

**Elettrodotto aereo 150 kV ST "S. Procopio-Palmi Sud"
e demolizione elettrodotti esistenti**

Razionalizzazione della rete Alta Tensione di Reggio Calabria

RELAZIONE GEOLOGICA



Storia delle revisioni

Rev.	Data	Descrizione
Rev.00	Del 30/09/2015	Prima emissione

Elaborato		Verificato		Approvato	
Arch- F. Zaccara		L. Moiana		N.Rivabene	
Geol. Pietro LORENZO		ING/SI-SAM		ING/SI-SAM	

1	PREMESSA.....	3
2	PROGETTO.....	4
2.1	MOTIVAZIONI DELL'OPERA.....	4
2.2	DESCRIZIONE E CONSISTENZA TERRITORIALE.....	4
2.3	CARATTERISTICHE TECNICHE.....	7
3	INQUADRAMENTO GEOMORFOLOGICO DEL TERRITORIO.....	9
4	INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	10
4.1	STRATIGRAFIA.....	11
4.2	TETTONICA.....	12
5	GEOMORFOLOGIA E STABILITÀ DEI VERSANTI.....	14
6	CARTA GEOLOGICA E GEOMORFOLOGICA.....	15
7	CARATTERI IDROGRAFICI.....	16
8	CARATTERI IDROGEOLOGICI CON INDICAZIONI DI VULNERABILITÀ.....	17
9	SISMICITÀ DELL'AREA.....	19
10	CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI.....	24
11	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE DEGLI ELETTRODOTTI IN PROGETTO.....	25
11.1	RACCORDO AEREO 150KV SINOPOLI.....	25
12	CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE E GEOLITOLOGICHE DELL'ELETTRODOTTO IN DEMOLIZIONE.....	26
13	PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO DELLA CALABRIA.....	27
13.1	COMPATIBILITÀ GEOMORFOLOGICA.....	27
13.2	COMPATIBILITÀ IDRAULICA.....	27
14	CRITERI PROGETTUALI DELLE STRUTTURE DI FONDAZIONE.....	28
15	GESTIONE DEI MATERIALI DA SCAVO.....	29
16	INDICAZIONI DI PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA.....	32
17	CONCLUSIONI.....	34
18	RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI ESSENZIALI.....	34

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 3 di 34

1 Premessa

La presente relazione costituisce lo studio geologico preliminare a supporto dell'intervento in progetto relativo all'Elettrodotto aereo 150 kV ST “S. Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti.

Al fine di definire le caratteristiche geologiche dell'area interessata dall'attraversamento dell'opera sono state svolti studi e indagini sulla base delle seguenti disposizioni:

- L. 02/02/74 n. 64 e successive (norme tecniche per la costruzione in zone sismiche),
- D.M. 21/01/81 e successive (norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, ecc.),
- Norme Tecniche per le Costruzioni: D.M. del 14/01/2008

Per la caratterizzazione litostratigrafica e geotecnica dei terreni si è fatto riferimento alle risultanze di indagini geotecniche e geognostiche eseguite in aree prossime a quella di studio, e a materiale bibliografico scientifico.

E' stato espletato un rilievo geologico e geomorfologico dell'area in scala 1:5.000 con il quale sono state redatte le seguenti tavole in scala 1:10.000 e 1:25.000:

EGR11002BSA01015 - 1 Carta Geolitologica –linee da demolire

EGR11002BSA01015 - 2 Carta Geolitologica – Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud”

EGR11002BSA01015 - 3 Carta Geomorfologica – – Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud”

EGR11002BSA01015 - 4 Carta Idrogeologica - – Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud”

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 4 di 34

2 Progetto

2.1 Motivazioni dell'opera

L'opera oggetto di questo studio è da ricollegarsi al più ampio progetto relativo alla realizzazione dell'elettrodotto 380 kV DT Sorgente-Rizziconi approvato con Decreto del Ministero dello Sviluppo Economico n. 239/EL-76/113/2010 e Decreti di compatibilità Ambientale DSA-DEC-2009-0000943 e DVA-DEC-2010-0000342. Il progetto è stata autorizzato con giudizio favorevole di compatibilità ambientale subordinata al rispetto delle prescrizioni.

L'intervento in oggetto, a tutti gli effetti, costituisce ottemperanza alla prescrizione A12 e consente nel contempo un ampio riassetto della Rete elettrica di Trasmissione Nazionale nella porzione di rete in oggetto. In particolare è stato previsto un nuovo elettrodotto aereo a 150 kV in semplice terna “San Procopio – Palmi Sud” tra le esistenti Cabine Primarie omonime grazie al quale è possibile la demolizione completa dell'elettrodotto a 150 kV ST “SCILLA-S.PROCOPIO (T.23.857)” (14,5 km) e la parziale demolizione dell'elettrodotto 150 kV ST “PALMI SUD-SCILLA (T.23.920)” (11 km). In tale nuovo schema di rete le CP di S. Procopio, Gioia Tauro e Palmi Sud saranno alimentate direttamente dalla SE 380/150 kV di Rizziconi nel pieno rispetto della sicurezza del servizio di trasmissione dell'energia elettrica.

Gli interventi in oggetto prevedono a fronte di 3,8 km di nuova realizzazione la demolizione di circa 25 km di linee esistenti dei quali il 80% interni all'area ZPS “Costa Viola”.

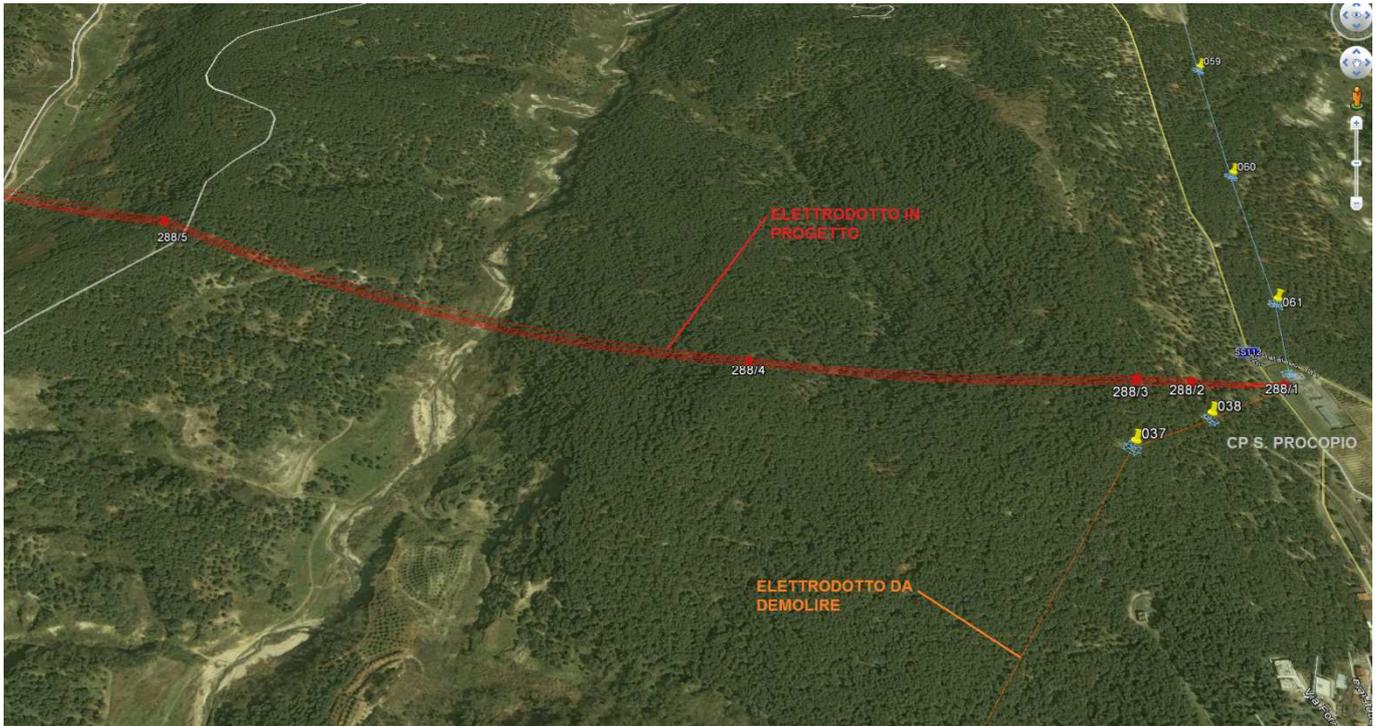
2.2 Descrizione e consistenza territoriale

L'opera in progetto prevede la realizzazione di un nuovo collegamento aereo a 150 kV in semplice terna della lunghezza complessiva di circa 3,8 km tra la CP di San Procopio e la linea Scilla-Palmi Sud.

Tale realizzazione premette la demolizione:

- Completa dell'elettrodotto a 150 kV ST “SCILLA-S.PROCOPIO (T.23.857)”;
- Parziale dell'elettrodotto 150 kV ST “PALMI SUD-SCILLA (T.23.920)”.

L'elettrodotto aereo in progetto, con lunghezza complessiva di circa 3,8 km, ha origine in corrispondenza della CP di San Procopio e si attesta in corrispondenza del sostegno 289 (campata 288-289) dell'esistente elettrodotto 150 kV Palmi Sud-Scilla. Il tracciato parte in corrispondenza dell'esistente Palo Gatto e prosegue verso Nord-Ovest interessando il promontorio prospiciente la CP. Di qui prosegue attraversando il "Vallone Donna" raggiungendo così il "Puntone Antenna" in corrispondenza del sostegno 288/4. Dal sostegno 288/4 si passa al successivo 288/5 attraversando un ulteriore vallone e le dismesse Ferrovie Calabro-Lucane (in galleria).

