

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

COSTRUZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO DI "TRAPANI 3"

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geologica - geotecnica e sismica



File: GRE.EEC.R.25.IT.W.14703.00.022.01 - Relazione geologica - geotecnica e sismica rev01.docx

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
01	20/09/2021	Integrazione valutazioni ambientali opere di rete	G: Coduri	L. Giavina	L. Lavazza
00	18/12/2020	Prima emissione	G: Coduri	E. Castiello	L. Lavazza

GRE VALIDATION

	G. Buonomo / M. Vallejo	A. Puosi
COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY

PROJECT / PLANT Trapani 3	GRE CODE																		
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT			SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	2	5	I	T	W	1	4	7	0	3	0	0	0	2	2	0

CLASSIFICATION	PUBLIC	UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN
----------------	---------------	-------------------	---------------------

INDEX

1. INTRODUZIONE	3
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE	4
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE	4
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	5
3. INQUADRAMENTI GENERALI	9
3.1. Aspetti Geologici e Geologici Strutturali	9
3.2. Aspetti geomorlogici	13
3.2.1. Rischio geomorfologico	13
3.3. Aspetti idroGeologici generali	14
4. ANALISI DETTAGLIATE DELLE AREE	16
4.1. Aspetti generali.....	16
4.2. Analisi area per area.....	16
4.2.1. Gruppo 1 – Torri T3_18, T3_19, T3_20 e T3_30 – Contrada Ricaltella	16
4.2.2. Gruppo 2 – Torri T3_16 e T3_17 – Contrada Ricaltella	20
4.2.3. Gruppo 3 – Torri T27, T28, T29– Ricalta	24
4.2.4. Gruppo 4 – Torri T3_12, T3_13, T3_14, T3_15 – Baglio chitarra	28
4.2.5. Gruppo 5 – T3_09, T3_10, T3_11, T3_24, T3_25, T3_26 – Contrada Piani Granozzi....	35
4.2.6. Gruppo 6 – Torri T3_01, T3_02, T3_03, T3_04, T3_05, T3_06, T3_07, T3_08, T3_21, T3_22, T3_23 - Borgo Ciavolo	41
4.2.7. Gruppo 7 – Elettrodotto.....	50
4.3. Annotazioni sulla scelta dei parametri geotecnici.....	57
5. ANALISI SISMICA	58
5.1. Introduzione	58
5.2. Inquadramento sismico.....	59
5.2.1. Cenni generali	59
5.2.2. Pericolosità sismica	61
5.2.3. Sismicità storica	64
5.3. I parametri sismici locali	67
5.4. Determinazione dei parametri sismici.....	68
5.4.1. Pericolosità sismica Area nord	71
5.4.2. Pericolosità sismica Area sud	74
6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	78

Allegati

Allegato 1 – Indagini geognostiche e geofisiche

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power Solar Energy S.r.l. di redigere il progetto definitivo per la realizzazione di un nuovo impianto eolico denominato "Impianto eolico Trapani 3", da ubicarsi nei comuni di Marsala (TP), Mazara del Vallo (TP), Trapani (TP) e Salemi (TP).

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione a 33 kV, verrà convogliata ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV, in condivisione con altri produttori, per l'innalzamento da media ad alta tensione. La sottostazione di trasformazione sarà collegata alla stazione di smistamento RTN denominata "Partanna 2", di nuova realizzazione da parte dell'ente gestore di rete.

Di conseguenza, il presente progetto prevede:

- l'installazione di 30 nuove turbine eoliche, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, per una potenza installata pari a 126 MW;
- La realizzazione di piazzole di montaggio e di nuovi tratti di viabilità e l'adeguamento della viabilità esistente, al fine di garantire l'accesso agli aerogeneratori;
- La connessione degli aerogeneratori ad una sottostazione di trasformazione 220/33 kV, in condivisione con altri produttori, tramite cavidotti interrati a 33 kV
- La realizzazione di un nuovo tratto di cavidotto interrato a 220kV condiviso con altri utenti per la connessione dell'impianto alla stazione di smistamento RTN di "Partanna 2"; Si evidenzia che detto tratto in cavo interrato di connessione alla stazione RTN "Partanna 2", essendo in condivisione con altri produttori, per via dello stallo di alta tensione condiviso nella stazione Terna, è escluso dal presente progetto essendo in carico ad altri proponenti.

Funzionale all'esercizio dell'impianto eolico in progetto, risulta inoltre un **piano di adeguamento delle infrastrutture di rete RTN oggi esistenti**. Specificatamente, dette opere di potenziamento della rete di trasmissione prevedono la realizzazione :

- a) della nuova Stazione Elettrica di smistamento a 220 kV denominata "Partanna 2", attualmente in fase di costruzione;
- b) di un nuovo elettrodotto aereo a 220 kV in semplice terna che si svilupperà parallelamente all'elettrodotto esistente per il collegamento della Stazione "Partanna 2" alla stazione RTN di nuova realizzazione "Partanna3" localizzata circa 14km a SUD-EST rispetto all'impianto eolico in progetto. La realizzazione dell'elettrodotto comprende:
 - ✓ raccordi aerei in entra-esce a 220 kV fra la suddetta SE RTN "Partanna 2" e la esistente linea 220 kV in semplice terna "Fulgatore-Partanna";
- c) della nuova Stazione Elettrica di smistamento a 220 kV denominata "Partanna 3"
- d) di un nuovo elettrodotto aereo a 220 kV in semplice terna che si svilupperà parallelamente all'elettrodotto esistente per il collegamento della Stazione "Partanna 3" alla stazione RTN esistente "Partanna" localizzata circa 8km a SUD-EST rispetto all'impianto eolico in progetto. La realizzazione dell'elettrodotto comprende:
 - ✓ raccordi aerei in entra-esce a 220 kV fra la suddetta SE RTN "Partanna 3" e la esistente linea 220 kV in semplice terna "Fulgatore-Partanna";
 - ✓ variante alla campata di ingresso in SE RTN Partanna dell'esistente elettrodotto aereo a 220 kV in semplice terna "Fulgatore-Partanna".

