

COMUNE DI MELILLI PROV. DI SIRACUSA

REALIZZAZIONE DI PARCO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA 88,74 MW
E RELATIVO CAVIDOTTO DA REALIZZARSI NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI MELILLI

STUDIO GEOLOGICO ED IDROGEOLOGICO DI MASSIMA

Committente

Coco Energy S.r.l

IL TECNICO
Dott. Geol. Gaetano Turco

Data



Visti

Viale Epipoli 39- Siracusa
Tel. 328/8457026
e-mail: gaetano.turco@pec.epap..it

Indice

PREMESSA.....	1
INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	2
ASPETTI GEOGRAFICI E GEOMORFOLOGICI	2
CARATTERISTICHE GEOLOGICHE	5
ASPETTI GEOLOGICI	5
<i>Rilievo di campagna.....</i>	<i>5</i>
<i>Ricerca bibliografica.....</i>	<i>5</i>
STRATIGRAFIA	5
INQUADRAMENTO TETTONICO.....	8
TETTONICA.....	8
SISMICITÀ.....	9
<i>Sismicità storica dell'area.....</i>	<i>13</i>
IDROGRAFIA ED INQUADRAMENTO NEL CONTESTO PAI	16
IDROGRAFIA	16
INQUADRAMENTO NEL CONTESTO PAI.....	16
CONSIDERAZIONI RELATIVE AL TRACCIATO DELLA LINEA DI CONNESSIONE.....	18
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO	20
CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO E ANDAMENTO PIEZOMETRICO	20
CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEL SITO	23
INDAGINI GEOFISICHE	23
INDAGINI SISMICHE E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SUOLO	23
INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW	23
DEFINIZIONE DI VSEQ E DELLA CATEGORIA DI SUOLO	23
SISMICITÀ DEL SITO	25
AZIONE SISMICA	25
<i>Caratterizzazione dinamica del sito.....</i>	<i>25</i>
<i>Azione Sismica.....</i>	<i>25</i>
CALCOLO DI AMAXATTESA AL SITO.....	26
CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA.....	29
CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	30

PREMESSA

Lo scrivente, su incarico della Coco Energy S.r.l., ha indagato circa le condizioni geologiche e geomorfologiche del sito interessato dalla “REALIZZAZIONE DI PARCO FOTOVOLTAICO DELLA POTENZA COMPLESSIVA 88,74 MW E RELATIVO CAVIDOTTO DA REALIZZARSI NEL TERRITORIO DEL COMUNE DI MELILLI”; sono qui riportati i risultati dell’indagine effettuata.

Lo studio ha permesso di definire: la natura dei terreni affioranti, le loro condizioni di giacitura e di equilibrio geomorfologico, le caratteristiche idrogeologiche globali; sono stati valutati inoltre i parametri dinamici e meccanici generali dell’area e dei litotipi presenti utilizzando i dati di letteratura geologica ed altre indagini eseguite dallo scrivente nell’area.

A tal proposito, nel sito di stretto interesse e nelle aree immediatamente limitrofe, è stato eseguito un rilievo geologico di superficie finalizzato alla descrizione delle caratteristiche morfologiche, geologiche e giaciture dei primi termini di substrato, integrato poi da ricerche di dati di letteratura e da indagini eseguite in prossimità delle stesse, al fine di definire la successione litostratigrafica e la caratterizzazione del sedime.

Con tali prerogative è stato condotto il seguente programma d’indagini;

Rilievo geolitologico a scala 1:10.000 dell’area di interesse;

Ricerca dei dati relativi alla geologia ed alle caratteristiche idrogeologiche dell’area;

Ricerca dei dati d’indagini geofisiche.

Elaborazione dei dati di indagine

Sono qui esposti risultati dello studio effettuato.

INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

ASPETTI GEOGRAFICI E GEOMORFOLOGICI

L'area in studio ricade nel comprensorio territoriale del Comune di Melilli; nella cartografia ufficiale ricade prevalentemente in C.da "Cassara", dall'omonimo Monte Cassara elemento fisiografico di rilievo nell'area stessa, ed in minore misura nelle contrade Fontanacci e Maglitto, su quest'ultima in particolare sono presenti le opere di connessione alla rete Terna. Il terreno è catastalmente individuato alle particelle 52, 11, 10, 19, 30, 2920 nel Foglio di Mappa n. 12.

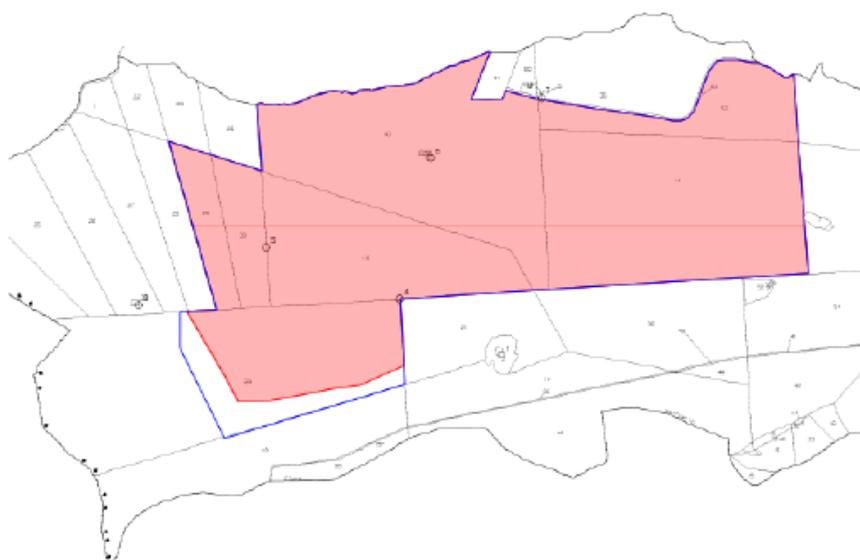


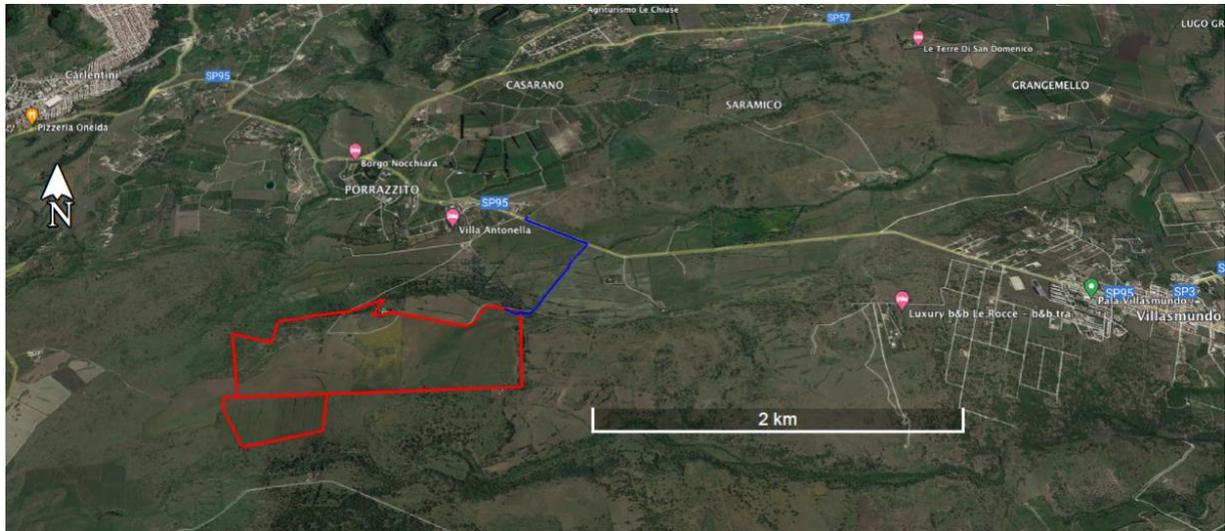
Figura 2 - Individuazione area di intervento su base catastale

Cartograficamente, riguardo alla carta d'Italia edita dall'I.G.M scala 1:25.000, si colloca tra due tavolette ed in particolare l'impianto nell'ambito della Tavoletta "Monte Pancali" F. 274 IV SO ed il cavidotto che lo collega alla RTN, inserita nel Piano di Sviluppo Terna, nella Tavoletta "Lentini" 274 IV NO; riguardo alla Carta Tecnica Regionale 1: 10.000 l'area ricade in larga parte nella sezione 641090 e nella sua porzione più meridionale nella sezione 641130.

L'area oggetto del presente studio ricade dal punto di vista amministrativo interamente nel territorio di Melilli in prossimità dei limiti amministrativi tra il comune di Melilli ed il comune di Carlentini; geograficamente si colloca in posizione baricentrica tra i centri abitati di Carlentini Villasmundo (fraz. Melilli) dai quali dista circa 4 km in linea d'aria; è delimitata a nord est dalla SP 95 che collega Carlentini ad Augusta passando per Villasmundo e si sviluppa poi verso Sud ovest impegnando le aree subpianeggianti rilevabili al margine del Monte Cassara fino al margine del Fiume mulinello, qui nella sua parte iniziale.