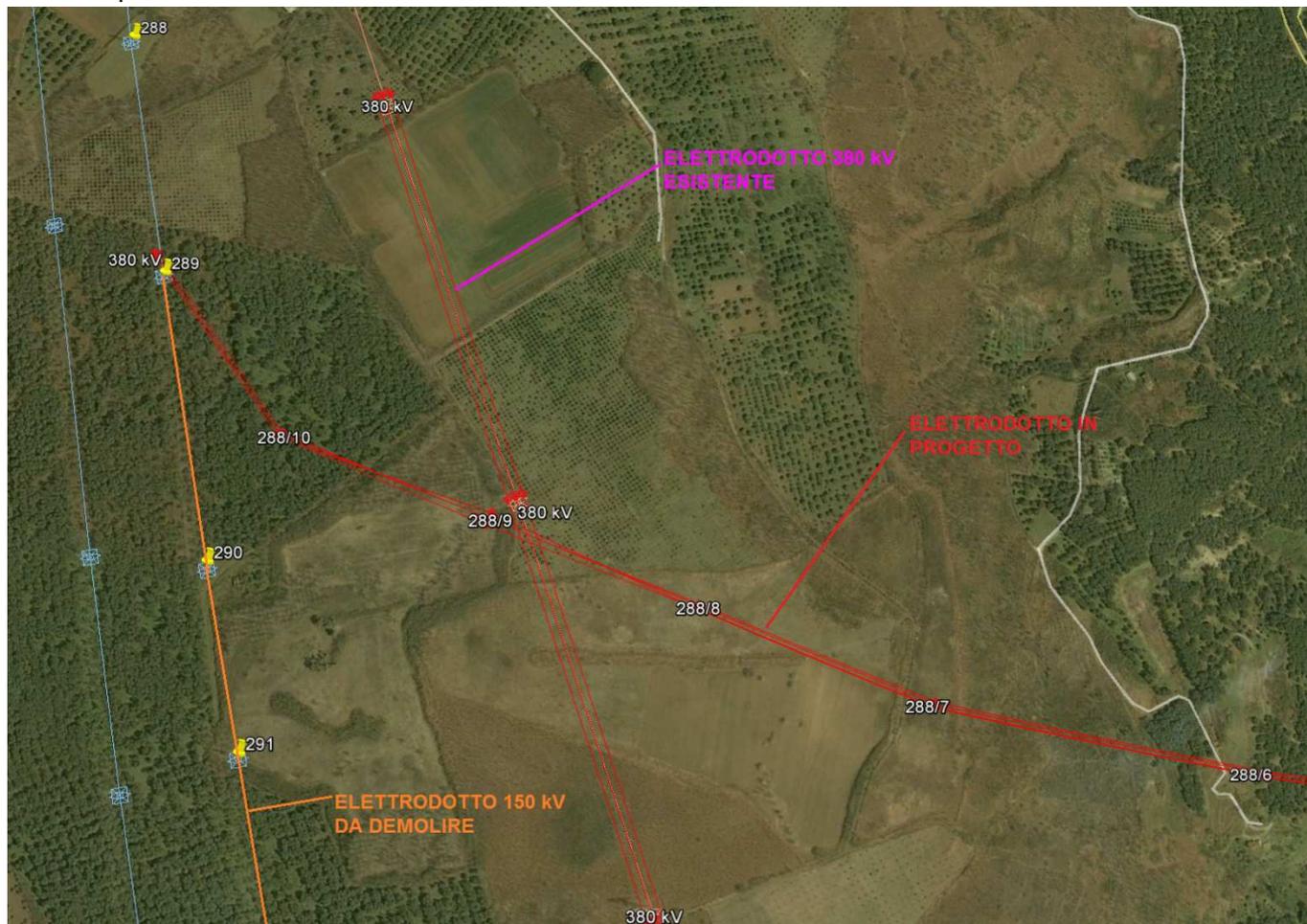


Dal sostegno 288/5 si passa ai sostegni successivi che risultano essere via-via sempre più in area pianeggiante.

In corrispondenza della campata 288/6-288/7 verrà effettuato il "sottopasso" dell'esistente elettrodotto 380 kV "Bolano-Rizziconi" attraverso l'utilizzo di sostegni a delta. Da qui il tracciato piega verso Nord per collegarsi, in corrispondenza del sostegno esistente 289, con la linea 150 kV ST "PALMI SUD-SCILLA".



Il sostegno n° 288/10 sarà collocato in asse linea e prenderà in carico i conduttori dell'elettrodotto esistente da un lato mentre dall'altro permetterà il collegamento con la CP di S. Procopio.

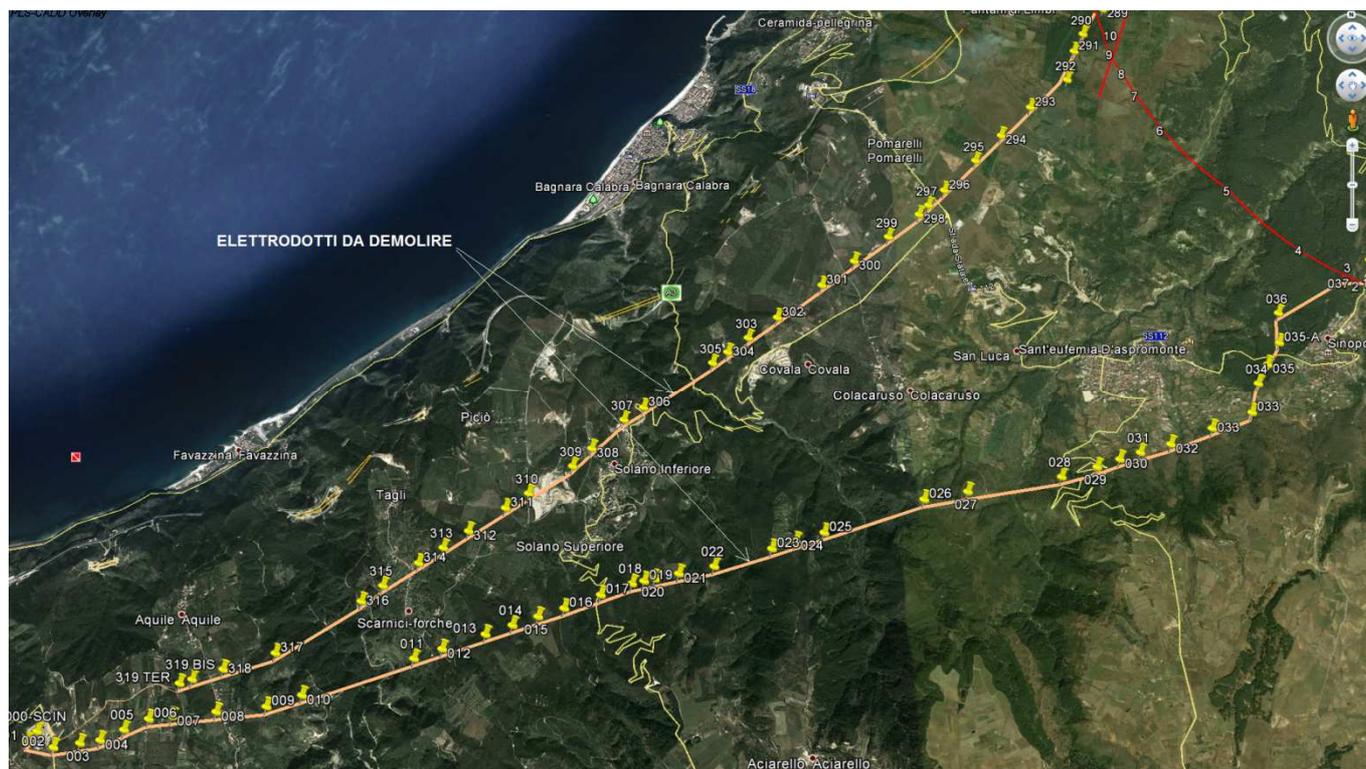


Il tracciato interessa inizialmente un'area caratterizzata da bosco diffuso ed ulivi ad alto fusto fino al sostegno 288/5. Nella parte terminale il tracciato interessa zone incolte o seminative per poi ritornare ad interessare un' area coltivata ad uliveto nella campata di collegamento con il tracciato esistente.

Il tracciato non interessa aree urbanizzate.

Gli elettrodotti oggetto di demolizione sono:

- elettrodotto a 150 kV ST "SCILLA-S.PROCOPIO (T.23.857)";
- elettrodotto 150 kV ST "PALMI SUD-SCILLA (T.23.920)".



L'elettrodotto 150 kV ST "SCILLA-S.PROCOPIO" verrà demolito interamente dalla CP di San Procopio sino alla S/E di Scilla. Di seguito sono riportate le consistenze:

CONSISTENZA TERRITORIALE DEMOLIZIONI						
ELETTRODOTTO	TIPOLOGIA	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCURRENZA [m]	SOSTEGNI
150 kV SCILLA-S.PROCOPIO (T.23.857)	AEREO	CALABRIA	REGGIO CALABRIA	S.PROCOPIO	170	1
				SINOPOLI	670	2
				S.EUFEMIA	6907	16
				SCILLA	6831	23
<i>Subtot:</i>					14578	42

Il tratto di elettrodotto 150 kV ST "PALMI SUD-SCILLA" da demolire è compreso tra il sostegno n.289 (punto di collegamento dell'esistente elettrodotto con il nuovo tratto in progetto "S.Procopio-Palmi Sud") fino alla S/E di Scilla. Di seguito sono riportate le consistenze:

CONSISTENZA TERRITORIALE DEMOLIZIONI						
ELETTRODOTTO	TIPOLOGIA	REGIONE	PROVINCIA	COMUNE	PERCURRENZA [m]	SOSTEGNI
150 kV PALMI SUD-SCILLA (T.23.920)	AEREO	CALABRIA	REGGIO CALABRIA	MELICUCCA'	1650	5
				BAGNARA CALABRA	6256	18
				SCILLA	3115	9
<i>Subtot:</i>					11021	32

2.3 Caratteristiche tecniche

Le principali caratteristiche elettriche dell'elettrodotto in progetto sono le seguenti:

- Tensione nominale 150 kV in corrente alternata
- Frequenza nominale 50 Hz

	Elettrodotto aereo 150 kV ST "S.Procopio - Palmi Sud" <i>e demolizioni elettrodotti esistenti</i> RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 8 di 34

- Intensità di corrente nominale 375 A
- Potenza nominale 95 MVA

Ciascuna fase elettrica sarà costituita da n° 1 conduttore di energia formato da una corda di alluminio-acciaio della sezione complessiva di 585,3 mm² composta da n. 19 fili di acciaio del diametro 2,10 mm e da n. 54 fili di alluminio del diametro di 3,50 mm, con un diametro complessivo di 31,50 mm, con carico di rottura teorico di 16.852 da N.

I conduttori avranno un'altezza da terra non inferiore a metri 10, ampiamente superiore a quella massima prevista dall'art. 2.1.05 del D.M. 16/01/1991.

L' elettrodotto sarà inoltre equipaggiato con una corda di guardia destinata, oltre che a proteggere l'elettrodotto stesso dalle scariche atmosferiche, a migliorare la messa a terra dei sostegni.

I sostegni saranno del tipo tronco piramidali a semplice terna, di varie altezze secondo le caratteristiche altimetriche del terreno. Essi saranno costituiti da angolari di acciaio ad elementi zincati a caldo e bullonati. Gli angolari di acciaio sono raggruppati in elementi strutturali.

Essi avranno un'altezza tale da garantire, anche in caso di massima freccia del conduttore, il franco minimo prescritto dalle vigenti norme; l'altezza totale fuori terra non sarà in ogni caso superiore a 50 m. I sostegni saranno provvisti di difese parasalita.

La distanza tra due sostegni consecutivi dipende dall'orografia del terreno e dall'altezza utile dei sostegni impiegati; mediamente in condizioni normali, si ritiene possa essere pari a 350 m.

