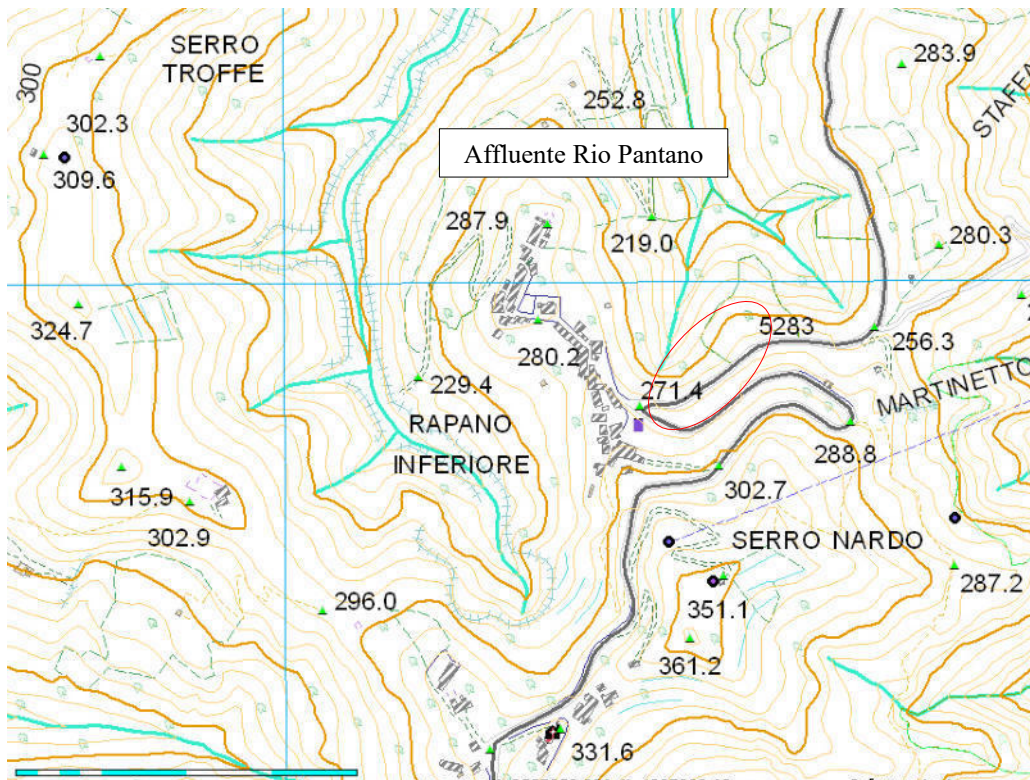
2.INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELLA ZONA

L'area d'interesse progettuale è rappresentata nell'ambito delle Tavole I. G. M. I. "Rometta" I° SE del F. 253 della Carta d'Italia edita dall'Istituto Geografico Militare Italiano, scala 1: 25.000. Più in particolare, i siti interessati dai lavori di progetto restano localizzati nell'ambito del territorio Rometta (Me), a Nord del centro abitato, in località Scalone e Rapano, lungo la sp. 54bis, in prossimità delle chilometriche 5 + 250 e 8 + 000.



Stralcio Carta Tecnica Regionale estratta da:

Regione Siciliana - *Assessorato regionale del territorio e dell'ambiente - Dipartimento regionale dell'urbanistica*
 Area 2 Interdipartimentale - Nodo Regionale S.I.T.R - cerchiato in rosso sito d'intervento in località Scalone.



Stralcio Carta Tecnica Regionale estratta da:

Regione Siciliana - Assessorato regionale del territorio e dell'ambiente - Dipartimento regionale dell'urbanistica
Area 2 Interdipartimentale - Nodo Regionale S.I.T.R - cerchiato in rosso sito d'intervento in località Rapano.

2.1 Localizzazione Interventi

Sulla base di quanto esposto e considerate sia le aree già vulnerate il 22 novembre 2011, sia siti che oggi presentano condizioni di elevato rischio geomorfologico, in ragione delle modeste disponibilità finanziarie, gli interventi di progetto sono stati localizzati nei tratti sotto indicati in quanto alcune vulnerabilità sono già state prese in considerazione nell'ambito di altri lavori già appaltati, mentre ulteriori interventi su altre zone della stessa S.P. 54b (località Sottocastello) – a causa di ulteriori successivi dissesti – sono state oggetto di nuove Ordinanze di Protezione Civile (N° 257/15). Tuttavia, molte altre aree rimangono esposte a rischio geomorfologico residuo su cui occorrerà comunque programmare interventi di mitigazione. I siti di progetto individuati come prioritari, rispetto agli interventi per la mitigazione del rischio della S.P. 54b, derivano dalla pericolosità incombente e non prevedibile, in caso di frane di crollo (circa Km 8+000) e dalla presenza di un tombino e di un impluvio in versante acclive – ove è presente molta vegetazione spontanea – preposto alla raccolta sia delle acque provenienti da monte che dalla frazione “Rapano”, che se non ben canalizzate potrebbero ulteriormente erodere la scarpata a valle e causare un più esteso cedimento del corpo stradale (come si è verificato a valle) con potenziale interruzione della viabilità (Km 5+250 circa).

In sintesi gli interventi da eseguire sono localizzati in prossimità delle progressive:

- **Km. 5+250** circa località Rapano Inferiore, opere di raccolta e smaltimento acque, consolidamento e sostegno piano viabile e barriere laterali;
- **Km. 8 + 000** circa località Scalone-Torrione, opere di contenimento e protezione scarpate lato monte interessate da crollo di blocchi rocciosi e colate detritiche.



(foto sopra - particolare Intervento Km. 8 + 000 circa c/da Scalone-Torrione: Conglomerati in matrice sostenuti)



(foto sopra- particolare intervento Km. 8 + 000 circa c/da Scalone-Torrione: brecce calcaree fratturate)



SP 54 bis Km. 5 + 250 circa c/da Rapano – area localizzazione indagini geognostiche.
foto sotto: Carreggiata ristretta con argine in conglomerato bituminoso per cedimento
scarpata.