Su larga scala si individuano dei rilievi collinari, tipici dei Monti Iblei, più o meno estesi allungati in direzione E-W con sommità sub pianeggiante e con pendenze variabili da 0 a 5% (I classe di acclività), e separati da valloni mediamente incisi, con versanti poco acclivi.

L'assetto morfologico è strettamente collegato agli eventi tettonici recenti ed agli episodi di trasgressione marina, databili dal Pleistocene medio superiore all'Olocene, che ha consentito la formazione di strutture morfologiche a vari ordini note come **spianate d'erosione marina**.



I lineamenti morfologici del comprensorio sono ricollegabili ad una morfologia di tipo collinare con quote massime che si aggirano intorno ai 360 m, in linea generale sono presenti rilievi poco accennati divisi da valli più o meno incise.

L'area a sud ricade lungo la dorsale che costituisce lo spartiacque tra i bacini del Fiume Mulinello, nella sua parte iniziale e l'ampio bacino del F. San Leonardo, qui rappresentato dal Fosso Damiano suo affluente in sponda destra, a nord; le quote altimetriche rilevate vanno dai 360 metri circa del sopracitato M.te Cassara fino ai 320 circa al margine stesso del impianto. Il percorso del cavidotto si spinge fino a circa 250 metri s.l.m. in c.da Fontanacci.

Elementi morfologici di rilievo nell'area oltre al corso del Mulinello si possono considerare il sopracitato Monte Cassara che con i suoi 360 metri costituisce il punto di maggiore quota nell'area ed al margine nord ovest la parte iniziale dell'alveo di Fosso Damiano; elemento antropico di rilievo si può considerare poco a sud est Borgo Angelo Rizza, un insediamento rurale degli anni 20 del secolo scorso.

L'area di impianto presenta una pendenza media del 4%-6% praticamente incolta è stata sfruttata come pascolo e localmente, fino agli anni settanta, per la coltivazione di cereali; non sono presenti evidenze antropiche se non i muretti a secco, realizzati in blocchi di pietra locale, utili alla delimitazione delle singole particelle; si può inoltre definire stabile dal punto di vista geomorfologico non essendo stati riscontrati in zona fenomeni di dissesti sia superficiali sia profondi.

Il sito si colloca a una quota media di circa 330,00 metri s.l.m. in un'area ricompresa all'interno del PRG del Comune di Melilli nelle Zone di Verde Agricolo E ed è normata ai sensi dell'art. 22 delle NTA; l'area effettiva di impianto sarà di circa 93,00 ha.

L'estensione complessiva è pari a circa **107,00 Ha**, ed è raggiungibile percorrendo una strada interpodereale che si diparte dalla SP 95.

L'indagine di superficie è stata finalizzata al rilievo di eventuali dissesti superficiali, ovvero condizioni di equilibrio del suolo e del sottosuolo; non sono state riscontrate nel corso delle indagini di superficie elementi morfologici attribuibili a condizioni di instabilità dell'area.

CARATTERISTICHE GEOLOGICHE

ASPETTI GEOLOGICI

Come detto in premessa per la definizione delle caratteristiche stratigrafiche sono state eseguite delle indagini distinte in due diverse fasi:

RILIEVO DI CAMPAGNA

Ha comportato osservazioni di carattere strutturale e litologico sull'affioramento e nelle aree limitrofe;

RICERCA BIBLIOGRAFICA

In questa fase sono stati utilizzati dati disponibili in letteratura e dati derivati da lavori eseguiti in aree adiacenti a quelle di nostro interesse. Queste informazioni, utilizzate ai fini stratigrafici, hanno permesso inoltre di valutare le caratteristiche meccaniche e dinamiche dei litotipi presenti nei siti interessati dalle opere.

La caratterizzazione geologica generale del contesto è stata desunta, oltrechè dai rilievi di campagna, dalla cartografia geologica ufficiale dell'area pubblicata dall'Istituto di Scienze della Terra dell'Università di Catania nel 1986 (CARTA GEOLOGICA DEL SETTORE NORD-ORIENTALE IBLEO) e più recentemente nel 2011 con il Progetto CARG, (CARTA GEOLOGICA D'ITALIA AUGUSTA FOGLIO 641).

In particolare dalle ricognizioni effettuate si è potuto verificare nell'area di stretto interesse la prevalente presenza dei termini lavici della successione nord orientale iblea databile al Pliocene inferiore e marginalmente le superficie terrazzate pleistoceniche ed i termini carbonatici della successione miocenica e pleistocenica.

La distribuzione spaziale dei singoli termini è riportata nell'allegata carta geologica.

STRATIGRAFIA

I rilievi eseguiti e le conoscenze dello scrivente permettono di definire la successione stratigrafica e la geologia del sito in studio

La geologia dei terreni, nell'intorno dell'area in oggetto, s'identifica nei termini lavici che caratterizzano questo settore dell'Altipiano Ibleo.

La litologia dell'Altopiano Ibleo è caratterizzata da una serie di prodotti vulcanici basici, marini e subaerei, localmente definiti da spianate di abrasione marina e da depositi carbonatici. Queste formazioni sono interessate da linee di dislocazione tettonica, riconducibili ad un sistema con andamento NE-SO in accordo con i principali trend strutturali definiti per quest'area.

Le ricognizioni effettuate sul luogo, hanno permesso di individuare nell'area di stretto interesse la prevalente presenza di un unico litotipo affiorante di natura magmatica del Pliocene.

In prossimità dell'area a nord est sono affioranti per le dislocazioni tettoniche sopra citate tutti i termini tipici dell'area iblea dal Miocene Medio sono inoltre presenti dei depositi terrazzati di epoca quaternaria, il sito indagato si colloca sulle lave del Pliocene e solo in parte il tracciato del cavidotto sui terrazzi marini del Pleistocene medio superiore.

Stratigraficamente i termini finora citati si possono inquadrare secondo questa successione dal Miocene medio al Pleistocene medio, ovvero (dal basso verso l'alto):

Formazione Carlentini	Miocene sup. "Tortoniano"
Calcareniti della Form. M.te Carrubba	Miocene sup. "Messiniano"
Lave aeree e subaeree	Pliocene medio sup. - Pleistocene
Superfici terrazzate	Pleistocene medio superiore

Vengono, qui di seguito, descritte le caratteristiche litologiche dei singoli litotipi.

Formazione Carlentini: litotipo di natura vulcanoclastica, risalente al Tortoniano, deriva da fenomenologie riconducibili ad eruzioni di tipo freatico con spiccato carattere esplosivo del magma basaltico in condizioni marine di acque poco profonde o subaeree. In generale si tratta di materiale vulcanoclastico frammisto a sedimenti carbonatici penecontemporanei, al quale si associano scarsi corpi lavici e intercalazioni di calcari biohermali.

Calcareniti bianco-crema della Formazione M.te Carrubba: queste presentano stratificazione in banchi di 1- 2 metri, sono ricchissime di modelli interni di bivalvi costituenti una lumachella alternata a livelli più teneri di marne calcaree, i livelli basali hanno un colore grigiastro, mentre i livelli apicali mostrano una diminuzione nello spessore degli strati ed un colore grigiastro; lo spessore complessivo della Formazione non supera i 50 metri.

Lave del Plio-Pleistocene: costituite da lave scure colonnari e massicce associate a vulcanoclastiti per lo più di ambiente subaereo. I prodotti lavici più antichi presentano fenomeni d'alterazione con accenni di argillificazione che si fanno più consistenti e marcati nelle sottostanti vulcaniti mioceniche. Sono presenti larghe percentuali di vuoti non costituite da vere e proprie cavità della roccia, ma da bolle e vacuoli e più frequentemente da fessure dovute a contrazioni durante la fase di raffreddamento del magma effuso.

Lo spessore varia da poche decine di metri ad oltre 250 m..

Terrazzi marini: questi sono presenti diffusamente a nord dell'area indagata e costituiscono la copertura delle varie formazioni sottostanti.

Gli spessori di tale formazione risultano variabili da 1 m. a 5 m.

Nei terrazzi prevalgono litotipi dati dalla disgregazione superficiale dei prodotti vulcanici, il suolo che ne deriva viene definito "Andosuolo", che sta appunto a definire l'origine vulcanica con impressi i segni dell'Allofane, un minerale allumo-silicatico amorfo.

Facilmente erodibile risente soprattutto dell'azione eolica, inoltre i ruscellamenti superficiali possono produrre profonde incisioni.

Caratteristica di questi suoli è la grande capacità che hanno di assorbire acqua; il colore è in genere bruno molto scuro, le caratteristiche fisiche sono di difficile determinazione.