I Progetti di queste opere di rete (Piano Tecnico delle Opere - PTO) sono in capo ad altri proponenti e risultano pertanto **esclusi dal presente progetto**.

Tuttavia - al fine di poter provvedere ad una valutazione complessiva ed esaustiva degli impatti ambientali potenzialmente connessi alla costruzione ed esercizio dell'impianto eolico in progetto - le opere di adeguamento delle infrastrutture RTN sono state comunque considerate nella redazione della presente relazione.

Nello specifico i proponenti per le Opere di rete sono:

- Opera (b) - proponente: Edison- Il PTO è attualmente in fase di valutazione da parte di Terna. Pertanto - nelle more del benestare - si è provveduto a sviluppare un'ingegneria base delle opere comunque rappresentativa degli interventi sulle reti di trasmissione necessari alla connessione dell'impianto eolico in progetto. Detta progettazione di base è stata utilizzata ai soli fini della valutazione degli impatti ambientali.
- Opere (c) e (d) -Energia Verde Trapani srl - impianto di produzione di energia elettrica da fonte fotovoltaica da 150 MW "Pozzillo"- adeguamento delle infrastrutture della RTN. Il PTO ha già ricevuto Benestare Terna.

Il progetto è in linea con gli obiettivi nazionali ed europei per la riduzione delle emissioni di CO₂ legate a processi di produzione di energia elettrica.

1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Il soggetto proponente dell'iniziativa è Enel Green Power Solar Energy S.r.l., società iscritta alla Camera di Commercio di Roma che ha come Socio Unico la società Enel Green Power S.p.A., società del Gruppo Enel che dal 2008 si occupa dello sviluppo e della gestione delle attività di generazione di energia da fonti rinnovabili.

Enel Green Power è presente in 28 paesi nei 5 continenti con una capacità gestita di oltre 46 GW e più di 1.200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato dalle seguenti tecnologie rinnovabili: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di 14,6 GW.

1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

La presente relazione ha l'obiettivo di illustrare lo studio geologico e geotecnico preliminare finalizzato a fornire una caratterizzazione di massima dei tipi litologici che verranno interessati dagli scavi e dalle opere di fondazione.

L'indagine si è articolata nelle seguenti fasi:

- 1) ricerca bibliografica
- 2) elaborazione dei dati scaturiti dalla ricerca bibliografica e stima dei parametri geotecnici dei terreni;
- 3) elaborazione dei dati ricavati dalle indagini geognostiche e sismiche eseguite, anche se puntuali: sondaggio T3-MM2-T3-12 (S3), tomografia elettrica T3-MM2-T3-12-ERT3 e prove M.A.S.W. TR-MM1-M4, T3-MM1-MG e TR-MM2-T3-12-M3.

Ai fini della presente, per permettere una facile e scorrevole illustrazione di quanto in intenzione è conveniente da subito operare una suddivisione delle opere in progetto in "gruppi" in base alla loro ubicazione. Le diverse torri eoliche in progetto risultano a tutti gli effetti essere distribuite su un territorio molto ampio, ma la loro concentrazione in determinate aree permette, in linea di massima, di considerare le varie opere per "gruppi" che verranno trattati quanto più possibile in maniera omogenea.

Pertanto, nella presente, vengono anzitutto definiti dei settori, geograficamente ben precisi e delimitati in cui, nella massima parte, si possono considerare come altrettanto omogenee le caratteristiche geologico tecniche (in senso lato e nella maggior parte dei casi). In concreto sono stati definiti i seguenti raggruppamenti:

Gruppo 1 - Torri T3_30, T3_20, T3_19, T3_18 - Contrada Ricaltella;

Gruppo 2 - Torri T3_16, T3_17- Ficarella;

Gruppo 3 – Torri T3_27, T3_28, T3_29– Ricalta;

Gruppo 4 – Torri T3_12, T3_13, T3_14, T3_15 – Baglio chitarra;

Gruppo 5 – Torri T3_09, T3_10, T3_11, T3_24, T3_25, T3_26 – Borgo Chitarra;

Gruppo 6 – Torri T3_01, T3_02, T3_03, T3_04, T3_05, T3_06, T3_07, T3_08, T3_21, T3_22, T3_23 – Borgo Ciavolo.

Gruppo 7 - Tracciato Elettrodotta (Opere di adeguamento RTN)

Sulla base di questa suddivisione nel seguito si definiranno, per ciascuna delle aree omogenee così individuate, le caratteristiche geologico-tecniche preliminari, valide per ciascun sito su base bibliografica, data l'assenza di dati precisi derivanti da prove eseguite allo scopo in sito per tutti i siti.

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

Il sito oggetto del presente elaborato è ubicato a circa 22 km a Sud-Est del centro abitati di Trapani, nei comprensori comunali di Marsala, Mazara del Vallo, Trapani e Salemi.

La morfologia dell'area e le zone limitrofe sono contraddistinte da un territorio collinare privo di particolari complessità morfologiche. Il sito non presenta particolari complessità dal punto di vista orografico: è infatti caratterizzato da colline di elevazione limitata (tra i 90 m s.l.m. ed i 210 m s.l.m.) con pendii dolci e poco scoscesi.