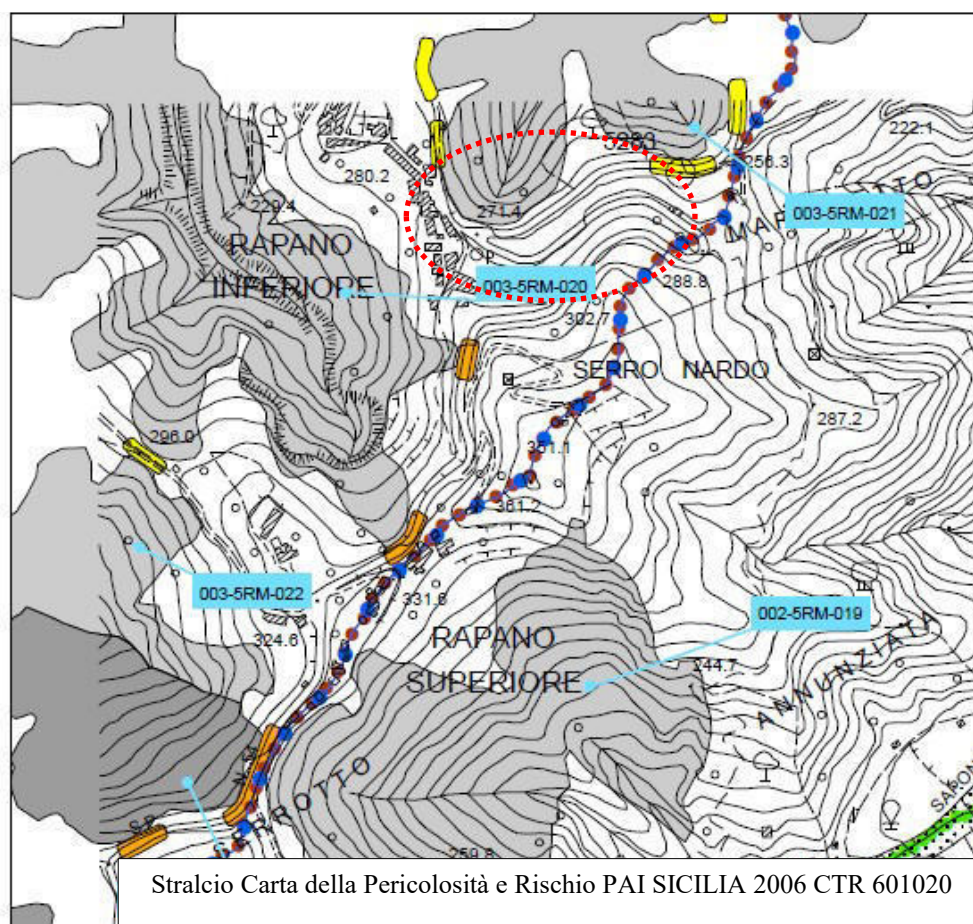
Particolare del sito d'intervento in località Rapano Inferiore – sp. 54/bis Km. 5+250

3. CARATTERI GEOMORFOLOGICI

Il tracciato della strada provinciale n. 54 bis si snoda con andamento prevalentemente a mezza costa in prossimità dello spartiacque principale ad andamento circa nord - sud e che separa il bacino idrografico del torrente di Saponara ad est rispettivamente da quelli del Rio Pantano e torrente Boncoddo ad ovest. Più in particolare l'intervento in località Scalane è posto nell'ambito del bacino idrografico del torrente di Saponara in prossimità dello spartiacque con il torrente Boncoddo. Mentre, l'intervento in località Rapano è localizzato nell'ambito del bacino idrografico del Rio Pantano, in prossimità dello spartiacque con il T. Saponara. Le pendenze dei versanti, nei tratti ove sono previsti gli interventi di progetto, sono nel complesso sempre elevate, localmente accentuate per la presenza di affioramenti rocciosi più competenti. A questi due elementi predisponenti si aggiungono, quali agenti modificatori, le condizioni climatiche cui questi terreni sono stati e sono tuttora esposti, conferendo al paesaggio un aspetto morfologicamente giovanile caratterizzato da accentuata propensione all'erosione ed al dissesto. In siffatte condizioni morfologiche, in genere, la mezzzeria di monte della sede stradale è impostata in scavi di sbancamento mentre quella di valle è impiantata su terreni di riporto. Le condizioni di stabilità della fascia topografica interessata dalla strada sono, pertanto, legate alla dislocazione delle masse detritiche più consistenti ed alla prima fascia di alterazione dei terreni sottostanti, in ragione della granulometria e natura, delle infiltrazioni idriche e del livello di saturazione dei terreni.

Il reticolo idrografico della zona, in ragione della natura litologica, dell'articolazione orografica e dei processi tettonici è caratterizzato da uno sviluppo tipo dendritico, che localmente assume andamento sub-parallelo, regime temporaneo ed apporti prevalentemente di tipo meteorico. Le pendenze dei corsi d'acqua sono sempre molto elevate. L'alveo è spesso incassato nella parte a monte tendendo invece ad allargarsi nella parte di valle ove presenta una coltre alluvionale mal classata, di spessore variabile. Nel complesso la densità di drenaggio è abbastanza elevata in ragione della natura poco permeabile delle rocce su cui è impostato.