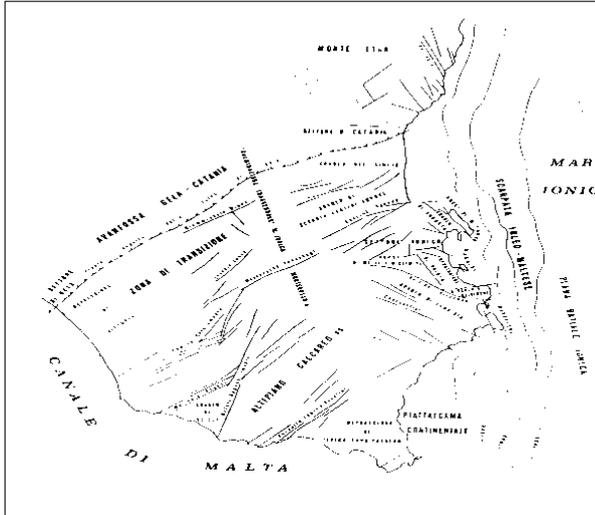
La distribuzione spaziale dei singoli termini è riportata nell'allegata carta geologica.

INQUADRAMENTO TETTONICO

TETTONICA

L'area esaminata ricade, come già detto, al margine settentrionale dei Monti Iblei.

Il Plateau Ibleo, dal punto di vista geologico, è da considerare come il bordo settentrionale dell'Avampaese Africano, l'area è dotata di stabilità debolmente deformata durante l'Orogenesi Alpina ed è sede di innalzamenti conseguenti a fenomeni distensivi che si protraggono nel tempo fino all'Attuale.



Schema strutturale dell'Avampaese Ibleo

Per quanto attiene l'assetto strutturale l'area va inquadrata nell'ambito del rapporto esistente tra i fenomeni di vulcanismo e la tettonica dell'intero settore orientale dei Monti Iblei.

L'Altopiano Ibleo litologicamente è caratterizzato da una successione di prodotti vulcanici basici sia marini che subaerei localmente definiti da una serie di spianate di abrasione marina e da depositi carbonatici.

Questi termini sono interessati da linee di dislocazione tettonica, essenzialmente riconducibili

ad un sistema con andamento NE-SO in accordo con i principali trend strutturali definiti per questa zona.

L'evoluzione tettonica ha dato luogo poco a nord ad una struttura geologica del tipo "Graben" (*basso strutturale*), che in letteratura geologica è identificato geograficamente come Scordia-Lentini, lungo il cui asse scorre, nella sua parte valliva il F. San Leonardo.

I vari sistemi di faglie hanno dislocato nella zona livelli plio-pleistocenici favorendo le eteropie laterali e verticali.

Il protrarsi dell'attività tettonica fino al Pleistocene ha determinato un generale sollevamento di tutta l'area, generando una serie di Horst, come M. Cassara, Castelluccio Gisira, Monte Tauro, Mendola, Perito e Melilli, e zone marginali di mare poco profondo entro le quali si sono depositati dei sedimenti pleistocenici. Si individua una fase di abbassamento progressivo nel corso della quale si sono generati diffusi fenomeni di ruscellamento e di dilavamento superficiale soprattutto a carattere torrentizio che, specie nelle parti interne delle incisioni torrentizie e fluviali, mostrano in affioramento i termini geologici sottostanti alle calcareniti

SISMICITÀ

La sismicità dell'area Iblea è caratterizzata da elevati rilasci di energia.

La distribuzione degli epicentri nella regione Iblea non si presenta uniforme ma s'intensifica al margine settentrionale dove si localizzano gli eventi di magnitudo più elevata.

La regione Iblea, tra il 1783-1990, è stata interessata da 248 eventi sismici con valori di Magnitudo compresi tra 2.1 e 5.8 (dati Catalogo delle Mappe Isosismiche per i terremoti verificatisi in Sicilia ed in Calabria negli anni compresi tra il 1783 ed il 1978 - BARBANO et alii, 1980), integrato dei dati degli eventi sismici di intensità (I.M.S.K.) $\geq 2.$, fino ai terremoti del Dicembre 1990

La relazione tra intensità (I.M.S.K.) e Magnitudo si ricava da KARNIK (1969) e da COSENTINO & LOMBARDO (1980): $M = (I + 0.08) \times 0.53 + 1$

Questa intensa attività sismotettonica si ritiene sia connessa all'adiacenza di due aree crostali (Iblei ed Etna) con comportamento fisico - meccanico molto diverso.

Lo studio della correlazione tra magnitudo e frequenza basato sulla relazione

$$\log N = a - bM \quad (\text{GUTEMBERG \& RICHTER, 1954}).$$

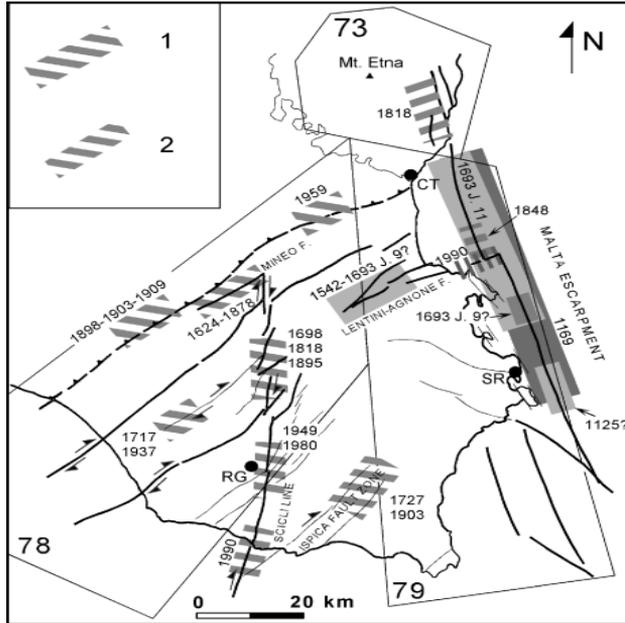
dove M = Magnitudo momento - N = numero di terremoti per unità di tempo con Magnitudo $\geq M$;

a, b coefficienti che caratterizzano la sismicità di una data regione

conduce ad un modello di crosta caratterizzata da gaps sismici di notevole durata, interrotti da notevoli rilasci di energia. I terremoti di questa zona si distribuiscono con direzione NW – SE lungo la fascia costiera (dalla penisola della Maddalena a Catania) e rappresentano una concreta minaccia per il territorio in esame.

La sovrapposizione della mappa degli epicentri con le carte strutturali del settore orientale dell'Avampaese Ibleo mostra una chiara coincidenza tra lineazioni strutturali e distribuzione degli epicentri.

Si evince, quindi, che in questa regione si sono verificati eventi sismici di notevole intensità,



anche catastrofici, come nel caso del terremoto del 1693.

Modello sismogenetico schematico della Sicilia sud-orientale.

*1) localizzazione e lunghezza calcolata (in scala) delle rotture degli eventi con $M > 5.2$;
2) rotture con lunghezze inferiori a 7 km. I punti interrogativi indicano correlazioni dubbie.*

In merito alla pericolosità sismica della Sicilia orientale ed in particolare l'area di nord orientale iblea, si individua la struttura sismogenetica definita "Scarpata Ibleo-Maltese", una megafaglia di lunghezza >200 km, che si sviluppa dal Nord Africa fino all'area Etna.

Questa presenta direzione NNW-SSE ed è composta da un sistema di faglie prevalentemente distensive. Presenta evidenze di attività nel Pleistocene Superiore – Olocene.

Su scala regionale essa rappresenta l'espressione superficiale della transizione litosferica tra il Blocco Pelagico a occidente e la Piana Abissale Ionica a oriente. Il sistema di faglie estensionali a gradinata che caratterizza tettonicamente la Scarpata ha subito successive intermittenti riattivazioni durante il Terziario e molto probabilmente nel Quaternario.

I dati di geofisica marina hanno consentito di individuare diversi segmenti, di cui il più settentrionale si prolungherebbe in terra fino all'area etnea. La suddivisione del sistema della Scarpata Ibleo-Maltese può essere sintetizzata come segue:

- Segmento Settentrionale Etneo (Timpe) con una lunghezza di circa 15 km.
- Segmento del Golfo di Catania con una lunghezza di circa 28-30 km.
- Segmento Augusta-Siracusa con una lunghezza di circa 50-55 km.

Questi due ultimi segmenti possono essere ritenuti come le sorgenti più probabili dei terremoti distruttivi del 1169 ($M_s=7.7 - I_0=XI$) e dell'11 gennaio 1693 ($M_s=7.7 - I_0=XI$).

Altri eventi ascrivibili a questi due segmenti principali della Scarpata Ibleo-Maltese o a strutture trasversali associate sono quelli del 1125, del 1848 e del 1990 ($M_s=5.4 - I_0=VII-VIII$) e probabilmente anche la scossa del 9 gennaio 1693 ($M_L=5.8 - I_0=VIII-IX$).