L'impianto eolico in progetto ricade entro i confini comunali di Marsala, Mazara del Vallo, Trapani e Salemi e, in particolare, all'interno dei seguenti riferimenti cartografici:

- Foglio di mappa catastale del Comune di Mazara del Vallo n° 1,2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 12, 18;
- Foglio di mappa catastale del Comune di Marsala n° 135, 136, 137, 138, 166, 167, 168, 184, 189, 221, 222, 240, 241, 242, 243, 244;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Trapani n° 296;
- Fogli di mappa catastale del Comune di Salemi n° 38,39.
- Fogli I.G.M. in scala 1:25.000, codificati 257-III-NO "Paolini, 257-III-NE "Baglio Chitarra" e 257-IV-SE "Borgo Fazio";
- Carta tecnica regionale CTR in scala 1:10.000, fogli n° 605160, 606130, 617030 e 617040.

Di seguito è riportato l'inquadramento territoriale dell'area di progetto e la configurazione proposta su ortofoto:



Figura 2-1: Inquadramento generale dell'area di progetto

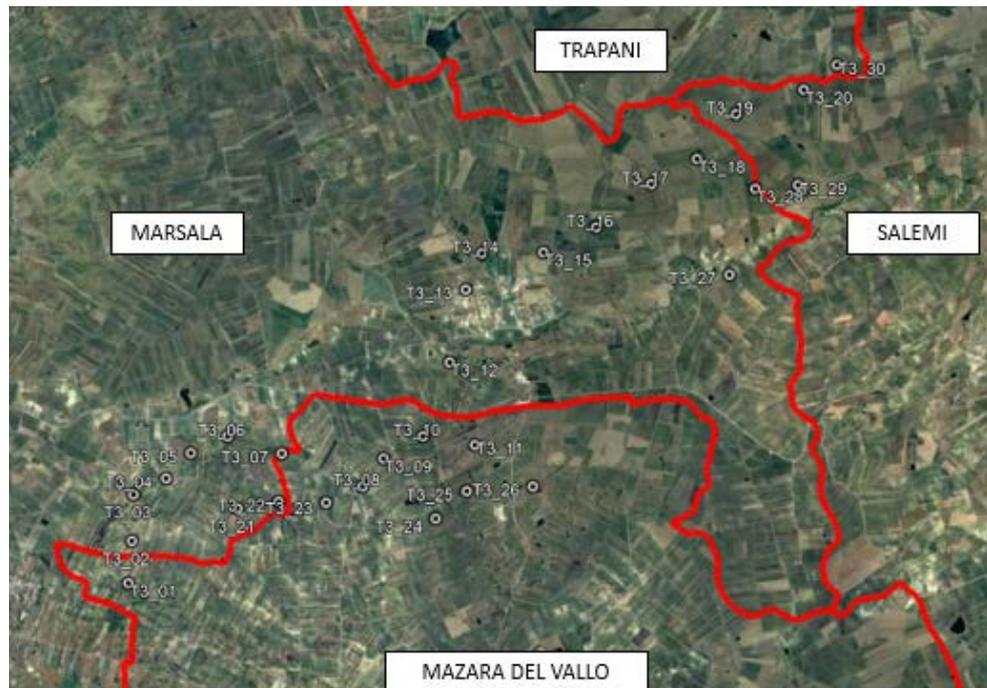
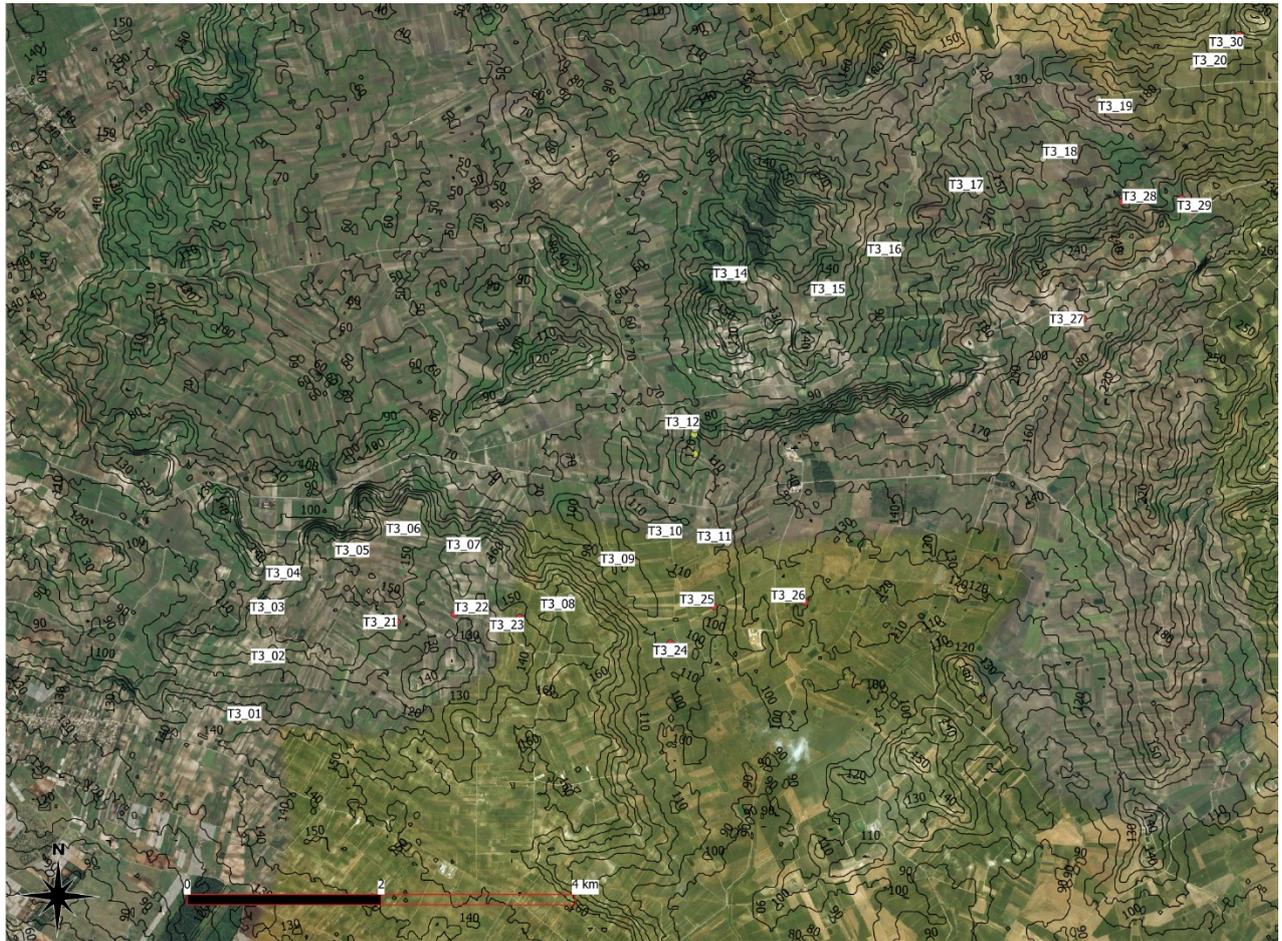