L'erosione non si propaga solo lungo i corsi d'acqua, ma ha riflessi anche sui fianchi dei versanti. La diversa risposta all'erosione dei termini litologici affioranti favorisce il maggior approfondimento all'interno degli orizzonti più facilmente erodibili. In ragione delle peculiarità morfologiche, litologiche e climatiche esistenti, l'area in esame è interessata da movimenti gravitativi di estese porzioni di terreno. Dissesti che si verificano, di solito, a seguito di eccessiva imbibizione d'acqua delle coperture eluviali e della prima fascia alterata ed allentata della formazione in assenza di adeguate opere di contenimento e drenaggio, con conseguente scivolamento di masse detritiche e/o crolli di blocchi. Alla prima tipologia di fenomeni (scivolamenti) è da ricondurre il dissesto che ha interessato una porzione della carreggiata lato valle in località Rapano causando il restringimento del piano viabile favorito anche dagli apporti idrici incontrollati provenienti dai versanti a monte e viabilità secondaria. Alla seconda tipologia (crolli) è invece da ricondursi il potenziale rischio imminente lungo alcuni tratti dei versanti lato monte alla strada in località Scalane, sia per la presenza di affioramenti di brecce calcaree intensamente fratturate su scarpate estremamente acclivi localmente sub verticali ed aggettanti, sia per la possibilità di crolli delle porzioni più superficiali degli affioramenti conglomeratici matrice sostenuti, anch'essi sub verticali, per effetto dei processi di alterazione e lubrificazione indotte dalle acque meteoriche che interessano il versante.

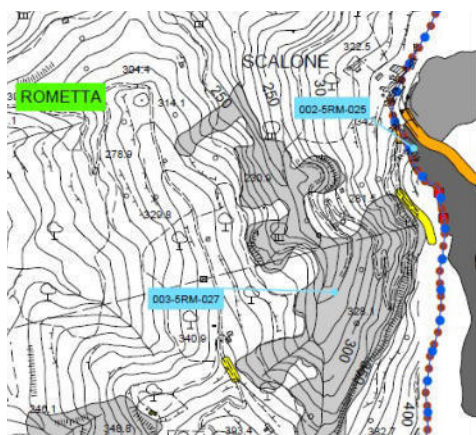


LIVELLI DI PERICOLOSITA'

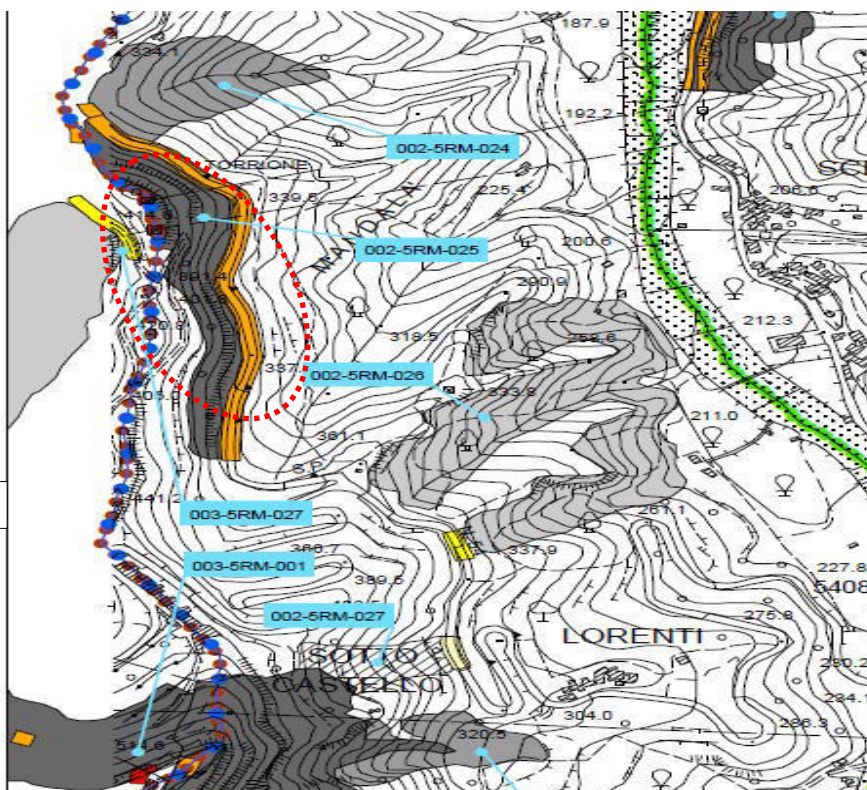
	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

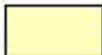


CTR 601010



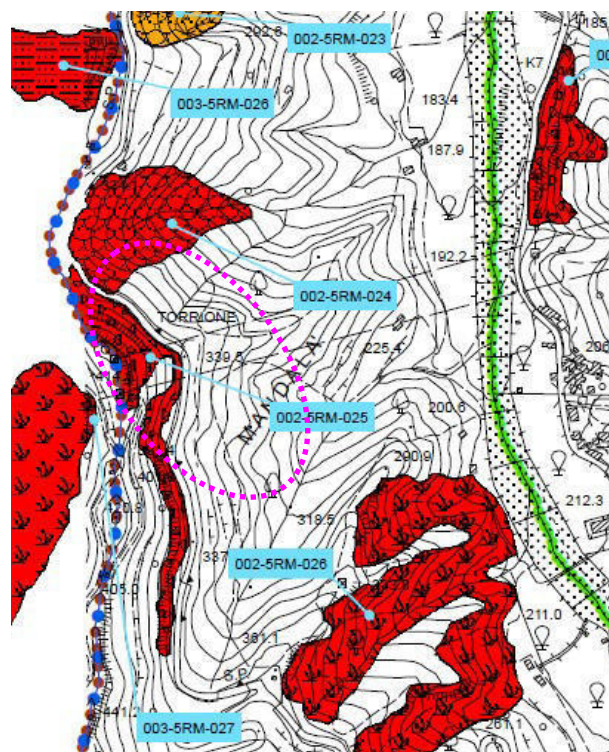
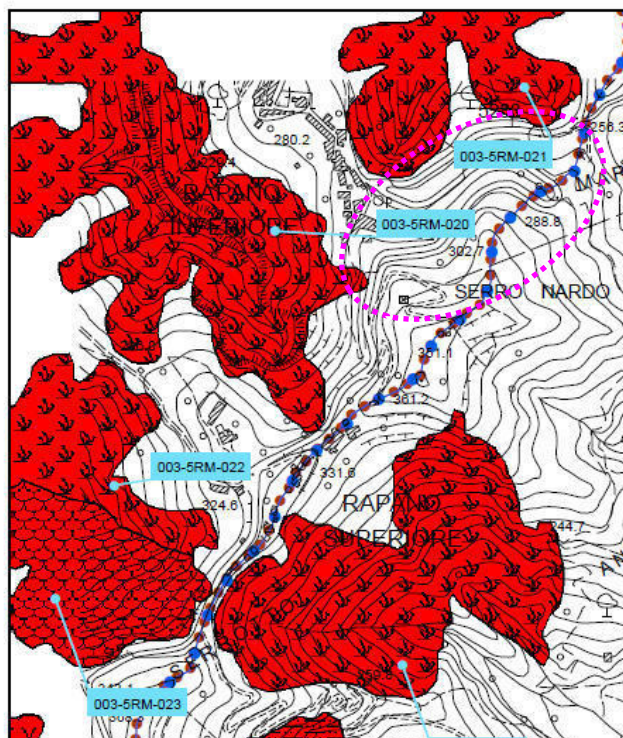
Stralcio Carta della Pericolosità e Rischio PAI SICILIA 2006 CTR 601020