Ciascun sostegno si può considerare composto dai piedi, dalla base, da un tronco e dalla testa, della quale fanno parte le mensole. Ad esse sono applicati gli armamenti (cioè l'insieme di elementi che consente di ancorare meccanicamente i conduttori al sostegno pur mantenendoli elettricamente isolati da esso) che possono essere di sospensione o di amarro. Infine vi è il cimino, atto a sorreggere la corda di guardia.

I piedi del sostegno, che sono l'elemento di congiunzione con il terreno, possono essere di lunghezza diversa, consentendo un migliore adattamento, in caso di terreni acclivi.

La serie 150 kV semplice terna è composta da diversi tipi di sostegno, che variano a seconda delle prestazioni a cui possono resistere, disponibili in diverse altezze utili (di norma da 9 m a 33 m).

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 9 di 34

3 Inquadramento geomorfologico del territorio

L'area di studio è posta nelle porzione sud occidentale della Calabria meridionale, nella Provincia di Reggio Calabria, fra i comuni di Sinopoli e Melicuccà. La nuova linee aerea in progetto “Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud.”, ricade, in particolare, nei territori comunali di Melicuccà e San Procopio. Le linee aeree da demolire si sviluppano in direzione nord est - sud – ovest, e attraversano i territori comunali di Melicuccà, S. Eufemia di Aspromonte, San Procopio, Bagnara Calabria e Scilla.

L'intera area di studio interessa l'area collinare e montuosa del margine occidentale del massiccio dell'Aspromonte ed è delimitata verso ovest dalla fascia costiera tirrenica e verso nord dalla piana di Gioia Tauro.

La morfologia della costa tirrenica reggina è stata notevolmente condizionata dalla tettonica recente. La tettonica del Pliocene medio ha, infatti, determinato il sollevamento di questo tratto di costa, articolato in più blocchi, di cui l'ultimo (Piana di Gioia Tauro) ha subito un sollevamento nel Pleistocene. Questi sollevamenti in tempi diversi per i differenti blocchi della costa tirrenica hanno contribuito alla formazione di ampie superfici suborizzontali, poste a quote differenti e interrotte da valli dal fondo piatto e da versanti brevi e molto acclivi.

L'area interessata dalle opere in progetto è caratterizzata da morfologie che degradano da est, alle falde dell'Aspromonte dove dominano versanti con alte pendenze e con inclinazione superiore ai 30°, verso ovest, dove sono presenti superfici suborizzontali con scarse pendenze. I rilievi montuosi sono incisi da fossi più o meno profondi che convergono verso le fiamare del versante tirrenico. Vi affiorano terreni recenti con calcareniti, sabbie e argille plioceniche, e molto antichi rappresentati da rocce metamorfiche.

4 Inquadramento geologico

L'area indagata ricade geologicamente nell'arco Calabro Peloritano, caratterizzato da una serie di falde, in alcuni casi, con una copertura meso cenozoica e costituite da un basamento cristallino pre - paleozoico e paleozoico. Nell'arco Calabro Peloritano si distinguono due settori quello settentrionale e quello meridionale. Quest'ultimo, in cui ricade l'area oggetto di studio, comprende i Massicci delle Serre e dell'Aspromonte e i Monti Peloritani (figg. 1 e 2). Tale settore è rappresentato da diverse unità alpine, caratterizzate da un basamento cristallino e da coperture sedimentarie. Nell'area di studio la crosta continentale è rappresentata dal basamento dell'Unità di dell'Aspromonte. Questa Unità si estende dal Massiccio dell'Aspromonte fino ai Monti Peloritani. E' costituita da litotipi metamorfici di medio-alto grado con intrusioni filoniani acide.

In quest'area affiorano terreni derivanti dalla deformazione dell'originale margine europeo formato da crosta continentale derivante dalla sovrapposizione di un frammento alpino, denominato "Complesso Calabride" (Ogniben 1973) ad affinità europea, sull'Appennino Calcareo meridionale ad affinità africana.

Sul complesso cristallino, nelle zone più depresse, si sono depositate varie formazioni sedimentarie. Esse vanno dalle "Molasse" tortoniane (in facies sia arenaceo - conglomeratica che argillo - marnosa) ai calcari evaporitici che passano verso l'alto alle calcareniti, sabbie, argille e conglomerati (Pliocene - Pleistocene). Seguono le ghiaie e le sabbie, riferibili al Calabriano, su cui poggiano ampi lembi di depositi terrazzati ed infine le coperture recenti e attuali.

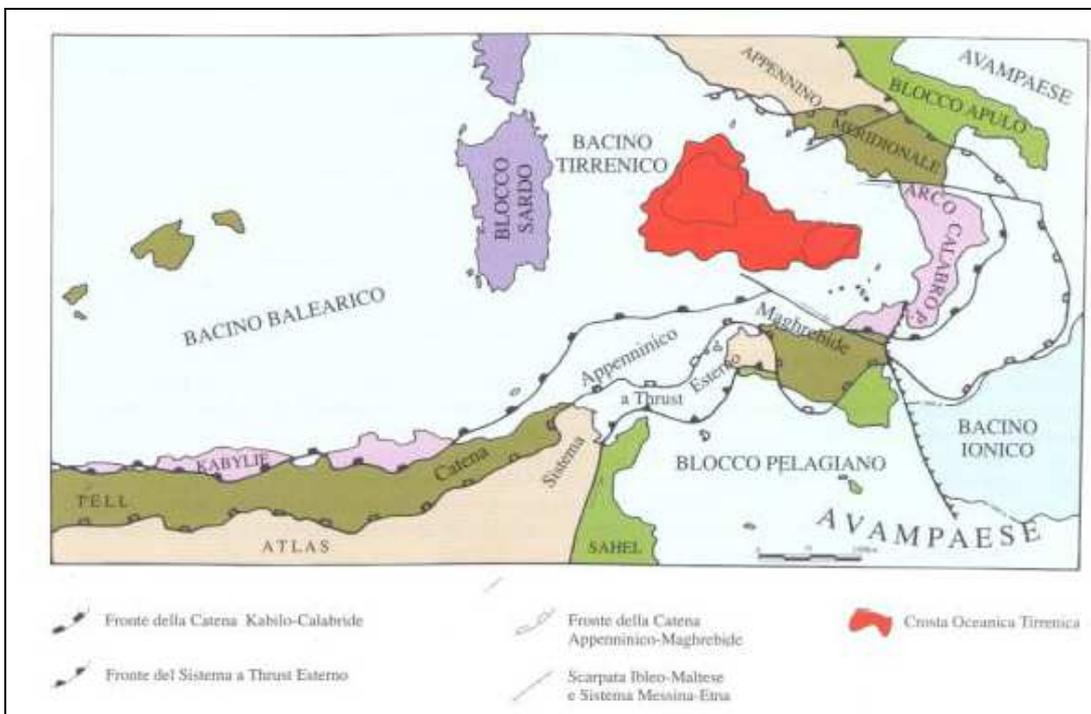


Figura 1: Schema tettonico del Mediterraneo Centrale (da Lentini et alii 1995)

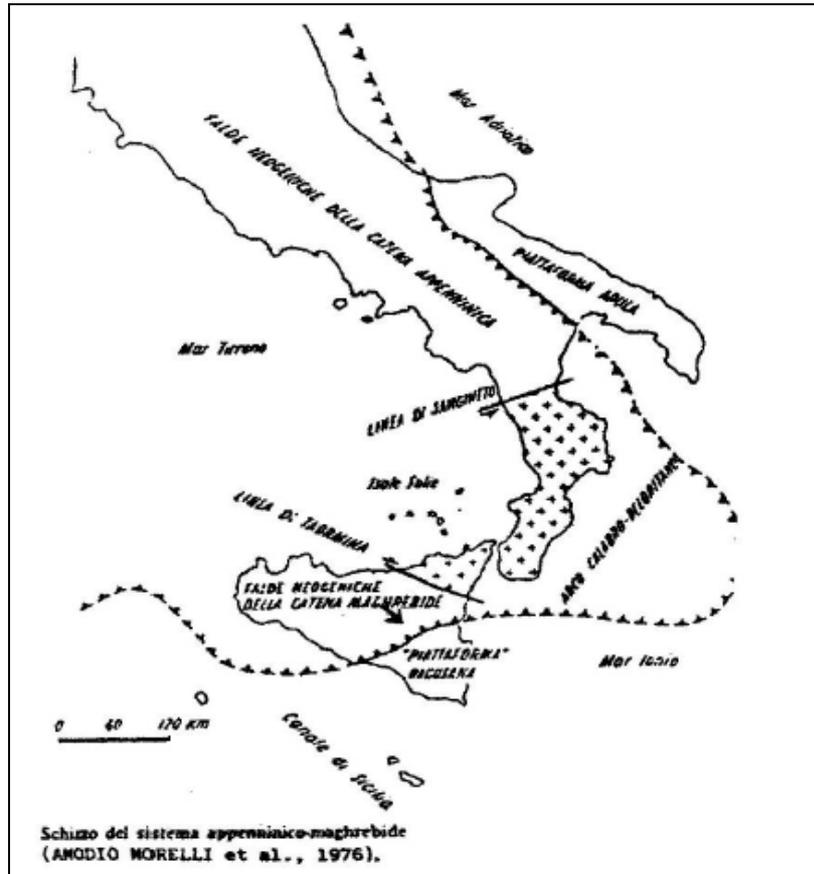


Figura 2: Schema del sistema appenninico – maghebide (Amodio Morelli et al., 1976)

4.1 Stratigrafia

La costa tirrenica reggina vede l'affioramento delle seguenti successioni:

- Unità dell'Aspromonte: costituita da metamorfiti di grado variabile da medio (paragneiss grano xenoblastici poco evoluti) ad alto grado (paragneiss migmatitici), con intercalazioni di anfiboliti, marmi, ortogneisse e intrusioni granitoidi.
- Successioni plio-pleistoceniche con depositi argillosi, sabbiosi, calcarenitici e conglomeratici
- Alluvioni attuali e recenti (Olocene).

Nell'area di studio sono stati distinti i seguenti terreni:

- ✓ alluvioni (Olocene), presenti lungo le fondovalle dei principali corsi d'acqua
- ✓ conglomerati di terrazzi marini (Pleistocene)
- ✓ sabbie con calcareniti e argille (Pliocene), che caratterizzano le basse colline tirreniche
- ✓ rocce metamorfiche, che costituiscono i principali rilievi morfologici dell'area indagata.

Gli elettrodotti in demolizione sono fondati in gran parte sui terreni metamorfici e sulle sabbie, argille e conglomerati del Pliocene - Pleistocene inf.. Il loro maggiore sviluppo avviene sugli affioramenti sabbioso - conglomeratici.

La nuova linea elettrica si poggia sui rilievi morfologici che delimitano verso nord ovest l'abitato di Sinopoli. Si fonda sui versanti che degradano da nord - ovest verso sud – est, da quota 600 m slm (Dorsale Scriselle), a 430 m slm in prossimità della CP S. Procopio, passando per i rilievi

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 12 di 34

morfologici di Chiusa (564.7 m slm), di Melissari (476 m slm), di Puntone Antenna (440 m slm) e la dorsale Sullaria (445 m e 510 m slm).