Figura 2-2: Configurazione proposta su ortofoto



Ubicazioni nuovi aerogeneratori e topografia area



Vista 3D area di studio. Scala verticale esagerata x 5 volte al fine di evidenziare le forme del rilievo

Di seguito è riportato in formato tabellare un dettaglio sul posizionamento degli aerogeneratori in progetto, in coordinate WGS84 UTM fuso 33N:

Tabella 1: Coordinate aerogeneratori

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_01	Mazara del Vallo	286256,00	4183837,00	134
T3_02	Marsala	286325,91	4184473,37	118
T3_03	Marsala	286368,22	4185172,98	134
T3_04	Marsala	286866,48	4185407,25	132
T3_05	Marsala	287248,88	4185780,02	150
T3_06	Marsala	287809,62	4186016,95	154
T3_07	Mazara del Vallo	288620,41	4185736,57	154
T3_08	Mazara del Vallo	289827,42	4185207,49	164
T3_09	Mazara del Vallo	290153,85	4185622,91	92
T3_10	Mazara del Vallo	290756,21	4185943,28	106
T3_11	Mazara del Vallo	291538,88	4185793,02	110
T3_12	Marsala	291189,00	4187051,00	108
T3_13	Marsala	291461,00	4188146,00	148
T3_14	Marsala	291714,00	4188688,00	104
T3_15	Marsala	292643,32	4188678,75	140
T3_16	Marsala	293449,01	4189036,01	106
T3_17	Marsala	294297,00	4189667,00	154
T3_18	Marsala	294997,00	4190032,00	164
T3_19	Salemi	295602,00	4190693,00	170
T3_20	Salemi	296635,79	4191036,97	190
T3_21	Marsala	287930,52	4184926,36	148
T3_22	Marsala	288554,25	4185010,58	130
T3_23	Mazara del Vallo	289270,56	4184976,88	142
T3_24	Mazara del Vallo	290917,50	4184694,13	104
T3_25	Mazara del Vallo	291396,82	4185097,16	102
T3_26	Mazara del Vallo	292395,37	4185142,39	118
T3_27	Marsala	295442,48	4188266,71	202
T3_28	Marsala	295865,79	4189557,47	186
T3_29	Salemi	296511,93	4189597,49	208
T3_30	Trapani	297144,38	4191400,03	202

3. INQUADRAMENTI GENERALI

3.1. ASPETTI GEOLOGICI E GEOLOGICI STRUTTURALI

Il settore su cui verranno realizzati i diversi impianti occupa un'ampia parte della Sicilia occidentale compresa tra i monti Sicani occidentali ad est e le aree di pianura costiere tra cui le più ampie sono quelle di Marsala e Mazara del Vallo, rispettivamente ad ovest e a sud dell'area d'interesse.

Da un punto di vista geodinamico la Sicilia si ubica nella parte centro occidentale del Mediterraneo e a tutti gli effetti è un segmento del sistema alpino che si sviluppa lungo il limite tra la placca africana e quella europea.

E' il segmento che collega i rilievi del Maghreb con l'Appennino meridionale attraverso il l'orogene Calabro

Di fatto la catena (compresa la sua parte sommersa) si estendono dal blocco sardo attraverso la Sicilia, fino al settore ionico.

La sua configurazione attuale è legata sia alla fase orogenica alpina (in una prima fase - Paleogene) sia ai movimenti compressivi legati alla rotazione antioraria del blocco Sardo-Corso che a partire dall'Oligocene superiore fino al Miocene inferiore, hanno portato alla collisione del blocco Sardo-Corso con il margine continentale africano.

La formazione della catena è dovuta alla subduzione verso Ovest della litosfera adriatica ed ionica sotto il blocco Sardo-Corso.

Attualmente si sarebbe invece instaurata la subduzione verso ovest del margine africano la cui manifestazione più evidente è il vulcanismo legato all'arco calabro-eolico.