LIVELLI DI RISCHIO

	R1 moderato
	R2 medio
	R3 elevato
	R4 molto elevato

LIVELLI DI PERICOLOSITA'

	P0 basso
	P1 moderato
	P2 medio
	P3 elevato
	P4 molto elevato



Stralcio Carta dei Dissesti PAI SICILA 2006 CTR 601020

LEGENDA

FENOMENI FRANOSI

	Crollo e/o ribaltamento
	Colamento rapido
	Sprofondamento
	Scorrimento
	Frana complessa
	Espansione laterale o deformazione gravitativa (DGPV)
	Colamento lento
	Area a franosità diffusa
	Deformazione superficiale lenta
	Calanco
	Dissesti conseguenti ad erosione accelerata

STATO DI ATTIVITA'

	Attivo
	Inattivo
	Quiescente
	Stabilizzato artificialmente o naturalmente

Dalla consultazione della Cartografia del Piano Stralcio dell'Assetto Idrogeologico della Regione Siciliana, vigente, si evince come le aree oggetto d'intervento progettuale fossero già classificate a pericolosità e rischio. In particolare la zona dell'intervento al Km. 5 + 250 si trova in prossimità ad un'area a pericolosità P2 e franosità diffusa attiva e che gli eventi del 2011 hanno esteso interessando direttamente il piano viabile. L'intervento in prossimità del Km 8 circa si trova in un'area già classificata a rischio elevato (R3) per fenomeni di crollo o ribaltamento attivi, come è possibile evincere dagli stralci della cartografia della CTR 601020 sopra riportati. Anche in corrispondenza del secondo sito d'intervento in occasione degli eventi meteorologici eccezionali del 2011 si sono verificati ulteriori dissesti di crollo e colate detritiche.

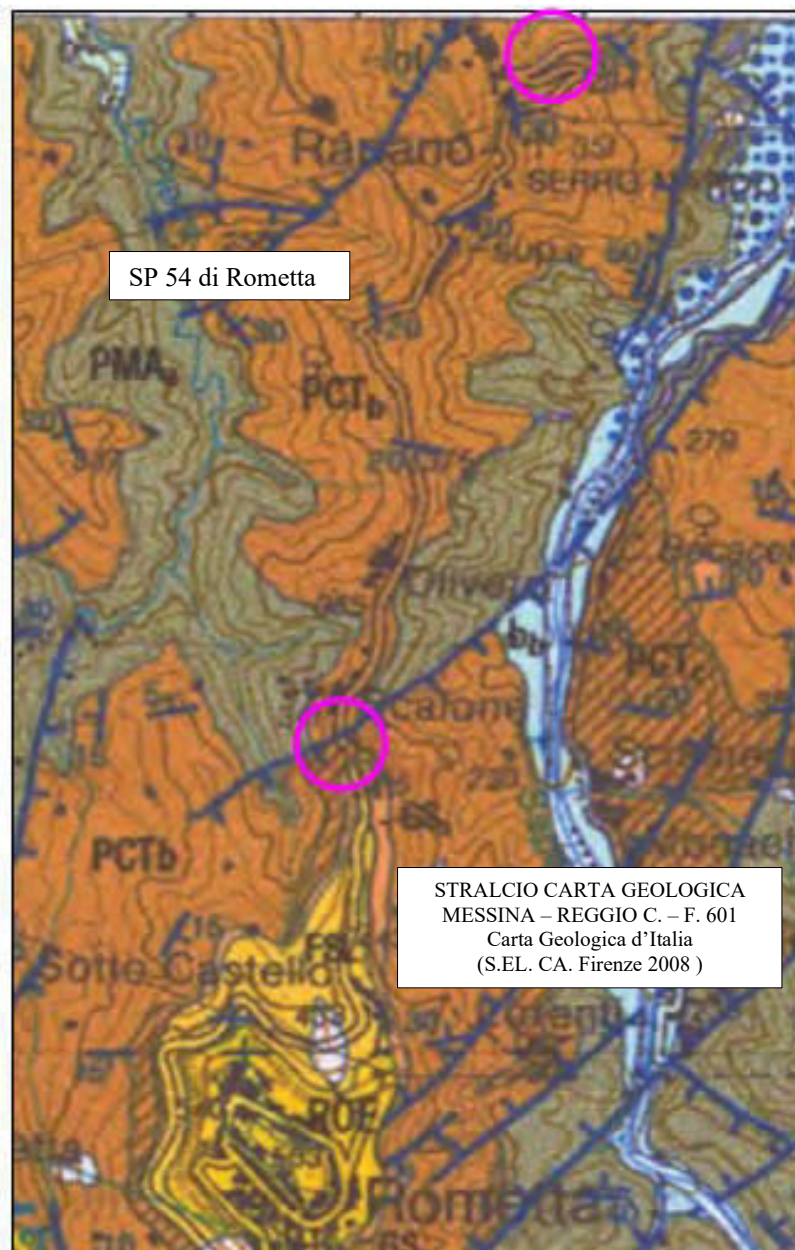
3. CARATTERI GEOLITOLOGICI

L'area d'interesse, si inquadra geograficamente nella parte occidentale della catena dei Monti Peloritani costituita da un basamento metamorfico e coperture sedimentarie, che insieme con altre unità litostratigrafiche costituiscono l'Arco Calabro - Peloritano, segmento della catena Appennino - Magrebide.