Il Graben di Scordia-Lentini costituisce un'altra struttura sismogenetica presente nell'ASI (Area sismica Iblea) che può interessare Augusta, Siracusa e Noto. Ad essa può essere associato il terremoto del 1542 ($M_s=6.8 - I_0=X$).

L'approccio deterministico per la stima delle *dimensioni* (magnitudo momento M_w) sono coerenti con i valori della magnitudo dedotti per i periodi medi di ritorno, sulla base delle relazioni Frequenza-Magnitudo si indicano i seguenti valori per quanto riguarda i Terremoti di Scenario:

a) Terremoto Disastroso ($T_m=500$ anni)

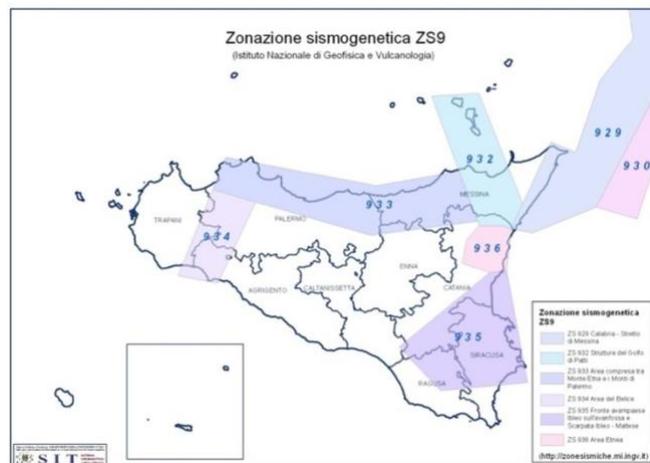
Augusta-Siracusa $M=7.4$ – $D_r=12$ km (Scarpata Ibleo-Maltese)

Si evince, quindi, che in questa regione si sono verificati eventi sismici di notevole intensità, anche catastrofici, come nel caso del terremoto del 1693.

Si ritiene pertanto necessario definire la “pericolosità sismica” dell’area, intendendo per tale la probabilità che, in periodi definibili, si ripetano eventi sismici di intensità pari o superiori ad una data soglia. Definendo quindi come “terremoto di progetto” il terremoto di maggiore intensità verificatosi nell’area e, quindi, secondo le normative in vigore, quello sul quale calibrare tutta la progettazione urbanistica ed industriale.

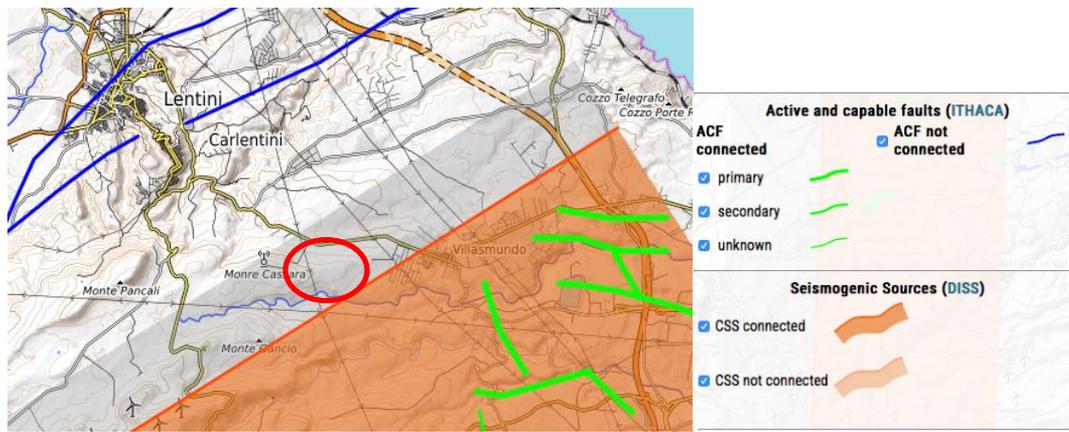
Il settore ibleo rientra secondo la *Zonazione sismogenetica ZS9* definita dall'INGV nell’area:

ZS 935 -Fronte dell’Avampaese Ibleo sull’Avanfossa e Scarpata Ibleo Maltese



Mapa delle Zone sismogenetiche ZS9 nel territorio della Regione Sicilia (INGV - <http://zonesismiche.mi.ingv.it>)

Dalla consultazione delle cartografie geologiche utilizzate quale base per la redazione della allegata carta geologica e della piattaforma ITHACA- (**Catalogo delle faglie capaci al sito (faglie in grado di produrre una significativa deformazione tettonica permanente in superficie** <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci/>) che sintetizza le informazioni disponibili sulle faglie capaci presenti nel territorio italiano, nell’area non è stata evidenziata la presenza di un sistema di faglie considerate attive e capaci.

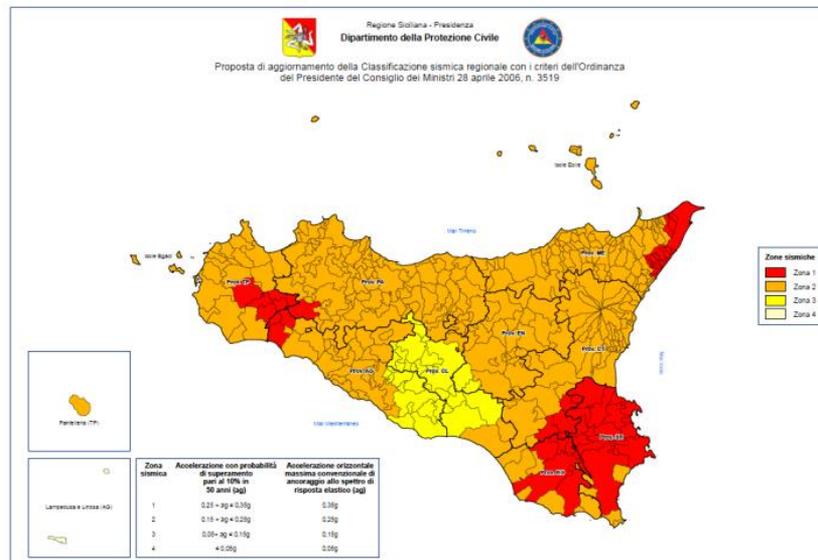


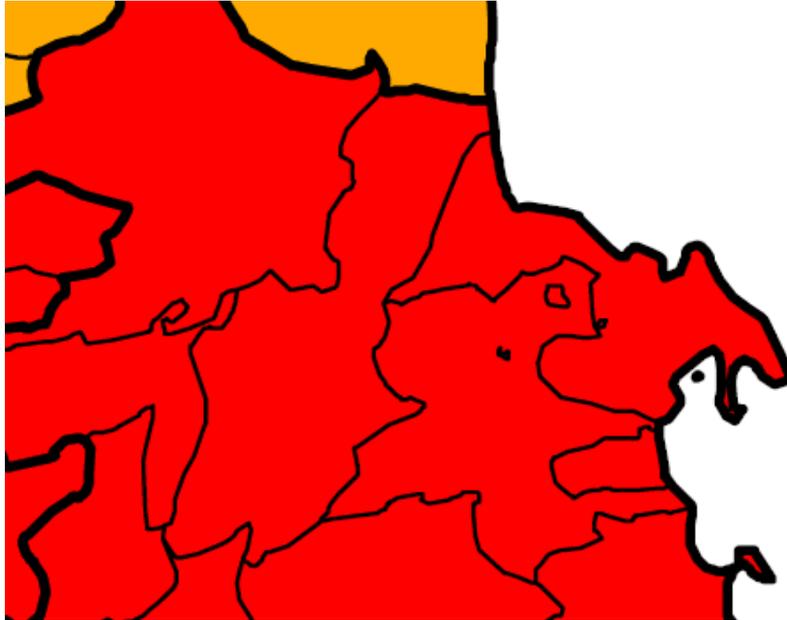
 Area di interesse

In particolare l'area dei comuni di Melilli e Carlentini secondo la ultima classificazione sismica del territorio siciliano:

Deliberazione n. 81 del 24 febbraio 2022.