Il piano che ne deriva immerge verso Nord, fino alla profondità di 400 km e sarebbe in accordo con il vulcanismo calcalcalino delle Isole Eolie.

La subduzione e la formazione della catena sarebbero contemporanee alle fasi distensive di tipo "bacino retro-arco" presenti attualmente nel Mar Tirreno.

La struttura dell'edificio tettonico affiorante in Sicilia è illustrata da profili geologici profondi che attraversano sia la Sicilia occidentale che quella orientale da nord a sud.

Dette sezioni geologiche sono il prodotto delle recenti interpretazioni di numerosi profili sismici a riflessione (AGIP) a partire dai dati stratigrafici, paleomagnetici e strutturali disponibili in letteratura e di quelli reinterpretati provenienti da pozzi esplorativi.

Il loro dettaglio però esula dalla presente.

Da un punto di vista geologico le unità tettoniche risultanti da questi processi derivano in gran parte dalla deformazione di successioni carbonatiche, bacinali e di piattaforma e sono state suddivise in Unità e Domini la cui distribuzione semplificata è riportata in Fig. 2.

Da un punto di vista litologico a livello regionale si evidenzia si registra che rocce di origine sedimentaria sono presenti in gran parte della Sicilia e diffuse in particolare nella parte settentrionale dell'Isola (Monti di Trapani e Palermo, Madonie e Nebrodi), nella parte centrale (Monti Sicani), nella parte meridionale (sedimenti della Fossa di Caltanissetta) e nella parte sud-orientale (Altopiano Ibleo). Le rocce di origine magmatica sono invece localizzate nella parte orientale della Sicilia, in corrispondenza degli attuali apparati vulcanici (Etna Isole Eolie; Ustica e a Pantelleria).

Rocce metamorfiche sono invece presenti nella parte nord-orientale della Sicilia in corrispondenza dei Monti Peloritani.

Quanto evidenziato è il prodotto di una lunga storia geologica che non riveste interesse immediato per la presente, ma che ne ha determinato tuttavia l'assetto attuale.

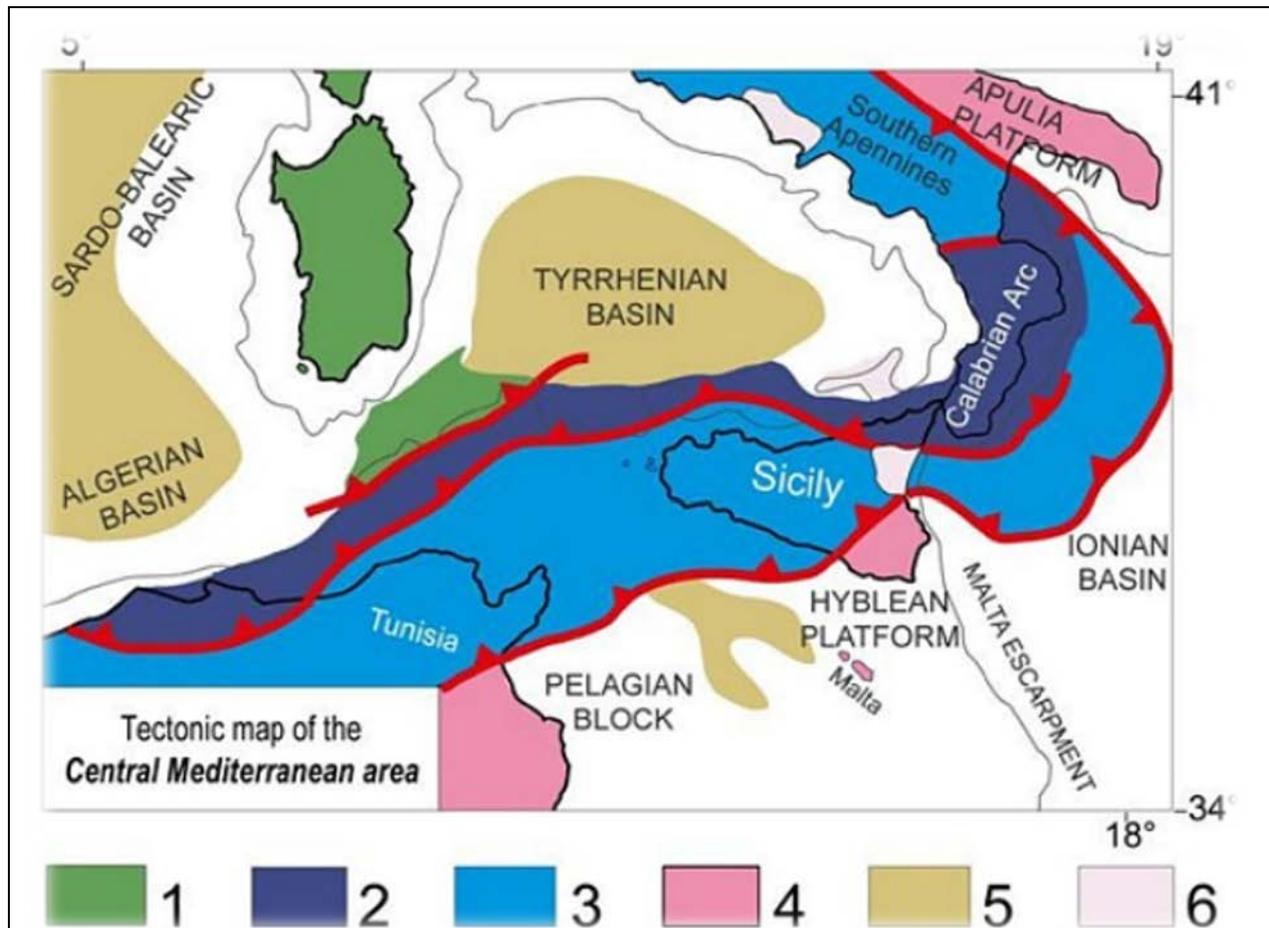


Figura 3-1 - Schema tettonico del Mediterraneo centrale 1) Corsica-Sardegna; 2) Arco Kabilo-Peloritano-Calabro; 3) Unità Appenninico-Maghrebidi e dell'avampaese deformato; 4) avampaese ed avampaese poco deformato; 5) aree in estensione; 6) vulcaniti plio-quadernarie