La catena è il risultato della tettonogenesi Alpina che ha interessato vari domini paleogeografici che si erano già delineati durante il Mesozoico e li trasforma, attraverso una complessa storia deformativa in un edificio a falde e scaglie tettoniche.

I principali litotipi presenti nei due siti oggetto d'intervento progettuale, sono rappresentati da:

- Coperture detritiche
- Calcare evaporitico brecciato
- Formazione di San Pier Niceto
- Complesso Varisico (Unità Aspromonte)



Sono di seguito brevemente descritte le caratteristiche principali dei litotipi direttamente interessati dai fenomeni dissesto, come desumibili dalla Carta Geologica Foglio 601 Messina – Reggio Calabria edita dal Servizio Geologico d'Italia (S.EL.CA. Firenze 2008).

Il substrato roccioso direttamente interessato dai fenomeni di crollo e/o ribaltamento in località Scalone - Torrione (Km. 8 + 000 circa) afferisce alla formazione del **“Calcere evaporitico brecciato” (GSa)** del Messiniano superiore ed alla **facies Conglomeratica (PCTc)** a matrice sostenuta della **Formazione di San Pier Niceto** del *Miocene*. Il **Calcere evaporitico**, appartenente alla Serie Gessoso-Solfifera, è prevalentemente costituito da calcare microcristallino di colore biancastro pulverulento a struttura massiva, in genere brecciato e vacuolare per processi di dissoluzione delle parti a prevalente solfato di calcio, in alcuni casi possono essere presenti intercalazioni di laminiti carbonatiche. Il carsismo di questi calcari si limita maggiormente a micro forme epigee quali scannellature, piccole cavità, carature e solchi carsici di dimensioni decimetriche prevalentemente concentrate nelle fratture. Presenta un elevato grado di fratturazione dovuto agli stress tettonici, raramente è compatto e poco poroso, solitamente si presenta come breccia calcarea farinosa che favorisce una buona infiltrazione delle acque.

Il **Conglomerato** è prevalentemente costituito da elementi metamorfici di medio alto grado e subordinatamente calcarei e quarzarenitici, immersi in un'abbondante matrice sabbioso-limosa color bruno scuro (matrice sostenuti). I clasti sono eterometrici con dimensioni variabili da pochi centimetri fino a 70 centimetri di diametro, presentano un buon indice di arrotondamento e spesso si presentano appiattiti. Attualmente si presentano in banchi inclinati fino a 60° e lo spessore in genere è compreso da pochi metri fino a qualche decina. La porzione più esterna di questo litotipo a causa dell'azione delle acque di precipitazione meteorica che ne alterano ed allentano la cementazione può dare luogo a fenomeni di cedimento e crollo in genere limitati alle porzioni più superficiali per spessori dell'ordine metrico, soprattutto ove si presentano esposti su fronti sub – verticali, come verificato nel sito d'intervento progettuale.

Il substrato interessato dal fenomeno di scivolamento di località Rapano inf. (Km. 5 + 250) è costituito da un'alternanza di arenarie medio-grossolane, silt argillosi e sottili livelli di argille marnose (**PCTb**) riferibili alla Formazione di San Pier Niceto.

Il complesso metamorfico varisco (**PMAa**) afferente all'Unità Tettonica dell'Aspromonte della Catena Kabilo – Calabride costituisce l'ossatura geologica su cui si sono depositati i terreni sopradescritti. Nell'Unità dell'Aspromonte sono riconoscibili paragneiss grigi a grana da medio – grossa a minuta, tessitura da massiva ad orientata, a foliata, passanti a micascisti grigio-scuro a grana medio – grossa, tessitura scistosa e struttura porfiroblastica. Si associano corpi di gneiss occhiadini, lenti metriche di anfiboliti s. l., banchi di quarziti e marmi. Sono presenti bande leucosomatiche quarzoso – feldspatico-muscovitiche. Il complesso metamorfico si mostra fratturato e alterato nella porzione più superficiale.

4. CARATTERI IDROGEOLOGICI

Molteplici sono i fattori che condizionano la circolazione delle acque nel sottosuolo, ma tutti essenzialmente legati alle caratteristiche litologiche, di porosità e permeabilità dei terreni ed ai rapporti stratigrafici e tettonici esistenti tra terreni a diversa permeabilità relativa.

In relazione al tipo di permeabilità è in natura possibile riscontrare: litotipi porosi; litotipi fessurati; litotipi a permeabilità mista. In ognuno di essi la circolazione idrica avviene con modalità diverse.

Gli studi geolitologici ed i dati raccolti consentono una verosimile identificazione qualitativa delle caratteristiche dei terreni in esame, nella zona di progetto.

Le **coperture di materiali sciolti** presentano nel complesso una buona permeabilità primaria, per porosità, variabile in ragione del contenuto in frazione fine a livello di matrice. Localmente ed in accordo con l'eterogeneità del litotipo dovuta alla dinamica della sua deposizione, la frazione fine risulta prevalente rispetto alla frazione più grossolana, per cui la permeabilità assume valori più modesti.

La **Formazione Calcarea** è dotata, nel complesso, di una permeabilità elevata, per fessurazione, in relazione al livello cui ci si riferisce, il cui valore in genere è medio – alto, mentre le intercalazioni marnose ed argillose ne riducono la permeabilità del complesso idrogeologico, pur tuttavia il ridotto spessore delle intercalazioni e le fratture estese anche al livello argilloso, non compromettono la permeabilità complessiva. A causa dell'elevata permeabilità del Calcarea di base il complesso può essere sede di acquifero.

La **Formazione di San Pier Niceto e la facies marnosa** presentano condizioni di permeabilità in genere medio – bassi, per la presenza degli orizzonti più fini che ne condizionano la circolazione, favorendone l'andamento parallelamente agli strati più porosi.