“Aggiornamento della classificazione sismica del territorio regionale della Sicilia. Applicazione dei criteri dell’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri 28 aprile 2006, n. 3519”





Ricade in zona sismica 1 con i seguenti valori delle accelerazioni

Zona sismica	Accelerazione con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni (ag)	Accelerazione orizzontale massima convenzionale di ancoraggio allo spettro di risposta elastico (ag)
1	$0,25 < ag \leq 0,35g$	0,35g
2	$0,15 < ag \leq 0,25g$	0,25g
3	$0,05 < ag \leq 0,15g$	0,15g
4	$\leq 0,05g$	0,05g

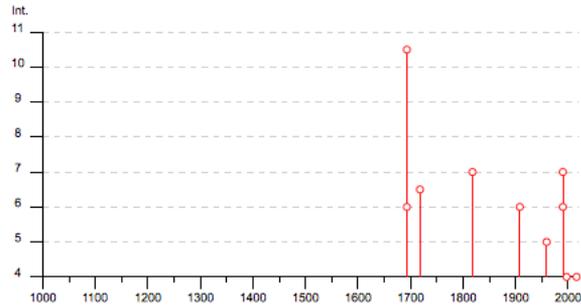
SISMICITÀ STORICA DELL'AREA

Il territorio dei Comuni di Melilli e Carlentini si trova ai margini settentrionali dell'area iblea ed ha risentito in passato degli effetti prodotti da queste sorgenti sismogenetiche.

Nel territorio dei Comuni di Melilli e Carlentini non sono mai ricaduti epicentri di terremoti di forte intensità.

I terremoti che hanno interessato l'abitato di Carlentini sono qui appresso riportati:

Osservazioni sismiche disponibili per Carlentini (SR)
IT_68060- Coordinate (lat, lon) **37.274, 15.015**
(database Macrosismico Italiano DMBI04 redatto dall'INGV, disponibile al sito internet <http://emidius.mi.ingv.it>)



Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NNDP	Io	Mw
10-11	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
6	1693	07	08	17	50		Sicilia sud-orientale	7	6	4.93
6-7	1718	02	20				Sicilia orientale	7	6-7	5.25
F	1818	02	20	18	15		Catanese	128	9-10	6.28
7	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8	5.57
F	1892	01	22	23	47		Monti Iblei	26	5	4.41
NF	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5	4.14
6	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
5	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11
2-3	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6	4.39
2-3	1983	07	20	22	03	3	Etna - Viagrande	106	7-8	4.30
NF	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40		4.79
7	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304		5.61
6	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105		4.38
3	1997	03	25	00	46	1	Ionio meridionale	22	4-5	4.49
4	1997	07	30	16	06	3	Monti Iblei	45	5	4.45
3-4	2000	11	05	17	26	2	Etna - Versante meridionale	70	5-6	3.85
3-4	2001	01	09	02	51	5	Etna - Zafferana Etnea	104	6	3.73
3-4	2001	05	26	06	02	1	Ionio meridionale	35		4.46
3	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641		5.42
NF	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4	3.82
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255		4.56
3-4	2006	12	19	14	58	0	Etna - Versante nord-occidentale	28	6	4.19
NF	2011	10	09	08	28	2	Monti Iblei	26	4	3.47
F	2012	06	27	01	14	2	Monti Iblei	16	5	3.90
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5	4.44

Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Carlentini (Is = intensità sismica, scala Mercalli, Cancani, Seaborg): Io = massima intensità (epicentro); Mw = magnitudo, scala Richter

I terremoti che hanno interessato l'abitato di Melilli sono qui appresso riportati

In occasione del terremoto del										
Effetti	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
10	1542	12	10	15	15		Sicilia sud-orientale	32	10	6.68
8-9	1693	01	09	21			Sicilia sud-orientale	30	8-9	6.07
11	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
6-7	1818	03	01	02	45		Monti Iblei	24	7-8	5.57
5-6	1848	01	11	12			Golfo di Catania	41	7-8	5.51
5	1894	11	16	17	52		Calabria meridionale	303	9	6.12
4	1895	04	13	15	01		Monti Iblei ?	32	6-7	4.82
3	1898	08	12				Sicilia nord-orientale	69	6-7	4.82
4-5	1898	11	03	05	59		Calatino	48	5-6	4.51
NF	1903	07	13	08	19		Calatino	46	5	4.14
5-6	1905	09	08	01	43		Calabria centrale	895	10-11	6.95
3-4	1908	12	10	06	20		Monti Peloritani	64	7	5.11
6-7	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
4	1909	07	01	06	24		Stretto di Messina	35	8	5.49
NF	1911	10	29	06	49		Mineo	11	5	4.16
5-6	1959	12	23	09	29		Piana di Catania	108	6-7	5.11
3	1978	04	15	23	33	4	Golfo di Patti	330	8	6.03
4	1980	01	23	21			Monti Iblei	122	5-6	4.39
3-4	1990	10	29	08	16	1	Stretto di Sicilia	40	4	4.79
7	1990	12	13	00	24	2	Sicilia sud-orientale	304	5	6.1
6	1990	12	16	13	50	2	Ionio meridionale	105	4	3.8
4-5	1997	03	25	00	46	1	Ionio meridionale	22	4-5	4.49
4-5	1997	07	30	16	06	3	Monti Iblei	45	5	4.45
NF	2001	01	09	02	51	5	Etna - Zafferana Etnea	104	6	3.73
3-4	2001	05	26	06	02	1	Ionio meridionale	35	4	4.46
NF	2004	05	05	13	39	4	Isole Eolie	641	5	4.2
2-3	2004	12	30	04	04	5	Monti Iblei	48	4	3.82
NF	2005	11	21	10	57	4	Sicilia centrale	255	4	5.6
NF	2011	10	09	08	28	2	Monti Iblei	26	4	3.47
4	2016	02	08	15	35	4	Monti Iblei	58	5	4.44

Osservazioni sismiche disponibili per Melilli (SR)
 IT_68074- Coordinate (lat, lon)37.179, 15.128
 (database Macrosismico Italiano DMB104 redatto dall'
 INGV, disponibile al sito internet
<http://emidius.mi.ingv.it>)

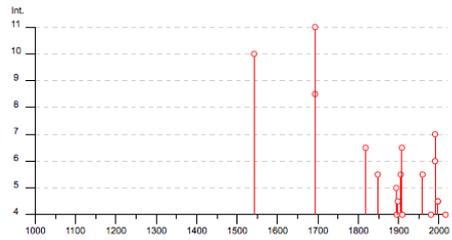


Diagramma rappresentante la storia sismica del Comune di Melilli (Is = intensità sismica, scala Mercalli, Cancani, Seaborg); Io = massima intensità (epicentro); Mw = magnitudo, scala Richter).

IDROGRAFIA ED INQUADRAMENTO NEL CONTESTO PAI

IDROGRAFIA

Un bacino idrografico è una struttura morfologica d'estensione areale varia, in cui vengono a confluire, raccogliere e scorrere le acque di precipitazione fino a formare un unico corso d'acqua.

Ogni bacino è diviso da un altro da linee di dislivello naturali, "spartiacque", individuate dalle linee ideali che uniscono i punti di maggiore quota dei rilievi circostanti l'alveo; ogni bacino è suddiviso in sottobacini corrispondenti ad ogni affluente che va a sboccare nel corso principale.

L'area studiata si colloca lungo il versante nord del Fiume Mulinello, qui nella parte iniziale del suo corso, lungo una dorsale che culmina con M.te Cassara, questa dorsale costituisce lo spartiacque tra il bacino del Fiume Mulinello e l'ampio bacino del Fiume San Leonardo, qui rappresentato da Fosso Damiano uno dei suoi affluenti in sponda destra; la estremità orientale del sito ed il percorso del cavidotto si collocano lungo il lato nord della dorsale nell'ambito del bacino del Torrente Porcaria, anch'esso qui nella parte iniziale del suo corso trova sbocco in prossimità del così detto "Fiordo di Brucoli"; tutti i corsi di acqua citati sono caratterizzati da un regime prevalentemente torrentizio.

INQUADRAMENTO NEL CONTESTO PAI

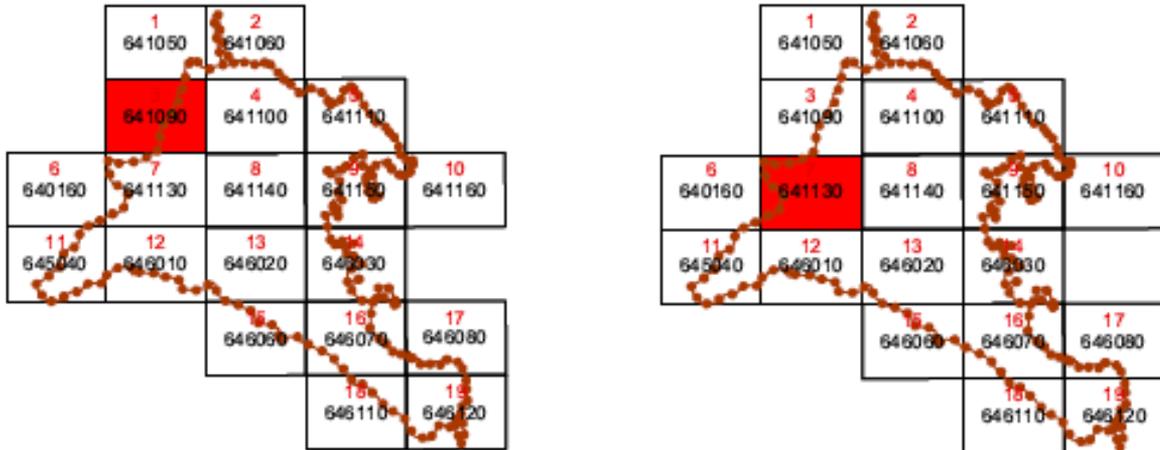
L'area indagata relativamente al P.A.I. ricade nel "Area territoriale tra il Bacino del Fiume San Leonardo e il Bacino del fiume Anapo (092)" ed in particolare rientra nelle sezioni n. 641090 e 641130 della Carta Tecnica Regionale 1:10.000, nel comune di Melilli.