Per quanto d'interesse si dà invece cenno della situazione più a livello locale, focalizzando l'attenzione sulla parte occidentale della Sicilia e più in particolare sull'area del trapanese.

Da questo punto di vista l'assetto strutturale è caratterizzato dalla sovrapposizione di Unità di bacino (quelle "Imeresi" e quelle "Sicane") su un substrato costituito da una successione di embrici di piattaforma carbonatica (Saccensi-Trapanesi e probabilmente Panormidi), a loro volta sovrascorse sull'attuale avampaese non deformato Ibleo.

Più in dettaglio l'assetto geologico è il prodotto delle deformazioni che dal Miocene inferiore e medio al Pleistocene inferiore hanno interessato l'intera area con la formazione dell'attuale catena derivante dalla deformazione delle piattaforme carbonatiche Trapanese, Panormide e in parte Saccense, e dei depositi silico-carbonatici del bacino Sicano e del sotto bacino della valle del Belice.

I litotipi che affiorano nell'area coprono un lungo periodo di tempo compreso tra il Trias e il Pleistocene superiore.

Sono di origine francamente marina ed a seguito della trasgressione dovuta all'emersione del rilievo divengono via via di tipo continentale e, fatta eccezione per i depositi permiani della valle del Sosio, rappresentano l'intera sequenza, dal più antico al più recente, delle unità geologiche ad oggi riconosciute nel territorio regionale.

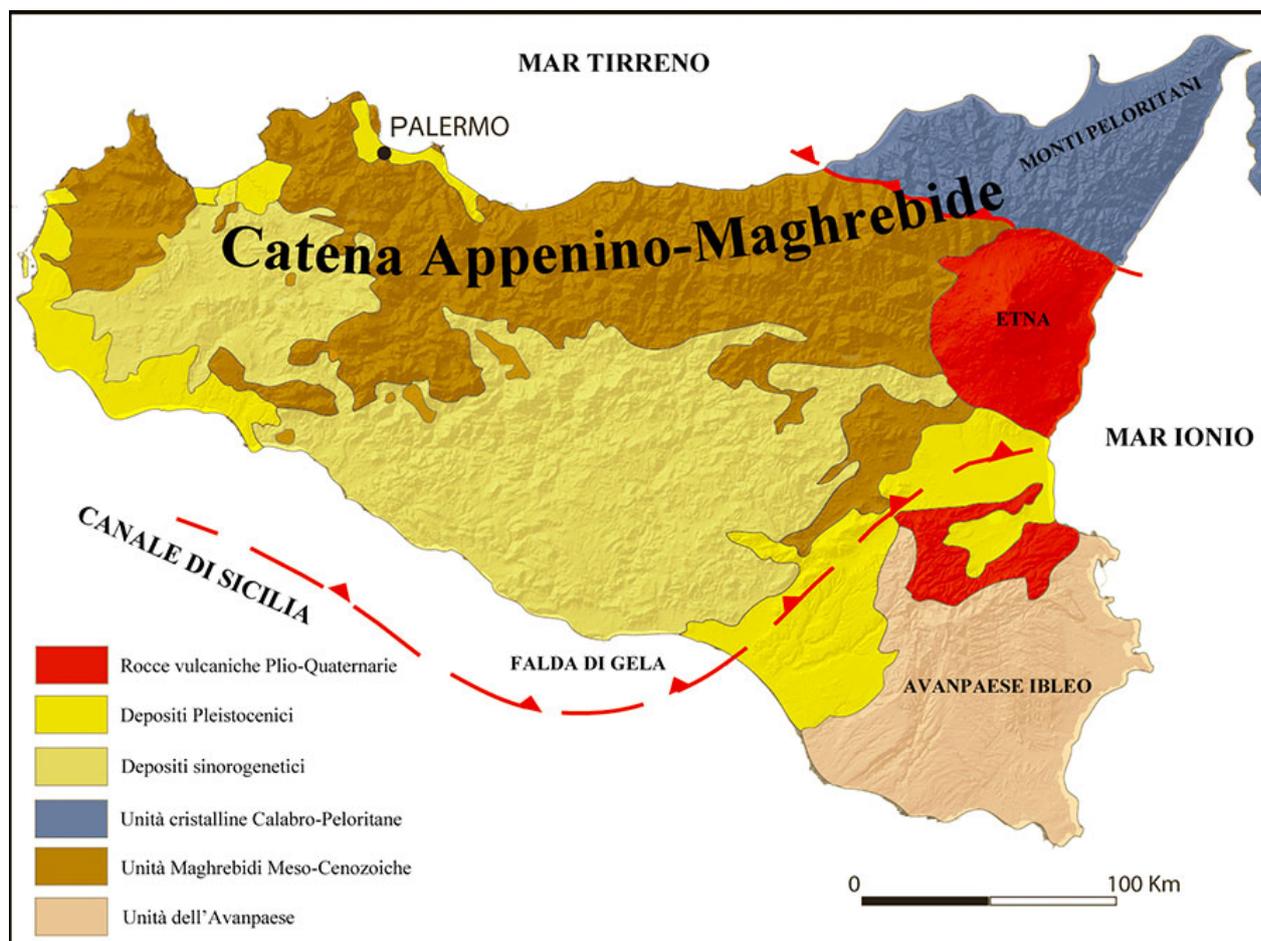


Figura 3-2 - Schema strutturale semplificato della Sicilia (mod. da Di Stefano et. Al., 2002)