Il **Complesso Varisico** presenta caratteri di permeabilità media per fessurazione ed al grado di alterazione entrambe molto variabili da punto a punto e comunque relegate alla parte alta della formazione.

Localmente, una modesta possibilità di circolazione idrica si può instaurare nei livelli più sabbiosi o arenacei, i primi caratterizzati da permeabilità primaria o per porosità, i secondi da permeabilità secondaria o per fratturazione. Detti orizzonti possono essere sede di piccole falde confinate. La permeabilità delle coperture detritiche è fortemente condizionata dalle caratteristiche granulometriche del litotipo che prevalentemente la compone.

Mentre la formazione pelitico – sabbiosa può rappresentare un limite di permeabilità lungo il quale favorire i deflussi ed eventuali, temporanei, accumuli nei terreni soprastanti, in occasione degli eventi idrometeorici più persistenti.

5. DESCRIZIONE SINTETICA DELLE INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

La campagna delle indagini geognostiche si è articolata in **n.° 1 sondaggio geognostico** meccanico verticale, a carotaggio continuo, per complessivi **m. 20,00**, prove SPT n. 2 in corso d'avanzamento del sondaggio; **prelievo di n. 2 campioni** di terreno in fase di avanzamento da sottoporre ad analisi di laboratorio per la determinazione delle caratteristiche fisiche, analisi granulometrica e taglio diretto sui campioni; esecuzione di **n. 1 prova MASW e n. 1 Tomografia sismica**.

I risultati delle indagini e la descrizione delle metodologie utilizzate sono esposti nella nota illustrativa **Relazione Tecnica di cantiere**, in allegato, prodotta dalla **Spett.le Ditta esecutrice** cui si rimanda per gli aspetti di dettaglio e gli eventuali approfondimenti metodologici.

Per quanto attiene le caratteristiche fisico - meccaniche dei terreni direttamente interessati dalle opere di progetto i valori dei principali parametri fisico - meccanici sono stati estrapolati dai dati acquisiti dalle analisi di laboratorio condotte sui campioni di terreno prelevati alle profondità rispettivamente:

S1C2 mt. 10,50 – 11,00 dal p.c.

Si tratta di formazioni geologiche a litologia complessa, in cui ad una spiccata variabilità litologica corrisponde una marcata variazione del comportamento meccanico.

[illegible]

6.1 Copertura detritica/riporto

Ricopre con spessori variabili la formazione sottostante caratterizzando una porzione intermedia del versante nel tratto al di sopra della scarpata stradale in corrispondenza dell'intervento al Km. 8 + 000 circa, mentre costituisce un modesto strato di pochi decimetri (0,40 mt) quale riporto di sottofondo della carreggiata lato valle in corrispondenza dell'intervento al Km. 5 + 250, nonché i successi 2,60 mt., presenti al di sotto dello strato di riporto, come evidenziati nel Sondaggio S.1, riferibili alle "Sabbie debolmente cementate molto alterate". Deriva dalla demolizione ed alterazione e rimaneggiamento dei terreni presenti prevalentemente lungo la scarpata di monte.

I valori orientativi dei principali parametri fisico - meccanici da assumere, possono essere così riassunti:

- peso di volume $\gamma = 1,7 - 1,9 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno $\varphi' \leq 26^\circ$
- coesione $c' \rightarrow 0,00 \text{ t/mq.}$

6.2 Calcare evaporitico brecciato

Presenta un comportamento fisico-meccanico prevalentemente condizionato dal grado di cementazione, fratturazione e dallo stato alterativo, i valori orientativi medi possono essere così sintetizzati:

- peso di volume $\gamma = 1,8 - 2,0 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno $\varphi' = 28^\circ - 32^\circ$
- coesione $c' \leq 10,00 \text{ KN/mq.}$

Il valore dell'angolo d'attrito si incrementa notevolmente in funzione della consistenza della cementazione ed è condizionato dai sistemi di discontinuità (fratturazione).

6.3 Sabbie pelitico-argillose ed alternanza di argille limose con sabbie localmente cementate

Questo litotipo è riferibile alla Formazione di San Pier Niceto. Si tratta, infatti, di una fitta alternanza centimetrico-decimetrica di siltiti-marnoso-argillose grigio-brune, quando alterate nelle porzioni più superficiali anche grigio verdastre e giallo verdastre, da semisolide a ben consolidate (a profondità maggiori di 5 metri dal p.c.), debolmente plastiche più in superficie e di sabbie quarzoso-micacee a grana medio-fine ben addensate fino a debolmente cementate di colore dal giallo-arancio al grigio scuro e chiaro. Questi complessi litologici, a seconda della prevalenza di un tipo litologico e del suo spessore, possiedono proprietà geotecniche poco uniformi. Caratterizzano i litotipi riscontrati nel Sondaggio S1 da -04,50 mt fino a fondo foro, su cui sono state eseguite le analisi di laboratorio su n. 2 campioni rispettivamente prelevati alle profondità di 08,00 mt ed 10,50 mt.. Adottando i valori più cautelativi si ritiene di poter assegnare i seguenti valori ai principali parametri fisico-meccanici:

- peso di volume $\gamma = 2,0 \text{ t/mc.}$
- angolo attrito interno $\phi' = 27 \text{ (da S1C1)}$
- coesione $c' \leq 07,00 \text{ KN/mq.}$

7. INTERVENTI DI PROGETTO

L'orientamento progettuale ai fini dell'interesse geolitologico e fisico meccanico prevede l'esecuzione di un muro di sostegno da realizzarsi a valle del piano viabile nel tratto dissestato ed opere di contenimento corticale. Con riferimento alla prima tipologia di opera prevista si consiglia l'adozione di fondazioni indirette in ragione dell'acclività del versante e la natura tenera delle litologie fondazionali.