Piano Stralcio di Bacino per l'Assetto Idrogeologico (P.A.I.)

(ART.1 D.L. 180/98 CONVERTITO CON MODIFICHE CON LA L.267/98 E SS.MM.II.)

Area territoriale tra il Bacino del Fiume San Leonardo e il Bacino del fiume Anapo (092)





Le caratteristiche morfologiche del sito come rilevato dalla visione delle carte allegato al P.A.I.: 092_03_D_641090 - 092_07_D_641130 - 092_03_R_P_641090 - 092_07_R_P_641130 - non evidenziano condizioni di instabilità imputabili a fenomeni di dissesto o a Rischio e Pericolosità idraulica in prossimità dell'area indagata, sono individuate alcune aree interessate da dissesto nella parte alta del Bacino del Fiume Mulinello nel Comune di Melilli ma comunque distanti dall'area indagata.

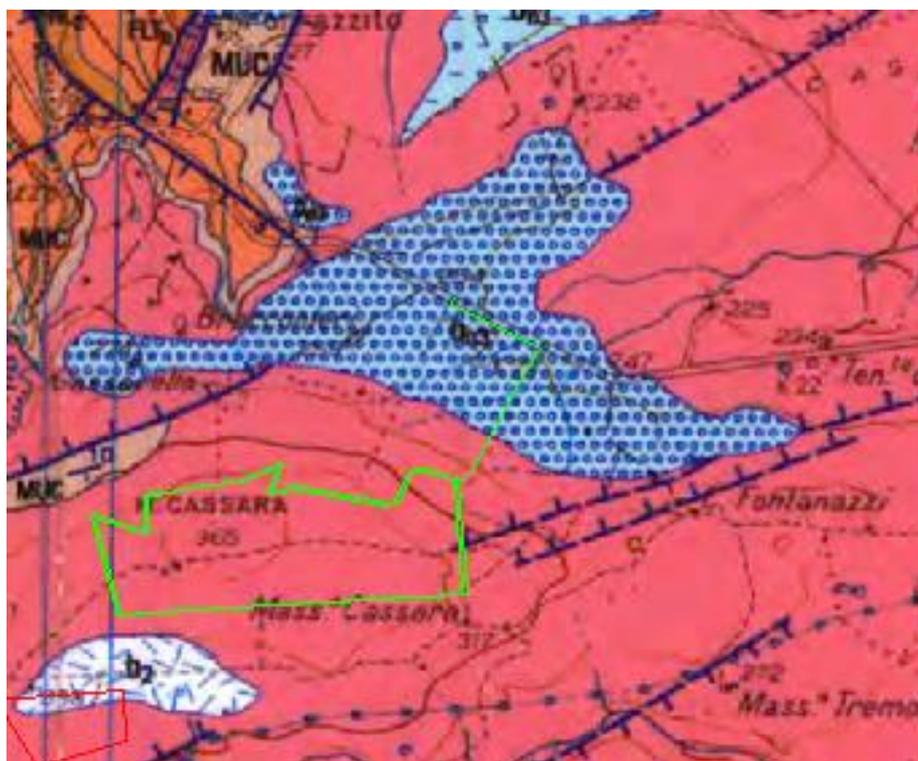
CONSIDERAZIONI RELATIVE AL TRACCIATO DELLA LINEA DI CONNESSIONE

In riferimento al tracciato del cavidotto, sono state eseguite le opportune verifiche cartografiche: le verifiche sono state effettuate tramite la consultazione delle cartografie geologiche, oltre che come già esposto nel paragrafo relativo alla **Sismicità** dell'area, dalla consultazione della piattaforma **ITHACA**; le verifiche svolte consente di affermare, vedi stralcio della carta geologica del Progetto CARG - FOGLIO 641 Augusta, l'assenza nell'area di strutture tettoniche (faglie capaci)

Geologicamente nella parte iniziale del tracciato si riscontra la presenza dei termini lavici del Pliocene mentre la porzione finale del tracciato si colloca sui termini di copertura ascrivibili ai depositi terrazzati quaternari.

Riguardo alla cartografia PAI ed in particolare alle carte dei dissesti si è rilevato, come visibile nella cartografia allegata, l'assenza di fenomeni legati a dissesti nelle aree attraversate dai tracciati dei cavidotti.





Stralcio della carta geologica* Progetto CARG - FOGLIO 641 Augusta
Con individuato il tracciato della
linea di connessione e l'area di intervento

* per la legenda fare riferimento alla Carta geologica presente in allegato.

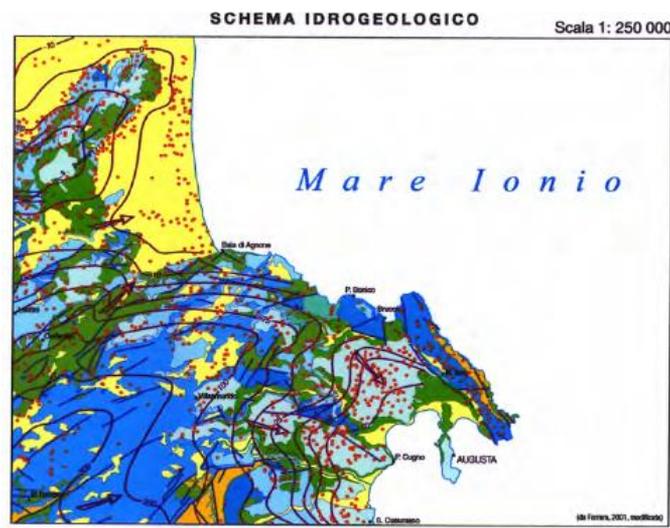
INQUADRAMENTO IDROGEOLOGICO

La circolazione delle acque sotterranee dipende essenzialmente dalle caratteristiche fisiche del mezzo in cui esse si muovono e quindi dalla capacità che hanno i terreni di lasciarsi attraversare dall'acqua e dalla velocità con cui quest'ultima può filtrare, fenomeni questi che in termini tecnici vengono denominati "**permeabilità**" e "**trasmissività**".

Come si è già visto sopra, gli elementi che concorrono a classificare la permeabilità di un litotipo sono essenzialmente le caratteristiche strutturali dello stesso, ovvero la porosità ed il grado di fratturazione.

In base a quanto detto si può fare una classificazione generale definendo due classi principali di permeabilità: la prima, quella delle rocce dotate di porosità, "**permeabilità primaria**", dove il grado di permeabilità dipende dai vuoti intercomunicanti presenti tra i granuli costituenti la roccia; la seconda, quella delle rocce a consistenza lapidea interessate da fratture intercomunicanti, "**permeabilità secondaria o in grande**" che permette una continuità idraulica tra i diversi livelli; appare evidente che una formazione rocciosa può essere interessata da entrambi le classi di permeabilità.

Pertanto l'assetto idrogeologico di un'area risulta condizionato dai litotipi affioranti.



Tratto da Carta Geologica d'Italia in scala 1: 50.000 Foglio 641 "Augusta"
Progetto CARG per il Servizio Geologico d'Italia – ISPRA – 2011

CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO E ANDAMENTO PIEZOMETRICO

Si definisce acquifero una formazione idrogeologica permeabile che permette il deflusso di una falda idrica sotterranea e la captazione di quantità apprezzabili di acqua.

La base dell'acquifero (substrato) può essere costituita da una formazione impermeabile, diversamente il suo limite superiore può essere a "falda libera o Freatico" (**libere fluttuazioni della falda**

all'interno della formazione permeabile) oppure a "falda imprigionata o Artesiano" (le acque sono imprigionate nella formazione permeabile tra due impermeabili fisse).

L'area indagata, su larga scala, si può suddividere in tre distinti complessi idrogeologici, riscontrabili anche sul terreno in funzione degli affioramenti dei singoli litotipi con i terreni distinti come appresso riportato:

Terreni impermeabili– le argille grigio azzurre che assolvono al ruolo di substrato impermeabile sia per le coperture alluvionali che per le calcareniti del Pleistocene medio (ove presenti) e di strato confinante per le sottostanti calcareniti e vulcaniti.