Gran parte del territorio su cui ricade la nuova linea è costituita dai depositi argillosi e sabbiosi pliocenici.(foto 1). Lungo i principali fossi che separano i vari rilievi morfologici sono presenti gli affioramenti del basamento cristallino, costituito da essenzialmente da metamorfici scarsamente fratturati e degradati.

Le successioni plioceniche sono costituite da sabbie con cemento calcareo, da calcareniti disposte in strati, sovrapposte su argille grigio azzurre.

I conglomerati pleistocenici occupano le sommità dei terrazzi marini, allineati parallelamente alla costa tirrenica. Sono costituiti da conglomerati e sabbie bruno rossastri scarsamente cementati.

Tutti i sostegni poggeranno sui rilievi morfologici costituiti da affioramenti sabbioso conglomeratici con scarsa copertura detritica e delimitati da versanti con alte pendenze.



Foto 1: affioramento dei depositi argillosi e sabbiosi pliocenici.

4.2 Tettonica

L'area di studio coincide tettonicamente con il sistema montuoso Serre-Aspromonte, caratterizzato da faglie prevalentemente normali con forti rigetti verticali che definiscono una struttura a blocchi (fig. 3). Tale struttura è stata determinata dalla presenza di due sistemi di faglie, uno parallelo all'asse longitudinale della catena, l'altro trasversale. I diversi blocchi hanno subito, successivamente un'evoluzione neotettonica diversa. Nell'area dell'Aspromonte tali faglie costituiscono un'estesa fascia di deformazione tettonica che si sviluppa dall'altezza di Monterosso Calabro fino a Reggio Calabria; il sistema, costituito da più segmenti di faglie disposte en échelon con sovrapposizione a destra, solleva, lungo il versante occidentale del massiccio Serre-

Aspromonte, le unità metamorfico-cristalline del settore meridionale dell'Arco Calabro rispetto ai depositi plio-pleistocenici.

Il processo di segmentazione sistema montuoso Serre-Aspromonte sarebbe iniziato nel Tortoniano, quando, a seguito di una fase distensiva si determinò l'apertura di fosse subsidenti. E' seguita una fase di tettonica compressiva infra-medio-pleiocenica con la formazione di Graben longitudinali e Graben trasversali. Le fasi pleistoceniche e attuali appaiono invece caratterizzate dalla ri-mobilizzazione secondo meccanismi normali delle principali strutture preesistenti. Il regime distensivo è tuttora perdurante, come testimonia l'intensa attività sismica della regione. Nell'ambito delle ricerche condotte dal GNDT, in Calabria meridionale sono state cartografate diverse faglie attive e sono stati ricostruiti anche i principali elementi tettonici ad evidenza superficiale.

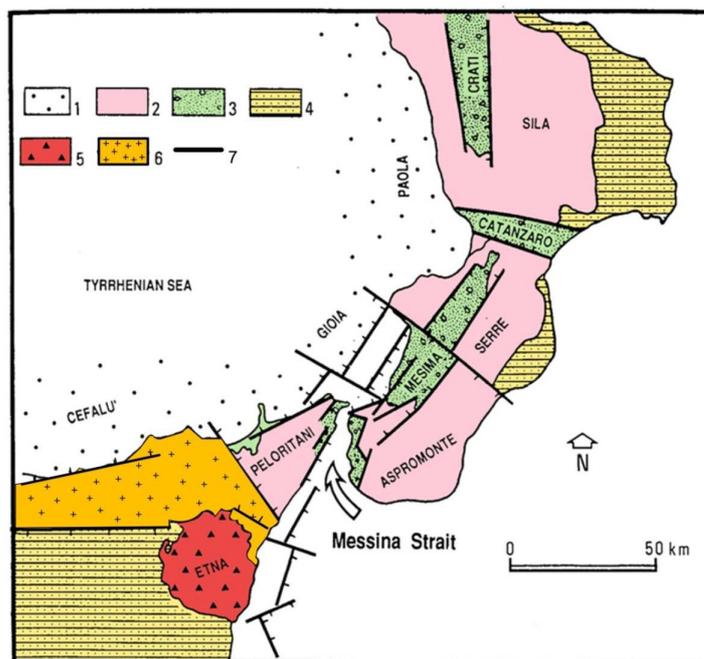


Fig.3 - Carta tettonico-strutturale dell'Arco Calabro-Peloritano: 1 Bacini peri-tirreniani; 2 Alti strutturali; 3 Graben; 4 Bacini Plio-pleistocenici esterni; 5 Monte Etna; 6 Nebrodi, Madonie, Monti di Palermo, Sicani; 7 Faglie principali.

(G.e M.Mandaglio,2009)

	Elettrodotto aereo 150 kV ST "S.Procopio - Palmi Sud" e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 14 di 34

5 Geomorfologia e stabilità dei versanti

I rilievi morfologici, condotti tramite aerofotointerpretazione e rilevamenti di campagna, hanno consentito di evidenziare aree caratterizzate da un'evidente attività franosa. Sulle carte morfologiche, prodotte a seguito dei rilievi effettuati su tutta l'area di indagine, sono state riportate le principali aree in frana. La gran parte dei movimenti rilevati può essere classificata come frane quiescenti, che attualmente non sono attive ma che sono ancora potenzialmente riattivabili. Altri dissesti sono stati rilevati come inattivi o naturalmente stabilizzati, nel senso che l'agente morfogenetico che ha provocato il dissesto ha esaurito la propria attività. Queste frane si presentano con una morfologia molto degradata: la zona di alimentazione è di difficile identificazione, la zona di accumulo può anche mancare perché ormai morfologicamente cancellata dall'attività erosiva o dall'attività antropica.

Particolare attenzione è stata rivolta alle frane attive individuate nel periodo di rilevamento geologico (novembre 2014), classificate come tali perché interessate da processi ancora in atto. Mentre le frane attive di prima generazione sono morfologicamente ben evidenti e quindi facilmente rilevabili, quelle antiche riattivate sono classificabili come tali solo sulla base di un rilevamento dello stato di fessurazione delle strutture ed infrastrutture.

Le zone maggiormente interessate da dissesti gravitativi sono quelle poste sui versanti " il Monte", di Vallone Santa Maria , e Torrente Vasi, nell'area di Sinopoli.

La stabilità e la dinamica evolutiva dei versanti dipendono da fattori legati al clima, alle condizioni idrogeologiche, alla sismicità e variano notevolmente in funzione della natura litologica e della storia tettonica delle varie unità affioranti nell'area.

Sulla base delle zone di affioramento delle diverse litologie è possibile distinguere, pertanto, aree caratterizzate da una diversa evoluzione morfologica dei versanti, da ben definite tipologie franose e da una differente estensione e intensità dei dissesti.

Nelle aree in cui affiorano i depositi clastici plio - pleistocenici, rappresentati da sedimenti sabbiosi e conglomeratici, è presente un'attività franosa in corrispondenza dei versanti con maggiore pendenza. Questi dissesti sono particolarmente diffusi sui versanti del Vallone Santa Maria e del Torrente Vasi; tali dissesti non interferiscono con il nuovo tracciato. Su questi pendii, in particolare, le frane presenti possono essere classificate come scorrimenti rototraslazionali e traslazionali, spesso evolventi con modalità retrogressiva. Gli scorrimenti sono caratterizzati da movimenti di grandi masse lungo superfici di scorrimento circolari o lungo piani di debolezza preesistenti. I corpi di frana più antichi o hanno subito riattivazioni oppure sono stati morfologicamente degradati da successivi processi erosivi.

Le scarpate delle superfici sub-orizzontali con substrato conglomeratico o sabbioso sono caratterizzate da fenomeni di crollo determinati soprattutto da erosione al piede delle scarpate. Si tratta di fenomeni non molto diffusi nell'area di studio.

Nelle carte geomorfologiche sono stati riportati gli elementi geomorfologici più significativi che possano in qualche modo evidenziare fenomeni di instabilità potenziali o in atto nell'area di studio.

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 15 di 34

6 Carta geologica e geomorfologica

Le tavole geolitologiche sono state redatte per un intorno significativo delle opere in progetto. Sono stati cartografati gli affioramenti principali distinti litologicamente sulla base della letteratura scientifica.

La redazione della carta geolitologica è stata fatta sia consultando materiale di bibliografia che con un rilievo geologico di superficie in campagna. Sono stati esaminati i fogli della Carta geologica della Calabria (Foglio 254 Sant'Eufemia d'Aspromonte). Le informazioni ricavate da questa cartografia sono state integrate da risultati di studi riportati in più recenti pubblicazioni, oltre che da rilievi di superficie condotti in campagna.

Nella carta geomorfologica sono stati riportati gli elementi geomorfologici più significativi che possano in qualche modo evidenziare fenomeni di instabilità potenziali o in atto nell'area di studio. Tali informazioni, ricavate prima da foto aeree, sono state integrate da un rilievo di dettaglio in sito, dalle informazioni ricavate dalla Carta dei dissesti pubblicata nel 2011 dalla Regione Calabria per la redazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) e dalla consultazione della banca dati dell'IFFI.

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 16 di 34

7 Caratteri idrografici

L'area di studio ricade essenzialmente a cavallo dei bacini idrografici delle fiumare che dai Monti dell'Aspromonte scendono verso la costa tirrenica. Questi corsi d'acqua si presentano come incisioni torrentizie ad andamento quasi rettilineo e all'incirca prima paralleli e poi ortogonali alla linea di costa. Presentano una lunghezza limitata e pendenza elevata per la maggior parte del loro sviluppo, che diminuisce gradualmente in prossimità delle coste. Nei tratti montuosi sono caratterizzati morfologicamente con alvei stretti e incassati, nelle zone collinari e costiere da ampi alvei alluvionali. Appartengono quasi tutti alla tipologia delle fiumare.

Le fiumare sono dei corsi d'acqua a carattere torrentizio, con deflussi superficiali scarsi o assenti nel periodo primavera-estate e consistenti nei mesi autunnali e invernali. In occasione degli eventi di pioggia più intensi si registra un notevole trasporto solido.

Le principali fiumare interessate dai tracciati in progetto e presenti sul versante tirrenico dell'area di studio sono: il Torrente Torbida, il Vallone Donna, il Vallone Lacchi, il Vallone Santa Maria, il Vallone Fonda e il Torrente Acqua di Vina.

Le fiumare nascono dalle parti più alte dei rilievi dell'Aspromonte, a quote superiori ai 1500 m slm, lungo la dorsale morfologica che divide il bacino tirrenico da quello ionico; si sviluppano in direzione nord - ovest, attraversando prima terreni del complesso metamorfico in valli strette e approfondite e successivamente valli più ampie in presenza di depositi plio – pleistocenici.