La successione stratigrafica dei terreni affioranti nell'ambito di riferimento è quella di seguito riportata (dal termine più recente a quello più antico):

- Detrito di falda [Attuale];
- Depositi di spiaggia [Attuale];
- Alluvioni recenti e antiche terrazzate in più ordini [Attuale];
- Depositi di fondo valle e depositi terrazzi alluvionali in evoluzione [Attuale];
- Dune, barre marine fluviali, depositi eluviali e colluviali [Attuale];
- Sabbie quarzose eoliche [Wurmiano- Olocene];
- Calcareniti di Marsala [Emiliano sup.-Siciliano];
- Conglomerati [Emiliano];
- Calcareniti bianco-giallastra, sabbie, conglomerati costituenti terrazzi marini [Pleistocene sup];
- Depositi terrazzati marini costituiti da calcareniti e sabbie con ciottoli [Pleistocene medio-Tirreniano];
- Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) – depositi calcarenitici terrazzati;
- Sabbie quarzose con macrofossili e conglomerati [Pleistocene medio-sup.];
- Travertino [Pleistocene medio-sup.];
- Argille siltose a foraminiferi planctonici [Pleistocene inferiore];
- Arenarie, sabbie giallastre fossilifere con argille e conglomerati alla base (Baglio Chitarra) calcari grossolani e sabbiosi (Partanna) [Pliocene sup.];
- Argille e marne argillose grigio-azzurre fossilifere [Pliocene medio];
- Depositi terrigeni pelitico-arenacei (Formazione Marnoso-arenacea della Valle del Belice) [Pliocene medio-sup.];
- Calcari teneri e marne calcaree a globigerine-Trubi [Pliocene inf.];
- Gessi selenitici in grossi banchi e gessareniti biancastre, a luoghi alternati con argille gessose [Messinano sup.];
- Biocalcareniti di colore grigio-chiaro di ambiente salmastro con fauna a Melanopsis e Dreissena [Messinano sup];

- Biolititi a coralli, calcareniti e calciruditi a gasteropodi, lamellibranchi, alghe e briozoi [Messinano];
- Depositi carbonatici e terrigeni costituiti da calcareniti bioclastiche e calcari organogeni a Porites, passanti lateralmente a marne giallastre, calcisiltiti e calcari con intercalazioni marnose [Formazione Calcareo-arenacea di Baucina – Messinano inf.];
- Diatomiti "Tripoli" bianche in affioramento, strati silicei e marnosi bianchi intercalati [Messinano inf.];
- Argille grigie [Messinano inf.];
- Corpo carbonatico massiccio biocostruito con organismi in posizione di vita rimaneggiati (Fm. Terravecchia) [Tortoniano sup.-Messinano inf.];
- Argille e argille sabbiose a foraminiferi, lamellibranchi, gasteropodi, ostracodi [Formazione di Terravecchia – Tortoniano sup.-Messinano inf.];
- Prevalenti conglomerati rossastri con livelli di sabbie e peliti (Fm. Terravecchia) [Tortoniano sup.-Messinano inf.];
- Arenarie e conglomerati quarzosi intercalati nelle marne di S. Cipirrello [Langhiano sup-Tortoniano];
- Argille, argille sabbiose e marne a foraminiferi planctonici con intercalazioni di arenarie e conglomerati [Formazione di San Cipirrello – Langhiano sup-Tortoniano];
- Argille e argille marnose di colore grigio-verdastro con granuli di glauconite [Langhiano sup.-Tortoniano inf.];
- Depositi terrigeni costituiti da calcareniti glauconitiche con alla base conglomerato o breccia poligenica e noduli fosfatici [Burdigaliano- Tortoniano];
- Marne, argille marnose e argille di colore grigio verdastro [Burdigaliano- Tortoniano];
- Quarzo areniti in grossi banchi, calcareniti e calciruditi compatte con glauconite e livelli di marne e argille marnose [Burdigaliano-Langhiano basale];
- Argilliti siltose di colore dal grigio-piombo al giallo-ocra [Formazione di Collegano – Oligocene sup-Miocene inf.];
- Calcari marnosi bianchi fossiliferi, spesso a stratificazione incrociata della zona a S.E. di Partanna [Oligocene];
- Biocalcareni, biocalciruditi e calciruditi a macroforaminiferi [Formazione di Monte Bonifato – Eocene sup-Oligocene];
- Calcareniti intraclastiche di colore variabile dal grigio-chiaro al grigio – scuro nella parte medio alta della successione [Cretaceo sup.- Oligocene inf.];
- Calcilutiti (tipo Scaglia) con noduli e liste di selce di colore variabile dal bianco al rosso [Cretaceo sup.- Oligocene inf.];
- Calcari marnosi e marne grigio-cenere [Cretaceo sup.-Oligocene];
- Alternanza di marne calcaree grigio-chiare o verdastre e argilliti nerastre fissili di ambiente atossico, con noduli di calcopirite (Fm. Hybla) [Cretaceo inf.];
- Depositi pelagici tipo Lattimusa a stratificazione tabulare, caratterizzati da calcilutiti di colore bianco [Titanico-Neocomiano];
- Lave basaltiche a pillow (Monte Bonifato) [Dogger-Titonico];
- Depositi carbonatici a geometria tabulare di colore variabile dal nocciola, al grigio, al rosso, passanti verso l'alto a depositi con struttura nodulare [Dogger-Malm inf.];
- Depositi carbonatici grigio-chiaro a granulometria fine, di mare basso, a geometria tabulare, talvolta luoghi dolomitizzati [Trias sup.-Lias inf.].