Terreni mediamente permeabili -le vulcanoclastiti della Formazione Carlentini, ed i calcari marnosi della Formazione M.te Carrubba;

a. le **brecce** e le **vulcanoclastiti** sono caratterizzate da una notevole variabilità della permeabilità in funzione dei processi di alterazione che subiscono e quindi dalla presenza più o meno abbondante di prodotti ialoclastitici che, ove presenti, riducono la circolazione dell'acqua e fanno abbassare i valori di permeabilità fino a raggiungere valori quasi nulli. La permeabilità di questi litotipi si può valutare con valori di $K = 10^{-4} - 10^{-5}$ cm/sec.

b. I **calcari marnosi** presentano una permeabilità da media a bassa, per porosità e subordinatamente per fessurazione, variabile comunque in relazione alla litologia, che comporta comunque condizioni più favorevoli nei livelli inferiori. Presenta orizzonti acquiferi discontinui e scarsamente produttivi con $K = 10^{-5} - 10^{-6}$.

Terreni permeabili:le lave basaltiche del Pliocene,le calcareniti bianco giallastre del Pleistocene inferiore e le calcareniti giallastre del Pleistocene Medio;

a. le **lave** presentano permeabilità primaria bassa specie dove prevalgono le ialoclastiti, con una variazione dove si ha un passaggio alle lave a pillows ed alle vulcanoclastiti grossolane, mentre è generalmente sviluppata la permeabilità secondaria in corrispondenza delle lave che si mostrano attraversate da fratture.

b. le **calcareniti del Pleistocene Inferiore** presentano una buona permeabilità prevalentemente di natura secondaria per la presenza di numerose fratture che, intersecandosi tra loro, creano una buona continuità idraulica fra i livelli di differente natura; la permeabilità primaria invece è variabile per la presenza di cemento carbonatico. La circolazione delle acque avviene principalmente attraverso le fessure ed i vuoti comunicanti tra loro che i processi di soluzione tendono ad allargare aumentandone la permeabilità.

c. Le **calcareniti medio pleistoceniche** rivestono scarsa importanza dal punto di vista idrogeologico perché di modesto spessore, sono sede della falda superficiale, presentano gli stessi valori di permeabilità delle sopraccitate calcareniti bianco giallastre.

La loro permeabilità è valutabile pari a $K = 10^{-2} - 10^{-3}$ cm/sec.

Queste formazioni in continuità idraulica tra loro rivestono notevole importanza e costituiscono un acquifero di notevole interesse ai fini delle risorse idriche sotterranee.

L'area, di stretto interesse, ricade all'interno del complesso idrogeologico definito dai termini del Pliocene (ovvero dalle lave plioceniche), quindi la sua successione stratigrafica, si può considerare data da un unico complesso idrogeologico, con una unica classe di permeabilità:

Il regime idraulico della falda è del tipo "**Falda drena fiume**", ovvero l'alimentazione della stessa è garantita, in parte, anche dagli apporti forniti dai corsi d'acqua presenti nell'area.

In questa parte di territorio sono censibili alcune sorgenti che presentano un regime a deflussi temporanei, e con portate inferiori al litro secondo. I pozzi presenti sono principalmente di tipo trivellato, si spingono ben oltre i 100 metri, sono impostati nella falda profonda e la maggior parte di questi è utilizzata per usi irrigui

CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEL SITO

INDAGINI GEOFISICHE

Al fine di definire le caratteristiche dinamiche del sito sono qui utilizzati i dati di alcune indagini di tipo MASW eseguite sulla stessa successione stratigrafica in prossimità del sito di interesse.

INDAGINI SISMICHE E DEFINIZIONE CATEGORIA DI SUOLO

Le **Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008** ed il successivo **Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018** suggeriscono di definire la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (**Vs30 – NTC 2008** ora **Vs,eq – NTC 2018**) mediante un approccio “**sito dipendente**” e non più tramite un criterio “**zona dipendente**”.

Le caratteristiche dinamiche del sito, secondo quanto previsto da “**Aggiornamento delle N.T.C.**” sono state definite utilizzando i dati ottenuti da una serie di indagini indirette eseguite in prossimità dell’area.

INDAGINE SISMICA DI TIPO MASW

Il metodo MASW (Multichannel Analysis of Surface Waves) si basa sull’analisi delle onde di Rayleigh, rilevate tramite geofoni posti lungo un allineamento, per ottenere il profilo delle velocità delle onde di taglio Vs in funzione della profondità.

Analizzando le onde di Rayleigh si nota che, in un determinato dominio di frequenze, nei mezzi stratificati presentano una dispersione delle velocità di fase, cioè presentano diverse frequenze ad ognuna delle quali corrisponde una velocità.

La curva di dispersione sperimentale, estratta dallo spettro del segnale, corrisponde alle creste di distribuzione dell’energia. Si procede quindi, tramite inversione delle curve di dispersione teoriche, al confronto con la curva sperimentale fino ad ottenere la minore percentuale di errore.

DEFINIZIONE DI VSEQ E DELLA CATEGORIA DI SUOLO

La classificazione del sottosuolo si effettua in base alle condizioni stratigrafiche ed ai valori della velocità equivalente di propagazione delle onde di taglio, Vs,eq (in m/s), definita dall’espressione:

$$V_{S,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove : *hi* spessore dell’*i*-esimo strato;
V_{S,i} velocità delle onde di taglio nell’*i*-esimo strato;
N numero di strati;
H profondità del substrato, definito come quella formazione che costituisce il bedrock nell’area, caratterizzata da VS non inferiore a 800 m/s

Per le fondazioni superficiali, la profondità del substrato è riferita al piano di imposta delle stesse.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m la velocità equivalente delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (N.T.C. 2018), è definita dal parametro V_{s30} (N.T.C. 2008), ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a 30 metri.

Le indagini utilizzate per definire la categoria di suolo consentono di definire una serie di sismostrati con velocità media delle onde S inferiori a 800 m/sec fino a profondità superiore ai 30 metri, questi sono ascrivibili alle lave plioceniche che lungo la successione presentano caratteristiche di velocità costanti; questi termini non possono essere considerati il bed-rock sismico dell'area, che può essere attendibilmente costituito dalle lave vulcanoclastiche della sottostante Formazione Carlentini.

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m la velocità equivalente delle onde di taglio, $V_{s,eq}$ (N.T.C. 2018), è definita dal parametro V_{s30} (N.T.C. 2008), ottenuto ponendo $H=30$ m e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a 30 metri.

Per questi valori pertanto si ottengono per le due indagini svolte i seguenti valori della

$$V_{s,eq} \text{ (N.T.C. 2018)} = 665 \text{ m/s.}$$

E pertanto il sito indagato può essere inquadrato come:

Categoria suolo: 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

Questa tipologia, relativa a parte dell'area interessata ed al tracciato dell'elettrodotto, è tipica delle aree nelle quali si riscontrano termini di copertura ascrivibili ai depositi lavici pliocenici con valori medi della $V_{s,eq}$ pari a circa 665 m/s

Si ritiene opportuno precisare che per la corretta definizione della categoria di suolo dovrà dovranno essere eseguite opportune indagini (Rifrazione e Masw) nell'area indagata.

SISMICITÀ DEL SITO

AZIONE SISMICA

CARATTERIZZAZIONE DINAMICA DEL SITO

Le **Norme tecniche per le Costruzioni D.M. 14 gennaio 2008** ed il successivo **Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni D.M. 17/01/2018** suggeriscono di definire la stima della pericolosità sismica, intesa come accelerazione massima orizzontale su suolo rigido (**Vs30 – NTC 2008** ora **Vs_{eq} – NTC 2018**) mediante un approccio “**sito dipendente**” e non più tramite un criterio “**zona dipendente**”.

Le caratteristiche dinamiche del sito, secondo quanto previsto da” **Aggiornamento delle N.T.C.**” si dovranno definire utilizzando i dati di opportune indagini di sismica del tipo MASW da eseguire in situ.

AZIONE SISMICA

Per la definizione delle azioni sismiche sugli edifici le **N.T.C.2018** delineano e consigliano un approccio di tipo prestazionale delle strutture. Tutto questo ha il fine di controllare il livello di danneggiamento della struttura a fronte delle sollecitazioni sismiche nel sito di riferimento.

La sollecitazione sismica sulle costruzioni è valutata a partire da una pericolosità sismica di base che in condizioni ideali e con superficie topografica orizzontale, già nelle **N.T.C. 2008**, definisce come suolo di categoria A il sito di riferimento rigido.

La pericolosità sismica di base rappresenta l’elemento fondamentale di conoscenza per la determinazione delle sollecitazioni sismiche sulle costruzioni.