Il reticolo idrografico riflette la permeabilità dei terreni affioranti. E' presente un reticolo idrografico molto ramificato nella porzione montana, caratterizzata da metamorfiti, dove rami fluviali secondari, ad andamento tortuoso di breve lunghezza e a notevole pendenza, hanno inciso i versanti formando una serie di valli strette ed incassate. Nella porzione di territorio costituito da depositi più recenti l'andamento dei corsi d'acqua principali è sostanzialmente rettilineo.

8 Caratteri idrogeologici con indicazioni di vulnerabilità

Lo studio dell'idrogeologia dell'area interessata dal tracciato dell'elettrodotto in progetto ha evidenziato i principali caratteri idrogeologici dei terreni. Nello schema proposto i terreni affioranti (tab. 1) sono stati suddivisi in complessi idrogeologici. Un Complesso Idrogeologico può essere definito come l'insieme di termini litologici simili, aventi una comprovata unità spaziale e giaciturale, un tipo di permeabilità prevalente in comune e un grado di permeabilità relativa che si mantiene in un campo di variabilità piuttosto ristretto (Civita, 1973).

La differenziazione tra un complesso e l'altro è data dal grado di permeabilità relativa, indipendentemente dal tipo. Sono stati previsti cinque gradi di permeabilità relativa definiti tenendo conto sia di parametri statistici come l'analisi granulometrica, l'indice di fratturazione ecc., sia del confronto con gli altri complessi adiacenti. Nella classificazione proposta il grado di permeabilità è stato suddiviso in Alto, Medio e Basso e assegnato suddividendo i diversi complessi per tipologia di permeabilità prevalente tra Complessi dotati di permeabilità primaria (per porosità) prevalente e Complessi dotati di permeabilità secondaria (per fessurazione) prevalente.

A questi complessi sono stati ricondotti i diversi corpi geologici riportati nella carta geologica.

n.	Complessi idrogeologici	Permeabilità						Descrizione
		Primaria			Secondaria			
		Alta	Media	Bassa	Alta	Media	Bassa	
1	Detritico alluvionale	X						Terreni di frana, alluvioni recenti ed antiche
3	Sabbioso		X			X		Sabbie del Pliocene superiore
4	Conglomeratico		X			X		Conglomerati del Pliocene inferiore
5	Rocce metamorfiche			X		X		Rocce metamorfiche

Tabella 1: permeabilità dei complessi idrogeologici

Falde idriche importanti, con piezometrica ad alcuni metri dal piano campagna, sono presenti solo in presenza delle alluvioni dei principali corso d'acqua delle Fiumare. Falde possono essere presenti all'interno dei depositi sabbiosi e conglomeratici pelistocenici, affioranti lungo le dorsali suborizzontali e poggianti sui depositi argillosi. Non si segnalano presenza di sorgenti importanti.

La vulnerabilità delle falde acquifere è stata definita sulla base delle caratteristiche medie di permeabilità e delle condizioni prevalenti di affioramento ed è rappresentato da un indice di vulnerabilità specifica dei diversi Complessi. Nel dettaglio le classi di vulnerabilità assegnate ai diversi complessi sono riportate nella sottostante tabella 2 della Vulnerabilità dei Complessi idrogeologici.

N.	Complessi	Vulnerabilità		
		Alta	Media	Bassa
1	Detritico - alluvionale	X		
2	sabbioso		X	
3	Conglomeratico		X	
5	Rocce metamorfiche			X

Tabella 2: vulnerabilità dei complessi idrogeologici

La vulnerabilità della falda acquifera superficiale è pertanto da considerarsi, salvo per le aree contraddistinte da un sottosuolo metamorfico, mediamente elevata.

9 Sismicità dell'area

L'area di studio, posto a ridosso di lineazioni tettoniche a carattere trascorrente e attive risente di un'importante sismicità caratterizzata da una rilevante attività sismica, con numerosi eventi crostali (Postpischl, 1985; Boschi et al., 1995; 1997), che hanno raggiunto magnitudo comprese fra i 6 ed i 7.4 gradi.

Per ricostruire la storia dell'attività sismica dell'area indagata è stata svolta una ricerca della sismicità storica sulla base del catalogo parametrico dei terremoti italiani effettuando una interrogazione relativa ai fenomeni verificatisi nel comune di Messina e nel comune di Villafranca Tirrenica.

I risultati di questa ricerca hanno evidenziato che i principali sismi risentiti sono quelli prodottisi di conseguenza alle dislocazioni tettoniche, avvenute per la formazione dell'Appennino meridionale, per l'apertura del Mar Tirreno e per il sovrascorrimento delle unità alpine dell'Arco Calabro – Peloritano sulle unità appenniniche in Sicilia e Calabria.

E' stato consultato il catalogo della sismicità storica (INGV – DBMI11) per uno dei Comuni interessati dal tracciato in progetto (fig. 4 e tabb 3):

Seismic history of Sinopoli		Earthquake occurred:				
Total number of earthquakes: 7						
Effects						
Is	Data	Area Epicentrale	NP	Io	Mw	
10-11	1783 02 05 12:00	Calabria	356	11	7.02 ±0.08	
8-9	1908 12 28 04:20	Calabria meridionale-Messina	800	11	7.10 ±0.15	
8	1894 11 16 17:52	Calabria meridionale	303	9	6.07 ±0.10	
7-8	1907 10 23 20:28	Calabria meridionale	274	8-9	5.87 ±0.25	
7	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895		7.04 ±0.16	
6-7	1928 03 07 10:55	CAPO VATICANO	30	7-8	5.83 ±0.26	
5	1990 12 13 00:24	Sicilia sud-orientale	304	7	5.64 ±0.09	
This file has been downloaded from INGV - DBMI11						

Tabella 3: sismicità storica di Sinopoli (RC)

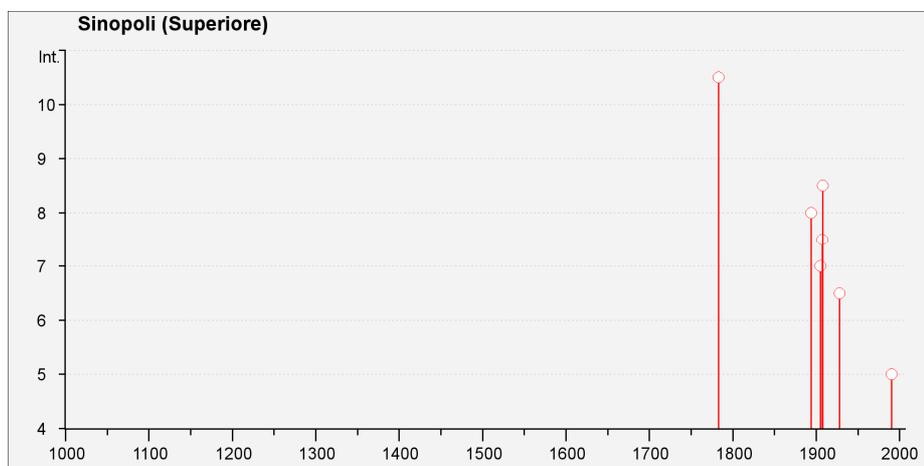


Figura 4: grafico della sismicità storica di Sinopoli (RC)

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003, "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica", ha disposto i seguenti criteri per la valutazione preliminare della risposta sismica del sottosuolo:

- Una nuova classificazione dei comuni italiani secondo quattro zone di pericolosità sismica (Tabella a), espressa in termini di accelerazione massima orizzontale al suolo (a_g) su terreni duri e differenti tempi di ritorno, funzione della vita nominale della struttura e della sua destinazione d'uso.

ZONA	ACCELERAZIONE (a_g) CON PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO PARI AL 10% IN 50 ANNI	a_g MAX
1	$0,25 < a_g \leq 0,35$ g	0,35 g
2	$0,15 < a_g \leq 0,25$ g	0,25 g
3	$0,05 < a_g \leq 0,15$ g	0,15 g
4	$\leq 0,05$ g	0,05 g

Tabella 4- Suddivisione delle zone sismiche in relazione all'accelerazione di picco su terreno rigido

- La classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione (Tabella b), sulla base della stima di vari parametri del terreno (V_s , NSPT, c_u , e profondità del bedrock). Ad ogni categoria sono stati attribuiti i valori dei parametri dello spettro di risposta per la stima delle azioni sismiche di progetto.

Tabella b - Classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione

CATEGORIA SUOLO DI FONDAZIONE	PROFILO STRATIGRAFICO	PARAMETRI		
		V_s30 (m/s)	Nspt	c_u (kPa)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi	> 800		
B	Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità	< 800 > 360	> 50	> 250
C	Depositi di sabbie e ghiaie mediamente addensate, o di argille di media consistenza	< 360 > 180	< 50 > 15	< 250 > 70
D	Depositi di terreni granulari da sciolti a poco addensati oppure coesivi da poco a mediamente consistenti	< 180	< 15	< 70
E	Profili di terreno costituiti da strati superficiali alluvionali, con valori di V_s30 simili a quelli dei tipi C o D e spessore compreso tra 5 e 20 m, giacenti su di un substrato di materiale più rigido con $V_s30 > 800$ m/s			
S1	Depositi costituiti da, o che includono, uno strato spesso almeno 10 m di argille/limi di bassa consistenza, con elevato indice di plasticità ($PI > 40$) e contenuto di acqua	< 100		< 20 > 10
S2	Depositi di terreni soggetti a liquefazione, di argille sensitive, o qualsiasi altra categoria di terreno non classificabile nei tipi precedenti			

Tabella 5 - Classificazione del sottosuolo in categorie di suolo di fondazione

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008), hanno superato il concetto della classificazione del territorio nelle quattro zone sismiche e propongono una zonazione fondata su un reticolo di punti di riferimento con intervalli di a_g pari a 0.025 g, costruito per l'intero territorio nazionale. Ai punti del reticolo sono attribuiti, per nove differenti periodi di ritorno del terremoto atteso, i valori di a_g e dei principali "parametri spettrali" riferiti all'accelerazione orizzontale e verticale su suoli rigidi e pianeggianti, da utilizzare per il calcolo dell'azione sismica (fattore di amplificazione massima F_0 e periodo di inizio del tratto dello spettro a velocità costante T^*C). Il reticolo di riferimento ed i dati di pericolosità sismica (Figg. 5 e 6) vengono forniti dall'INGV e pubblicati nel sito <http://esse1.mi.ingv.it/>. attraverso le coordinate geografiche del sito