Con riferimento alle opere di contenimento corticale si consiglia l'applicazione della rete ponendola in aderenza all'andamento topografico del versante quale rivestimento e rafforzamento corticale con relativa chiodatura di ancoraggio. L'esigenza di realizzare l'intervento in aderenza è funzionale a trattenere in sito o consentire modesti distacchi sia di frammenti litici, sia di masse detritiche, limitando e ritardando così gli inevitabili processi di erosione ed approfondimento evolutivo lungo il versante che nel tempo si verificheranno. Le chiodature dovranno andare ad incastrarsi nella formazione compatta. Le chiodature dovranno essere preferibilmente realizzate in corrispondenza delle porzioni degli ammassi rocciosi più integri e compatti, tuttavia ove fosse necessario, per esigenze geometriche o di adattamento alla conformazione topografica del rivestimento in aderenza, inserirle in zone a maggiore fratturazione e/o alterazione, si consiglia di aumentarne la profondità dei chiodi fino ad ancorarli nel substrato più compatto ed a ravvicinarne l'interasse. La rete dovrà essere opportunamente rafforzata da funi in acciaio. Prima della messa in opera dovranno essere eseguite le previste prove di sfilamento su i chiodi di prova in numero adeguato.

8. CLASSIFICAZIONE CATEGORIA DI SUOLO CON METODOLOGIA SEMPLIFICATA E CLASSIFICAZIONE TOPOGRAFICA (D.M. 17 /01/2018)

La normativa tecnica per le costruzioni (DM 14/01/2008) ha introdotto il concetto di pericolosità sismica di base in condizioni di sito di riferimento rigido e superficie topografica orizzontale. Recentemente, nel 2018, detta normativa tecnica è stata aggiornata introducendo alcune modifiche.

In generale, ai fini della determinazione delle azioni sismiche di progetto nei termini previsti dalle NTC, si dovrà definire, pertanto, la pericolosità sismica di base del sito di costruzione. Questa costituisce l'elemento primario ed è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido di categoria A con superficie topografica orizzontale, nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} al variare dello stato limite considerato (sia di esercizio che ultimi) nel periodo di riferimento V_R , calcolato per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_N (in anni) per il coefficiente d'uso C_U (Classi d'uso), ossia:

$$V_R = V_N * C_U.$$

La scelta dell'accelerazione orizzontale massima a_g , oltre che dipendere dalla pericolosità sismica di base del sito in esame, è funzione di un altro parametro definito come periodo di ritorno dell'azione sismica T_R ,

espresso in anni. Tale parametro caratterizzante la pericolosità sismica in termini di a_g è strettamente legato alla scelta della strategia progettuale. Fissata la vita di riferimento, i due parametri T_R e P_{VR} sono esprimibili l'uno in funzione dell'altro, mediante l'espressione:

$$T_R = - \frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})}$$

Ai fini della normativa le forme spettrali sono definite a partire da valori di parametri su sito di riferimento rigido orizzontale, a seconda dei periodi di ritorno T_R di riferimento. Tali parametri scaturenti sono:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito;

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

T^*_c = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

La definizione di tali parametri resta di competenza del progettista in base alla scelta della strategia di progettazione adottata. Qualora la attuale pericolosità sismica non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (a_g , F_o , T^*_c) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione utilizzando l'espressione presente nell'Allegato A alle NTC. I valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c relativi alla pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC. Per qualunque punto del territorio non ricadente nei nodi di riferimento, i valori dei parametri a_g , F_o , T^*_c di interesse per la definizione dell'azione sismica di progetto possono essere calcolati come media pesata dei valori assunti da tali parametri nei quattro vertici della maglia elementare del reticolo di riferimento contenente il punto in esame. Allo stato attuale la pericolosità sismica nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito dell'INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) <http://esse1-gis.mi.ingv.it/> (vedi Allegato A alle NTC: pericolosità sismica). La nuova normativa introduce il concetto di nodo di riferimento di un reticolo composto da 10751 punti in cui è stato suddiviso il territorio nazionale ed i cui dati sono pubblicati sul sito hppt://esse1.mi.ingv.it/. Per ciascuno di detti nodi, definiti con passo di 10 Km., e per ciascuno dei tempi di ritorno considerati dalla pericolosità sismica, la normativa fornisce tre parametri a_g , F_o , T^*_c .

Nel caso specifico del sito della costruzione in progetto, per l'individuazione della pericolosità sismica, si dovrà definire preliminarmente la localizzazione in termini di Latitudine e Longitudine (Coordinate Geografiche sessadecimali). Da qui, per quanto suddetto, il progettista dovrà ricavare il valore dei parametri a_g , F_o , T^*_c .

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale facendo riferimento ad un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione del coefficiente S che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente:

$$S = S_s * S_T$$

In sostanza l' a_g verrà mutuata da valori di coefficienti che esprimono l'amplificazione stratigrafica S_s e C_c (dipendente dalla categoria di suolo) e quella topografica S_T .

8.1 Classificazione categoria suolo e classificazione Topografica

Le prove MASW eseguite in corrispondenza dei due siti d'intervento hanno messo in evidenza valori medi di Vseivalenti di 439 m/s, si ritiene di poter consigliare l'adozione della categoria di Suolo da attribuire con la metodologia semplificata nel sito d'intervento **B** come determinato dalle prove.

Tab. 3.2.II – Categorie di sottosuolo che permettono l'utilizzo dell'approccio semplificato.	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
A	Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.
B	Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.
C	Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s.
D	Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s.
E	Terreni con caratteristiche e valori di velocità equivalente riconducibili a quelle definite per le categorie C o D, con profondità del substrato non superiore a 30 m.