Le condizioni del sito di riferimento rigido in generale non corrispondono a quelle effettive, è necessario, pertanto, tenere conto delle condizioni stratigrafiche del volume di terreno interessato dall’opera ed anche delle condizioni topografiche; entrambi questi fattori concorrono a modificare l’azione sismica in superficie rispetto a quella attesa su un sito rigido con superficie orizzontale

Le forme spettrali previste dalle **NTC** sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- **a_g**: **accelerazione massima del terreno**
- **F₀**: **valore massimo di amplificazione dello spettro**
- **T_c**: **periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione**

Questi parametri si definiscono individuando l’area in un reticolo di riferimento (**All. B del D.M. 14/01/2008**), definito da una maglia di circa 5,5 Km di lato, ciascun nodo ed i relativi parametri.

Attraverso l’interpolazione è possibile individuare i suddetti parametri spettrali (**a_g**, **F₀** e **T_c**) propri del sito in esame per un periodo di ritorno (**Tr**) assegnato.

Il periodo di ritorno, utilizzato come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, viene valutato in funzione della “Vita di Riferimento” (V_r) ed alla probabilità che questa venga superata allo stato limite (P_{vr}) che si intende verificare.

La “Vita di riferimento” (V_r) viene calcolata in funzione della “Vita Nominale” e del “Coefficiente d'uso” (C_u)

VITA NOMINALE: indica il numero di anni nel quale la struttura deve essere usata per lo scopo per cui è stata progettata.

COEFFICIENTE D'USO: parametro definito in base al livello di affollamento degli edifici o al loro interesse strategico

STATI LIMITE E PROBABILITÀ DI SUPERAMENTO (PVR)

PERIODO DI RIFERIMENTO PER L'AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche sulla costruzione sono determinate, come già accennato, in funzione al periodo di riferimento V_r definibile, per ogni tipo di costruzione, moltiplicando la Vita Nominale V_n per il Coefficiente d'uso C_u , nel nostro caso:

$$V_r = V_n \times C_u$$

Fissata la vita di riferimento e la probabilità di superamento P_{vr} si ricava il periodo di ritorno T_r mediante l'espressione.

$$T_r = -V_r / \ln(1 - P_{vr}) = -C_u \cdot V_n / \ln(1 - P_{vr})$$

CALCOLO DI A_{MAX} ATTESA AL SITO

Per definire l'azione sismica di progetto è necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale facendo riferimento alla categoria del suolo su cui insiste il sito e valutare l'incremento dovuto all'amplificazione stratigrafica (**Ss**) e topografica (**T**), quindi tenendo conto della classe d'uso dell'opera si definiscono gli spettri orizzontali e verticali per la stima dell'azione sismica di progetto

L'accelerazione massima attesa al sito è valutata con la relazione: **$A_{max} = SS \times ST \times a_g$**

- **SS=coefficiente di amplificazione stratigrafica;**
- **ST=coefficiente di amplificazione topografica;**
- **a_g =accelerazione orizzontale massima su sito di riferimento rigido.**

Fattore di amplificazione stratigrafica

Per le componenti orizzontali del moto e per le categorie di sottosuolo di fondazione, la forma spettrale su sottosuolo di categoria **A** è modificata attraverso il coefficiente stratigrafico S_s , il coefficiente topografico S_e e il coefficiente C_c che modifica il valore del periodo T_c .

Per le categorie di sottosuolo **B, C, D** ed **Ei** coefficienti **SS** e **CC** possono essere calcolati, in funzione dei valori di **FO** e **T*c** di un sottosuolo di categoria **A**, come previsto in Tab. 3.2.V

Tab. 3.2.IV – Espressioni di S_S e di C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_E}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

Fattore di amplificazione topografica

La morfologia superficiale riveste un'importanza determinante sull'amplificazione sismica di sito come dimostrano i rilevanti danni strutturali rilevati in corrispondenza di elementi morfologici come i rilievi, le scarpate o i canyon.

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 – Categorie topografiche

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$

T2: Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$

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 $i > 30^\circ$

Le su esposte categorie topografiche si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m.

Per tener conto delle condizioni topografiche e in assenza di specifiche analisi di risposta sismica locale, si utilizzano i valori del coefficiente topografico S_T riportati nella tabella sottostante, in funzione delle categorie topografiche definite nella Tab. 3.2.III delle NTC 2017 e dell'ubicazione dell'opera o dell'intervento.

Categoria topografica	Ubicazione dell'opera e dell'intervento	ST
T1		1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media minore o uguale a 30°	1,2
T4	In corrispondenza della cresta di un rilievo con pendenza media maggiore di 30°	1,4

NTC 2018 – Tab. 3.2.V – Valori massimi del coefficiente di amplificazione topografica ST

La variazione spaziale del coefficiente di amplificazione topografica è definita da un decremento lineare con l'altezza del pendio o del rilievo, dalla sommità o dalla cresta, dove ST assume il valore massimo riportato nella NTC 2018–Tab. 3.2.V, fino alla base, dove ST assume valore unitario.

Per condizioni topografiche complesse è necessario predisporre specifiche valutazioni del fattore di amplificazione topografica.

I coefficienti sismici, orizzontale e verticale, si ottengono dalle relazioni:

$$k_h = \beta_s \times A_{max}/g \quad k_v = 0,5 \times k_h \text{ con}$$

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito, variabile in funzione della categoria di sottosuolo e di $a_g(g)$ come deducibile dalla seguente tabella:

Valori di $a_g(g)$	Categoria di sottosuolo	
	A	B,C,D,E
	b_s	b_s
$0,2 < a_g(g) \leq 0,4$	0,3	0,28
$0,1 < a_g(g) \leq 0,2$	0,27	0,24
$a_g(g) \leq 0,1$	0,2	0,2

I valori di A_{max} , k_h e k_v e dei coefficienti sismici, per i diversi stati limite, sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti alla **Categoria di suolo** e dalle **Condizioni topografiche**

CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA

La ricostruzione della sezione litologica di primo substrato, come visibile dalla cartografia geolitologica in allegato, permette di individuare nel sito, quali direttamente interessati dalle opere in progetto, i termini lavici del Pliocene Inferiore e localmente lungo il tracciato dei termini alluvionali terrazzati:

Dal punto di vista geotecnico questi termini sono qui appresso caratterizzati utilizzando i dati di indagini geognostiche e relative prove di laboratorio eseguite in contrade limitrofe che si possono così riassumere:

LAVE BASALTICHE DEL PLIOCENE INFERIORE

Angolo d'attrito	$\phi=38^{\circ} - 43^{\circ}$
Peso di volume	$\gamma=19,00 - 24,00 \text{ kN/m}^3$
Resistenza a compressione	$\sigma = 15,00 - 80 \text{ MPa} \mid \text{MN/m}^2$

I valori dei parametri nominali dei termini soprariportati sono solo indicativi sarà pertanto necessario in fase esecutiva procedere alla esecuzione di opportune indagini di laboratorio o prove in situ (ove possibile) al fine della loro corretta definizione.

CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Alla luce di quanto sopra esposto, lo studio eseguito sull'area in esame ha permesso di puntualizzare quanto segue:

- Il sito oggetto di studio rientra nel quadro geostrutturale del margine nord orientale ibleo. Morfologicamente l'area rispecchia l'evoluzione tettonica, la composizione litologica e le condizioni di giacitura tipiche dei termini affioranti nell'area Iblea;
- Dall'analisi morfometrica effettuata, confrontata con i termini litologici riscontrati, nell'area si evidenzia una tendenza a condizioni di stabilità. In particolare non sono stati riscontrati fenomeni di erosione areale né indizi di fenomeni cinematici superficiali e/o profondi;
- La stratigrafia è stata ricostruita utilizzando i dati in possesso dello scrivente;
- In generale nella zona in studio affiorano depositi lavici pliocenici e depositi terrazzati pleistocenici rispettivamente nell'area dell'impianto e lungo la linea del tracciato;
- La caratterizzazione dinamica delle aree, utilizzando i dati rilevati nel corso di indagini eseguite in prossimità dei siti, hanno permesso di definire la **Categoria di suolo A** secondo le stesse N.T.C.;
- I valori dei parametri geomeccanici sono ripresi da indagini svolte per altri lavori sugli stessi litotipi e da dati di letteratura;
- In fase esecutiva si dovranno eseguire:
 1. **indagini indirette (profili sismici e prove di sismica attiva - MASW) per la caratterizzazione dinamica puntuale dei siti secondo le N.T.C. 2018;**
 2. **indagini geognostiche per definire la litologia, gli spessori e le caratteristiche di permeabilità dei termini di substrato**
 3. **prove in situ per la determinazione dei parametri geotecnici;**
 4. **Prelievo di campioni (rimaneggiati e/o indisturbati) sui quali eseguire opportune prove di laboratorio per la determinazione dei parametri geotecnici**
 5. **Effettuare la verifica della sicurezza nei confronti degli stati limite ultimi (SLU)**

Per quanto riguarda Il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (**P.A.I.**) si può anche affermare che l'opera proposta non ricade individuate a rischio/pericolosità.

Il Geologo

(Dott. Gaetano Turco)