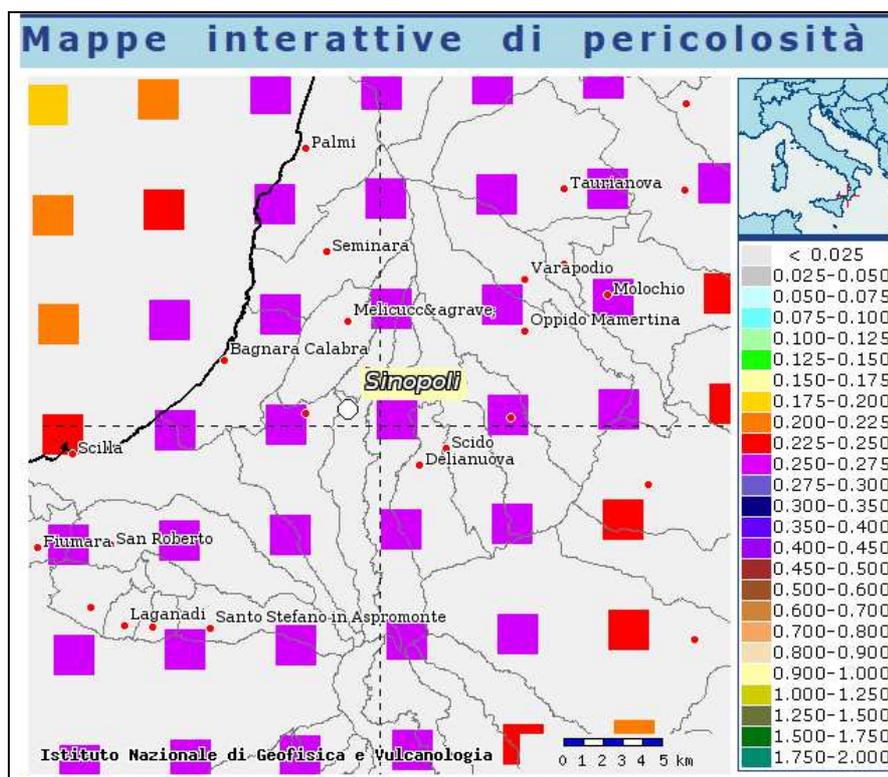
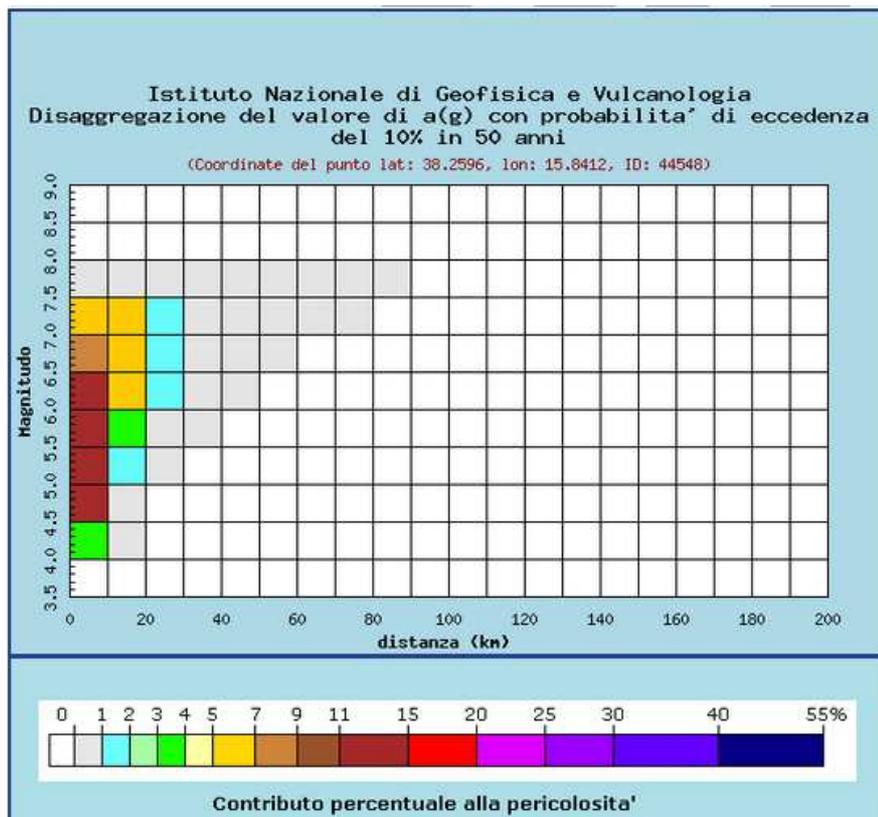


Figura 5 – Parametri forniti dal sito INGV



Distanza in km	Disaggregazione del valore di a(g) con probabilita' di eccedenza del 10% in 50 anni (Coordinate del punto lat: 38.2596, lon: 15.8412, ID: 44548)										
	Magnitudo										
	3.5-4.0	4.0-4.5	4.5-5.0	5.0-5.5	5.5-6.0	6.0-6.5	6.5-7.0	7.0-7.5	7.5-8.0	8.0-8.5	8.5-9.0
0-10	0.000	3.730	12.100	14.500	14.200	11.800	8.310	5.110	0.714	0.000	0.000
10-20	0.000	0.004	0.367	1.670	3.550	5.160	5.770	5.260	0.912	0.000	0.000
20-30	0.000	0.000	0.000	0.011	0.308	1.050	1.510	1.910	0.404	0.000	0.000
30-40	0.000	0.000	0.000	0.000	0.004	0.158	0.362	0.611	0.151	0.000	0.000
40-50	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.063	0.185	0.053	0.000	0.000
50-60	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.005	0.055	0.019	0.000	0.000
60-70	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.013	0.006	0.000	0.000
70-80	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.002	0.002	0.000	0.000
80-90	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
90-100	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
100-110	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
110-120	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
120-130	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-140	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-150	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-160	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-170	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
170-180	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-190	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
190-200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Valori medi											
Magnitudo	Distanza	Epsilon									
5.980	8.520	0.822									

Figura 6 Mappa interattiva di pericolosità sismica centrata sul comune di Sinopoli (RC) (ME)- fonte: INGV
(<http://esse1.mi.ingv.it>)

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. del 14/01/2008) considerano come valore di accelerazione sismica di riferimento, l'accelerazione massima su un suolo di categoria A. Il valore

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 23 di 34

di accelerazione massima del terreno varia, in realtà, in funzione delle caratteristiche topografiche e stratigrafiche dell'area oggetto di studio. Nelle successive fasi progettuali, pertanto la campagna di indagini geognostiche sarà finalizzata anche alla definizione delle caratteristiche sismiche dei terreni interessati dai sostegni. Sarà necessario, in particolare, attraverso la misura dei valori delle velocità delle onde S, individuare le categorie di suolo così come richiesto dalla NTC del 14/01/2008.

10 Caratteristiche geotecniche dei terreni

In questa fase di progettazione, in assenza di una caratterizzazione di dettaglio dei terreni di fondazione, la quale verrà realizzata mediante una campagna specifica e adeguata di indagini geognostiche nelle successive fasi di progettazione, viene fornita una caratterizzazione geotecnica preliminare delle litologie che saranno interessate dalle opere. I dati stratigrafici e le caratteristiche dei terreni sono desunti dagli studi geologici eseguiti nel territorio comunale di Sinopoli, oltre che dai dati di letteratura esistenti. Le litologie interessate dalle fondazioni dei sostegni sono rappresentate dalle

- metamorfiti
- sabbie
- conglomerati
- alluvioni attuali e terrazzate
- detrito eluvio colluviale

Si riportano, nella tabella che segue (tab 9), le principali caratteristiche geotecniche individuate:

Litologia	γ (kN/m ³)	c (kPa)	ϕ (°)
detrito eluvio colluviale	17.65	0	32
alluvioni	17.16	0	25
Conglomerati dei depositi marini terrazzati	19.22	19.6	33
sabbie	19.61	16.67	29
metamorfiti (copertura)	20.12	19.61	33
metamorfiti fratturati	20.22	19.61	38

Tabella 9: principali caratteristiche geotecniche

Per la valutazione delle caratteristiche geomeccaniche delle rocce metamorfiche non fratturate è necessario fare riferimento ai principi che governano la meccanica delle rocce e in particolare alla classificazione RMR (Beniasky 1989). Da dati derivanti da precedenti studi condotti nell'area le metamorfiche risultano di Classe IV Geostrutturale di Beniawsky, (scadente) .

	Elettrodotto aereo 150 kV ST "S.Procopio - Palmi Sud" <i>e demolizioni elettrodotti esistenti</i> RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 25 di 34

11 Caratteristiche morfologiche e geolitologiche degli elettrodotti in progetto

Il rilevamento geologico e geomorfologico ha consentito di riconoscere, cartografare e caratterizzare le litologie affioranti nelle aree di studio che saranno interessate dai sostegni in progetto. Nella successiva fase di progettazione esecutiva, sarà tuttavia eseguita, ove necessario, una caratterizzazione stratigrafica e geotecnica di dettaglio dei terreni di fondazioni delle opere.

11.1 Raccordo aereo 150kV "S. Procopio-Palmi Sud"

Questo collegamento aereo si sviluppa interamente sugli affioramenti dei terreni pliocenici e pleistocenici e sulle dorsali morfologiche a prevalente sviluppo SE –NW e caratterizzati da versanti molto inclinati. Queste dorsali subparallele fra loro sono separate, da sud verso nord dal Vallone Santa Maria, dal Vallone Donna e dal Torrente Acqua Divina, tutti con sviluppo parallelo alle dorsali. I sostegni sono previsti alla sommità delle dorsali appoggiandosi sui rilievi morfologici più in quota: Puntone Sbirro (459.9 m), Puntone Antenna (462 m), Scriselle (605 m). Il rilevamento morfologico eseguito non ha evidenziato criticità geomorfologiche significative. Pur in presenza di versanti con alte pendenze, giustificate dalla natura essenzialmente sabbiosa ed argillosa del substrato, non sono state rilevate frane attuali e pregresse o forme di erosione importanti che interessano le aree di appoggio dell'elettrodotto.

Verso la costa tirrenica i sostegni poggeranno una superficie erosionale caratterizzata da un ampio terrazzo con una superficie suborizzontale debolmente inclinata verso nord.

I sostegni 288/1 e 288/2 saranno ubicati sul versante inclinato verso est con una pendenza superiore ai 15°, posto a monte della CP S. Procopio, a nord dell'abitato di Sinopoli,. Saranno fondati sui terreni sabbiosi pliocenici, caratterizzati da sabbie cementate e stratificate, ricoperte da una coltre detritica di spessore di pochi metri. Su questo versante, in fase di progettazione esecutiva, sarà necessario verificare le condizioni di stabilità in modo analitico e scegliere le opportune soluzioni di salvaguardia dell'equilibrio morfologico.

I sostegni 288/3 e 288/4 sono previsti alla sommità del rilievo morfologico rispettivamente di Sullaria e Puntone Antenna, in corrispondenza dell'affioramento della successione pliocenica. Il substrato di fondazione è caratterizzato dalla presenza di sabbia cementate e calcareniti stratificate, mascherate da un detrito sabbioso ghiaioso di spessore metrico. Il rilievo morfologico eseguito sui versanti che delimitano i due rilievi non ha evidenziato criticità geomorfologiche significative. Pur in presenza di pendii con alte pendenze, infatti, non sono state rilevate frane attuali e pregresse o forme di erosione importanti. Si rimanda alle successive fasi progettuali un approfondito studio sulle condizioni di stabilità ante e post operam.