Condizioni topografiche	
Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche analisi di risposta sismica locale. Per configurazioni superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione (Tab. 3.2.III):	
Tab. 3.2.III – Categorie topografiche	
Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $\leq 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

8.2 Categoria Topografica

Le **condizioni topografiche** dei due siti d'intervento in esame delineano pendii lungo cui saranno impostate le opere di progetto con pendenza media inferiore ai 30° . Pertanto, sulla base della tabella 3.2.IV si consiglia di derivare dalla **Categoria Topografica T4** adottando la seguente formula :

$$ST = [1,4 - 0,4 * (H-h)/H]$$

Per il sito al Km 8+000:

applicando e sostituendo si ottiene $S_T = 1,4$ pertanto, il valore consigliato è:

$$S_T = 1,4$$

Per il sito al Km 5 + 250

H = altezza del pendio di riferimento (CTR 1:10.000) circa 350 mt. s. l. m.;

h = altezza relativa del sito d'intervento da CTR 10.000 circa 280 mt. s. l. m.;

applicando e sostituendo si ottiene $S_T = 1,07$ pertanto, il valore consigliato è:

$$S_T = 1,3$$

Secondo i criteri adottati nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri del 20 marzo 2003 n. 3274, il territorio nazionale è stato suddiviso in 4 "Zone Sismiche", ciascuna contrassegnata da un diverso valore del parametro dell'accelerazione orizzontale massima (a_g). Il territorio del Comune di Rometta, ove è compresa l'area in esame, sulla base della "nuova classificazione sismica" adottata dalla Regione Siciliana con delibera di Giunta del 19/12/2003 n. 408, giusto Decreto 15 gennaio 2004 pubblicato G.U.R.S. del 13 febbraio 2004, n. 7, in cui è stato pubblicato l'elenco dei comuni della Sicilia classificati sismici, è inserito nella ZONA 1, con valori a_g maggiori di 0,25 g. .

9. CONCLUSIONI

Sulla base di quanto esposto, si ritiene necessario realizzare interventi di messa in sicurezza connessi alla pericolosità geomorfologica nel sito di località Scalone - Torrione, al fine di attuare tutte quelle opere di bonifica, contenimento e consolidamento delle porzioni di versante recentemente interessate da fenomeni di crollo e/o ribaltamento, ove sono evidenti condizioni di cinematismo prossimo attivo, sia nelle aree ad esse marginali comunque caratterizzare dal rischio crolli come già descritto nella relazione PAI 2006. nonché, la realizzazione di un'opera di sostegno a valle del tratto della strada provinciale in prossimità del centro abitato di Rapano.

In linea di principio, la stabilizzazione e messa in sicurezza di versanti in roccia può essere ottenuta basandosi su varie tipologie d'intervento: lavorando sulle pareti rocciose per stabilizzare con interventi attivi gli elementi lapidei in condizioni di precario equilibrio; intercettando o deviando i massi che si possono mobilitare e che rotolino verso valle con interventi di protezione passiva; ricorrendo a specifici monitoraggi; ricorrendo, in casi più gravi, allo spostamento dell'opera da preservare. In pratica, si utilizzano due grandi famiglie di tecniche:

- interventi di difesa attiva, comprendendo in questa classe tutte le opere che impediscono il distacco degli elementi lapidei del versante, mantenendoli in posto sulla parete o aumentandone il coefficiente di sicurezza, e tutti gli interventi che prevedono l'asportazione di elementi instabili mediante abbattimento;
- interventi di protezione passiva che hanno lo scopo di intercettare, deviare o fermare blocchi già in movimento.

Gli interventi dovranno quindi essere orientati alla bonifica delle aree attive ove si sono verificati i distacchi e dove sono ancora presenti elementi prismatici di roccia in condizioni di instabilità. Nonché, alla bonifica delle porzioni attualmente individuati a cinematismi attivi o prossimi all'attivazione. Ove non fosse possibile la bonifica dei blocchi instabili o nel caso in cui l'intervento di asportazione ed abbattimento degli elementi instabili non consente l'eliminazione delle condizioni di pericolosità, si dovranno eseguire interventi di contenimento e consolidamento anche con l'impiego di reti metalliche adatte allo scopo e opportunamente ancorate con funi di acciaio e chiodature che vadano ad incastrarsi nella roccia imposto integra. Gli interventi dovranno anche tenere conto dell'azione erosiva esercitata dalle acque battenti e di ruscellamento meteorico provenienti dal versante ed incanalate lungo le fratture rocciose lungo i margini sia della Formazione di Calcare brecciato, sia del Conglomerato a matrice sostenuto.

Le reti di rivestimento e contenimento corticale dovranno essere realizzate in aderenza all'andamento topografico e dovranno essere opportunamente chiodate, previa eventuale preventiva bonifica delle porzioni più ammalorate o instabili, incastro le chiodature nel substrato roccioso integro e compatto. Le chiodature dovranno essere, preferibilmente, inserite nelle porzioni di ammasso roccioso più integre e compatte. Ove ciò non fosse possibile per necessità geometriche o intensa alterazione e frantumazione del litotipo, si consiglia un maggiore approfondimento dei chiodi ed una maggiore frequenza degli stessi. In fase esecutiva occorrerà, preliminarmente, eseguire le previste verifiche di sfilamento dei chiodi in numero adeguato.

Per quanto riguarda l'intervento il località Rapano inferiore, ove l'orientamento progettuale, in questa fase, prevede la realizzazione di un'opera di sostegno a valle per la ricostruzione della porzione di corpo strale frano, si consiglia di prevedere che le opere di fondazione vadano ad incastrarsi nel substrato integro e compatto superando la copertura di materiali detritici ed in dissesto;

La struttura di contenimento dovrà comunque garantire il regolare drenaggio delle acque di accumulo a tergo;

Ripristinare e migliorare le opere di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche presenti nella zona a presidio dell'infrastruttura stradale.

La presenza della linea di impluvio a valle potrebbe costituire nel tempo causa di fenomeni di scalzamento al piede del versante su cui è impostata la strada innescando ulteriori dissesti, pertanto si ritiene utile suggerire la programmazione di interventi di sistemazione idraulica dell'impluvio.

Si ritiene necessario far rilevare che il territorio comunale di Rometta è classificato sismico classe 1[^]. Sulla base della storia sismica del territorio Comunale è possibile rilevare come la zona è storicamente soggetta ad essere interessato da treni d'onda sismici provenienti dall'attivazione di strutture delle zone sismogenetiche vicine (Stretto di Messina e Golfo di Patti).

Per la categoria di suolo in fase preventiva si consiglia di adottare la "B", mentre il fattore di amplificazione topografico $ST = 1,4 - 1,3$.

Messina, 09/07/2021

IL FUNZIONARIO GEOLOGO
(Geol. Biagio PRIVITERA)