Il sostegno 288/5 è ubicato in località Melissari, al margine di una superficie suborizzontale delimitata verso sud da un versante orientato con pendenze maggiori di 15°. E' previsto su terreni sabbiosi pliocenici con strati di sabbia cementata e livelli argillosi; la morfologia di questo versante non è attualmente condizionata da situazioni di instabilità gravitativa. Nelle successive fasi progettuali sarà necessario un approfondimento dei rilievi morfologici con verifiche analitiche delle condizioni di stabilità del sito.

Il sostegno 288/6 ricade sul margine meridionale del terrazzo marino, caratterizzato da una superficie erosionale suborizzontale e da depositi conglomeratici pleistocenici. Il versante che

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 26 di 34

delimita tale superficie presenta una pendenza inferiore ai 15° e un salto di pendenza intorno alla quota di 560 m. L'ubicazione del sostegno è distante dal versante di circa 100 m e pertanto non presenta particolari condizioni di pericolosità gravitativa.

I sostegni 288/7 e 288/9 sono ubicati sul terrazzo marino, sulla superficie erosionale suborizzontale, caratterizzata dai depositi conglomeratici pleistocenici.

Il sostegno 288/8 poggia sulla una superficie erosionale suborizzontale in corrispondenza dell'affioramento del substrato metamorfico.

Questi ultimi tre sostegni saranno poggiati su una superficie suborizzontale, distanti dai pendii e non sono interessati, pertanto, da particolari dissesti di tipo gravitativo.

12 Caratteristiche morfologiche e geolitologiche dell'elettrodotto in demolizione

Gli elettrodotti in demolizione si sviluppano con un andamento principale nord est - sud ovest, parallelamente alla costa tirrenica. I sostegni interessati dalla loro dismissione poggiano in gran parte alla sommità dei rilievi morfologici o sui loro versanti più o meno inclinati. Sono fondati su terreni riferibili essenzialmente al substrato metamorfico, ai depositi sabbiosi ed argillosi pliocenici e sui conglomerati dei terrazzi marini pleistocenici.

Dai rilievi effettuati e dalla consultazione della carta della franosità e di rischio per la redazione del Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (PAI) risulta che non vi sono tralicci in dismissione interessati da dissesti gravitativi importanti in atto o pregressi.

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 27 di 34

13 Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico della Calabria

13.1 Compatibilità geomorfologica

Dalla sovrapposizione dei tracciati degli elettrodotti in progetto con il Piano Stralcio per l’assetto idrogeologico della Regione Calabria risulta che le ubicazioni dei sostegni non ricadono in aree vincolate del PAI.

13.2 Compatibilità idraulica

Le opere previste dal progetto non ricadono all'interno di aree vincolate dall’Autorità di Bacino come aree a Pericolosità idraulica o Sito d’attenzione idraulica.

14 Criteri progettuali delle strutture di fondazione

Per sostegni ubicati su terreni dalle buone caratteristiche geotecniche le fondazioni di ogni sostegno saranno di tipo diretto e caratterizzate dalla realizzazione di 4 plinti agli angoli dei tralicci (fondazioni a piedini separati). Ognuna delle quattro buche di alloggiamento della fondazione è realizzata utilizzando un escavatore e avrà dimensioni di circa 3x3 m con una profondità non superiore a 4 m, per un volume medio di scavo pari a circa 30 m³; una volta realizzata l'opera, la parte che resterà in vista sarà costituita dalla parte fuori terra dei colonnini di diametro di circa 1 m. In seguito si procede con il montaggio dei raccordi di fondazione e dei piedi, il loro accurato livellamento, la posa dell'armatura di ferro e delle casserature, il getto del calcestruzzo. Trascorso il periodo di stagionatura dei getti, si procede al disarmo delle casserature. Si esegue quindi il reinterro con il materiale proveniente dagli scavi, se ritenuto idoneo, ripristinando il preesistente andamento naturale del terreno. Il materiale di risulta può essere utilizzato in loco per la successiva sistemazione del sito o allocato in discarica.

Per sostegni posizionati su terreni con più bassi valori delle caratteristiche geomeccaniche saranno necessarie fondazioni speciali (pali trivellati e micropali), che verranno definite e dimensionate sulla base di apposite indagini geotecniche. In questo caso le opzioni possibili comprendono la realizzazione di **pali trivellati** o **micropali** a seconda delle caratteristiche del terreno.

Nel primo caso, gli scavi riguarderanno la realizzazione di un fittone per ogni piedino mediante trivellazione fino alla quota prevista in funzione della litologia del terreno desunta dalle prove geognostiche da eseguire in fase esecutiva (mediamente 15 m) con diametri che variano da 1,5 a 1,0 m, per complessivi 15 m³ circa per ogni fondazione, posa dell'armatura e getto del calcestruzzo fino alla quota d'imposta del traliccio. Durante la realizzazione dei trivellati, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, sarà utilizzata, in alternativa al tubo forma metallico, della bentonite che a fine operazioni dovrà essere recuperata e smaltita secondo le vigenti disposizioni di legge.

Nel secondo caso, saranno realizzati una serie di micropali per ogni piedino con trivellazione fino alla quota prevista. Il volume di scavo complessivo per ogni piedino è circa 4 m³. Durante la realizzazione dei micropali, per limitare gli inconvenienti dovuti alla presenza di falda, verrà utilizzato un tubo forma metallico, per contenere le pareti di scavo, che contemporaneamente alla fase di getto sarà recuperato.

Nella tabella sottostante (tabella 7) si riporta l'elenco dei sostegni con le relative tipologie fondazionali ipotizzabili in questa fase progettuale, fermo restando che l'individuazione dell'esatta tipologia di fondazione di ogni sostegno può avvenire solo a valle di dettagliate indagini geognostiche per ogni ubicazione di sostegno.

Fondazione	Sostegni
Fondazione diretta	288/2 - 288/4 - 288/5 - 288/6 - 288/7 - 288/8 - 288/9 - 288/10
Fondazione indiretta (pali e/o micropali)	288/1 - 288/3

Tabella 7: tipologia di fondazione

	Elettrodotto aereo 150 kV ST "S.Procopio - Palmi Sud" e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 29 di 34

15 Gestione dei materiali da scavo

Il D.M. 161/2012, entrato in vigore il 06 Ottobre 2012, giunge al termine di un decennio di ripetute modifiche della normativa applicabile ai materiali di scavo per regolarne l'esclusione dalla "gestione come rifiuto", durante il quale varie disposizioni, anche a carattere regionale, hanno regolamentato l'utilizzo delle terre e rocce in maniera disorganica nel territorio nazionale.

Le principali norme di riferimento sulla disciplina dell'utilizzazione dei materiali da scavo sono:

- Decreto Ministeriale 05 febbraio 1998 e s.m.i. – "Individuazione dei rifiuti non pericolosi sottoposti alle procedure semplificate di recupero ai sensi degli articoli 31 e 33 del decreto legislativo 5 febbraio 1997, n. 22". (G.U. Serie Generale n. 88 del 16/04/1998 – Supplemento Ordinario n. 72).
- Decreto Legislativo 03 aprile 2006, n. 152 e s.m.i. – "Norme in materia ambientale". (G.U. Serie Generale n. 88 del 14/04/2006 – Supplemento Ordinario n. 96).
- Decreto Ministeriale 10 agosto 2012, n. 161 – "Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo". (G.U. Serie Generale n. 224 del 25/09/2012 – Supplemento Ordinario n. 186).
- Legge di conversione n. 98 del 09 agosto 2013, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69, recante "Disposizione urgenti per il rilancio dell'economia" (c.d. "Decreto Fare") (G.U. Serie Generale n.194 del 20/08/2013 – Supplemento Ordinario n. 63).

Con l'entrata in vigore della Legge di conversione n. 98 del 09 agosto 2013, con modificazioni, del Decreto Legge 21 giugno 2013, n. 69 ("Decreto Fare") (G.U. Serie Generale n.194 del 20/08/2013 - Suppl. Ordinario n. 63), il quadro normativo che ne deriva può essere riassunto come segue:

1. Materiali da scavo provenienti da opere soggette a VIA o ad AIA: si applica il D.M. 161/2012 (art. 41, comma 2 D.L. 69/2013). Il Decreto non si applica alle ipotesi disciplinate dall'art. 109 del D.Lgs. 152/06 (Immersione in mare di materiale derivante da attività di escavo e attività di posa in mare di cavi e condotte), ed a quelle disciplinate dall'art. 185, comma 1, lettera c) del D.Lgs. 152/06 e s.m.i.;
2. Materiali da scavo provenienti da "piccoli cantieri" (produzione di materiali da scavo < a 6.000 m3) o da attività ed opere non soggette a VIA o AIA: si applica l'art. 184-bis (sottoprodotti) del D.Lgs. 152/06, se sono verificate le condizioni di cui all'art. 41-bis del DL n. 69/13.

Si sottolinea che, nel nuovo disposto legislativo (Decreto Fare) è stato introdotto il comma 7 dell'art. 41-bis, che mira a precisare la definizione di "materiali da scavo" dettata dall'art. 1, comma 1, lett. b), del D.M. 161/2012, che integra, a tutti gli effetti, le corrispondenti disposizioni del D.Lgs. 152/06. Nel testo della Parte IV del D.Lgs. 152/06 (relativa ai rifiuti), infatti, non si fa mai riferimento al termine "materiali da scavo", ma sempre all'espressione "terre e rocce da scavo".

Secondo la lettera b) del comma 1 dell'art. 1 del D.M. 161/2012, sono materiali da scavo: *"il suolo o sottosuolo, con eventuali presenze di riporto, derivanti dalla realizzazione di un'opera quali, a titolo esemplificativo: scavi in genere (sbancamento, fondazioni, trincee, ecc.); perforazione, trivellazione, palificazione, consolidamento, ecc.; opere infrastrutturali in generale (galleria, diga, strada, ecc.); rimozione e livellamento di opere in terra; materiali litoidi in genere*

	Elettrodotto aereo 150 kV ST "S.Procopio - Palmi Sud" e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 30 di 34

e comunque tutte le altre plausibili frazioni granulometriche provenienti da escavazioni effettuate negli alvei, sia dei corpi idrici superficiali che del reticolo idrico scolante, in zone golenali dei corsi d'acqua, spiagge, fondali lacustri e marini; residui di lavorazione di materiali lapidei (marmi, graniti, pietre, ecc.) anche non connessi alla realizzazione di un'opera e non contenenti sostanze pericolose (quali ad esempio flocculanti con acrilamide o poliacrilamide)".

La stessa lettera b) dispone, altresì, che: "i materiali da scavo possono contenere, sempreché la composizione media dell'intera massa non presenti concentrazioni di inquinanti superiori ai limiti massimi previsti dal presente Regolamento, anche i seguenti materiali: calcestruzzo, bentonite, polivinilcloruro (PVC), vetroresina, miscele cementizie e additivi per scavo meccanizzato".

Inoltre, secondo quanto dettato dall'art. 41 (comma 3, lettera a) del D.L. 69/2013 (Decreto Fare) le matrici materiali di riporto sono "costituite da una miscela eterogenea di materiale di origine antropica, quali residui e scarti di produzione e di consumo, e di terreno, che compone un orizzonte stratigrafico specifico rispetto alle caratteristiche geologiche e stratigrafiche naturali del terreno in un determinato sito, e utilizzate per la realizzazione di riempimenti, di rilevati e di reinterri".

In pratica:

- in caso di riutilizzo nello stesso sito di produzione e purché non vi sia la necessità di realizzare un deposito temporaneo al di fuori dell'area di cantiere, l'articolo di pertinenza risulta essere il 185 del D. Lgs. 152/2006 e quindi, di fatto, l'entrata in vigore del D.M. 161/2012 e del D.L. 69/2013 (art. 41 bis) non portano nessuna modifica alla gestione dei progetti con produzione di terre e rocce non contaminate riutilizzate in sito allo stato naturale e/o parzialmente conferite in discarica per la parte eccedente;
- in caso di riutilizzo al di fuori del sito di produzione e in caso di riutilizzo in sito con necessità di deposito temporaneo al di fuori dell'area di cantiere, il disposto legislativo di pertinenza risulta essere il D. M. 161/2012 oppure l'art. 41 bis del D.L. 69/2013 (Decreto Fare).

L'articolo 185 del D. Lgs. 152/2006 e s.m.i. mantiene inalterata la sua validità anche dopo l'entrata in vigore del D.M. 161/2012 e del D.L. 69/2013 (Decreto Fare).

L'articolo 185, reca l'elenco dei materiali espressamente esclusi dal campo di applicazione della Parte IV dello stesso decreto e relativa alla gestione dei rifiuti.

Tra gli altri, il comma 1, lettera c) elenca:

"il suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale escavato nel corso di attività di costruzione, ove sia certo che esso verrà riutilizzato a fini di costruzione allo stato naturale e nello stesso sito in cui è stato escavato;"

Al comma 4 dello stesso articolo viene inoltre precisato che:

"Il suolo escavato non contaminato e altro materiale allo stato naturale, utilizzati in siti diversi da quelli in cui sono stati escavati, devono essere valutati ai sensi, nell'ordine, degli articoli 183 comma 1, lettera a), 184-bis e 184-ter"

- Quindi le terre e rocce da scavo sono da considerarsi escluse dalla disciplina di gestione dei rifiuti e dalla gestione come sottoprodotto, oggi disciplinata dal D.M. 161/2012 e l'art. 41 bis del D.L. 69/2013 (Decreto Fare), a patto che si verificano contemporaneamente tre condizioni:
 - a) si tratti di suolo non contaminato e altro materiale allo stato naturale (da accertare con un piano di caratterizzazione);
 - b) il materiale sia escavato nel corso di attività di costruzione; quindi l'esclusione si applica solo ai materiali escavati e non ai materiali generati da attività diverse (ad es. la demolizione);

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 31 di 34

c) il materiale sia utilizzato a fini di costruzione “allo stato naturale” nello stesso sito, dove per “stato naturale” si deve interpretare nel senso che non venga applicato alcun trattamento prima dell’impiego del suolo e del materiale escavati.

Le terre e rocce da scavo destinate a riutilizzo nello stesso sito di origine possono essere sottoposte alle operazioni di vagliatura e macinazione con impianto mobile non autorizzato (secondo la procedura prevista dall’art. 208, comma 15, del D.Lgs. n. 152/2006) purché finalizzata alla riduzione volumetrica del medesimo, per l’ottenimento delle granulometrie previste dal progetto, non deve essere effettuata per modificare le caratteristiche chimiche ambientali del materiale stesso, (vedi art. 185 comma 1 lettera c) poiché si ritiene che tali operazioni non modifichino la natura dei materiali. Da tali operazioni non si devono generare rifiuti (APPA 2012).

In relazione alla normativa vigente, considerato che:

- all’atto della presentazione dell’istanza per l’autorizzazione alla realizzazione ed all’esercizio degli elettrodotti, Terna non ha la disponibilità dei suoli (le attività di asservimento e di natura espropriativa avverranno solo dopo l’avvenuta autorizzazione dell’opera);
- le attività di realizzazione degli elettrodotti sono caratterizzate dall’indifferibilità, urgenza e pubblica utilità;
- per l’impiego di materiali inerti e per l’esigua movimentazione delle terre, le attività di Terna non incrementano in alcun modo il livello di inquinamento dei suoli e non interessano mai la falda acquifera sotterranea;
- che l’opera in oggetto, per le sue caratteristiche tecnologiche e dimensionali, non è sottoposta a VIA;

La procedura che si intende adottare per la gestione delle terre e rocce da scavo prevede una caratterizzazione dei suoli direttamente in fase di progettazione esecutiva e prima dell’inizio dei lavori.

Ad avvenuta caratterizzazione, sarà onere di Terna inviare all’Autorità competente il Piano di Gestione delle Terre e Rocce da Scavo nel quale verranno esplicitati i volumi di terra che potranno essere riutilizzati negli stessi siti di produzione, laddove ne sussistano tutte le condizioni, o gestiti in altra maniera.

16 Indicazioni di pericolosità geomorfologica.

Per definizione la pericolosità da frana è la probabilità che, in una data area, un dissesto morfologico si verifichi. La valutazione della pericolosità è generalmente complessa e richiede la quantificazione, sia a livello spaziale che temporale, della probabilità di occorrenza dell'evento. Nel caso specifico, è stata considerata la pericolosità geomorfologica ottenuta attraverso un metodo qualitativo (euristico diretto) riferita alle aree che saranno interessate dall'appoggio dei sostegni. Questa pericolosità è stata valutata attraverso una sintesi degli elementi di carattere geologico e geomorfologico dedotta dalle carte tematiche di base (Carta geolitologica e Carta geomorfologica). I risultati di questa elaborazione esprimono un grado di pericolosità relativa. Lo studio morfologico ha evidenziato le principali aree interessate da dissesti morfologici, con differente tipologia e diverso grado di attività, presenti lungo i tracciati degli elettrodotti. La distinzione morfologica dei dissesti ha consentito di evidenziare più livelli di pericolosità geomorfologica. Sono stati definiti cinque differenti aree con diversi livelli di pericolosità. Nella tabella sottostante (tabb. 8) sono indicate le aree con i livelli di pericolosità, le criticità che determinano la pericolosità e le indicazioni ai fini della utilizzabilità delle aree:

Pericolosità	Criticità	Sostegni	Utilizzabilità
Pericolosità alta	Presenza di frana attive	Assenti	Aree da evitare. L'attività dei movimenti franosi non consente la stabilità dei sostegni.
Pericolosità media	Presenza di frana quiescente o di scarpate in arretramento	Assenti	Aree che possono essere utilizzate tenendo presente che in fase esecutiva sono necessari approfondimenti di studi e indagini geologiche finalizzati alla verifica della stabilità dei versanti ante e post opera. Possono essere necessari interventi di stabilizzazione del pendio.
Pericolosità bassa	Versanti con pendenza maggiore di 15°	288/1	Aree che possono essere utilizzate tenendo presente che in fase esecutiva sono necessari i normali approfondimenti di studi e indagini geologiche finalizzati alla definizione del modello geologico e geotecnico del sito, all'individuazione della profondità del substrato ed alla definizione della stabilità del pendio
Pericolosità minima	Versanti con pendenza minore di 15°	288/2 288/3 288/5 288/6	Aree che possono essere utilizzate tenendo presente che in fase esecutiva sono necessari approfondimenti di studi e indagini geologiche finalizzati all'individuazione della profondità del substrato ed alla definizione della stabilità del pendio
Pericolosità assente	Assenza di criticità	288/4 288/7 288/8 288/9 288/10	Aree prive di significative limitazioni di carattere morfologico

Tabella 8: livelli di pericolosità

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 33 di 34

Al di là dal giudizio di valore in merito alla pericolosità, che segnala comunque l'esigenza di opportune analisi in sede di progettazione esecutiva, alcune problematiche si hanno in corrispondenza del sostegno 288/1, che ricade comunque in ambiti a pericolosità media. In questi casi in fase di progettazione esecutiva saranno eseguite accurate indagini geognostiche volte a individuare le possibili scelte del tipo di fondazione e le opportune soluzioni per conservare l'equilibrio morfologico dei versanti. Negli altri casi non si evidenziano problematiche particolari.

	Elettrodotto aereo 150 kV ST “S.Procopio - Palmi Sud” e demolizioni elettrodotti esistenti RELAZIONE GEOLOGICA	Codifica REGR11002BSA01015	
		Rev. 00 del 30/09/2015	Pag. 34 di 34

17 Conclusioni

Lo studio preliminare ha consentito di inquadrare l'area dal punto di vista geologico, geomorfologico e sismico e di evidenziare alcune criticità geomorfologiche che saranno oggetto di rilievi geologici di dettaglio e di indagini adeguatamente programmate nelle successive fasi di progettazione definitiva ed esecutiva. Tali conoscenze consentiranno il corretto dimensionamento delle opere in funzione delle condizioni litotecniche dei terreni affioranti.

Sulla base delle conoscenze fin ora acquisite è possibile, comunque, affermare che le previsioni progettuali sono compatibili con le condizioni geologiche, geomorfologiche presenti nell'area di studio.

18 Riferimenti bibliografici essenziali

- Amodio-Morelli L., Bonardi G., Colonna V., Dietrich D., GIUNTA G., Ippolito F., Liguori V., Lorenzoni S., Paglionico A., Perrone V., Piccarreta G., Russo M., Scandone P., Zanettin – Lorenzoi E. & ZUPPETTA A. (1976) _ *L'Arco calabro – peloritano nell'orogene appenninico – maghrebide*. Mem. Soc. Geol. It., 17, 1-60.
- Bieniawski, Z. T (1989).“*Engineering Rock Mass Classification*”.Mining and Mineral Resources Research Institute.The Pennsylvania State University.
- LENTINI F., CARBONE S., CATALANO S., e GRASSO M. (1995) – *Principali lineamenti strutturali della Sicilia nord-orientale*. Vol. Spec. Studi Geol. Camerti (1995/2): 319-329.
- Ogniben, L. (1973) *Schema geologico della Calabria in base ai dati odierni*. Geol. Romana 12, 243-585
- POSTPISCHL D. (1985) - *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. CNR, P.F. Geodinamica, Graficop, 239 pp. Bologna.