La successione riportata è molto ampia e dettagliata ed è indice del fatto che, pur nella linearità della suddivisione geologica in Unità, la realtà è che sia a livello formazionale che litologica la variabilità dei litotipi e dei terreni affioranti nell'area è elevata e di tale varietà andrà tenuto attento conto nella definizione delle caratteristiche dei singoli siti individuati, anche per quanto in argomento agli aspetti legati alla litologia superficiale.

I termini sottolineati in elenco sono affioranti nel settore in corso d'indagine.

Lo stesso grado di complessità si evidenzia a livello strutturale.

In questa area si individuano termini che fanno parte dell'edificio tettonico che costituisce una buona parte del rilievo della Sicilia occidentale.

Alla base si individua un cuneo di accrezione dello spessore di circa 7-8 km costituito da scaglie di piattaforma carbonatica meso-cenozoica (Unità Panormidi, Trapanese-Saccensi). Al di sopra un complesso dello spessore variabile da 1 a 3 km formato da rocce carbonatiche e clastiche di bacino di età compresa tra il Giurassico sup. ed il Miocene medio (Unità Pre-Panormidi che sovrascorrono le Unità Trapanesi) costituite da successioni marine del Tortoniano sup.-Pleistocene medio prodotti di riempimento di bacini sintettonici.

Il cuneo tettonico di piattaforma carbonatica consiste di unità immergenti verso nord e organizzate in ampie anticlinali, il nucleo di queste pieghe si estende verso la Sicilia sud occidentale e culmina con l'alto morfologico di Montagna Grande (Calatafimi), dove lo spessore dei due corpi carbonatici si aggira attorno agli 8 km.

Lo scollamento delle coperture cretaceo-mioceniche si è probabilmente verificato prima e/o durante la messa in posto delle Unità carbonatiche.

Le strutture precedentemente formatesi come l'avampaese del tempo (Unità Trapanesi-Saccensi) vengono successivamente e progressivamente deformate o riattivate dalla tettonica transpressiva durante il Pliocene-Pleistocene inferiore.

A testimonianza delle varie fasi di sollevamento si rilevano nell'area numerose faglie e sovrascorrimenti, più evidenti nelle successioni meso-cenozoiche carbonatiche di Montagna Grande, Monte Bonifato, Monte Barbaro.

Dal punto di vista della sedimentazione i terreni sin e tardo-orogenici sono rappresentati dalle ruditi, areniti e peliti della Formazione Terravecchia del Tortoniano superiore-Messiniano inferiore, dalle evaporiti messiniane e dalle biolititi a coralli, calcareniti e calciruditi ricche in fossili marini.

Si sovrappongono poi le marne a globigerine (Trubi) del Pliocene inferiore e le potenti sequenze arenitiche e pelitiche della Formazione Marnoso-Arenacea della Valle del Belice riferibile al Pliocene medio - Pleistocene inferiore. Chiudono le sequenze d'origine marina le calcareniti di Marsala, le arenarie e i conglomerati del Grande Terrazzo Superiore, formati in conseguenza ai cicli di gelo e disgelo del wurmiano, i conglomerati e le sabbie dei terrazzi marini del Pleistocene superiore.

3.2. ASPETTI GEOMORFOLOGICI

A questo aspetto si dà un cenno solamente generale, perché gli aspetti particolari verranno trattati in relazione alle singole ubicazioni individuate.

Da un punto di vista generico si può affermare che la morfologia dell'area varia tra zone a carattere basso-medio collinare, localizzate nelle aree più interne, in corrispondenza degli affioramenti di natura argilloso-marnosa, e una morfologia di tipo tabulare in presenza dei depositi calcarenitici terrazzati che, per la loro consistenza lapidea e per la loro geometria, offrono una buona resistenza all'erosione. Le zone topograficamente più basse o prossime al mare, assumono una conformazione uniforme dovuta al livellamento operato dall'azione erosiva delle acque che ha formato, in epoche passate, morfologie sub pianeggianti e terrazzate; si ha di conseguenza una scarsa, o pressoché nulla, degradabilità dei versanti ad opera della gravità ed una intensa utilizzazione del suolo per usi agricoli. L'influenza della litologia sulle caratteristiche morfologiche del paesaggio è determinante a causa della differenza di comportamento rispetto all'erosione dei vari litotipi affioranti.

Per le aree di pianura invece, specie quella degradante verso Mazzara del Vallo, il territorio non mostra particolare complessità, essendo le pendenze particolarmente modeste e uniformemente distribuiti i litotipi.

Anche in questo caso i principali processi superficiali evidenziando quanto siano essenziali i rapporti fra morfologia, struttura geologica e caratteristiche litologiche dei terreni in affioramento.

Argomento a parte sono le forme determinate dall'attività antropica.

3.2.1. RISCHIO GEOMORFOLOGICO

In base ai dati del SIT della regione Sicilia, le forme di dissesto rischio cartografato si riconducono sostanzialmente a pochi fenomeni in classe di pericolosità 2 (media) come riportato nell'estratto cartografico riportato di seguito

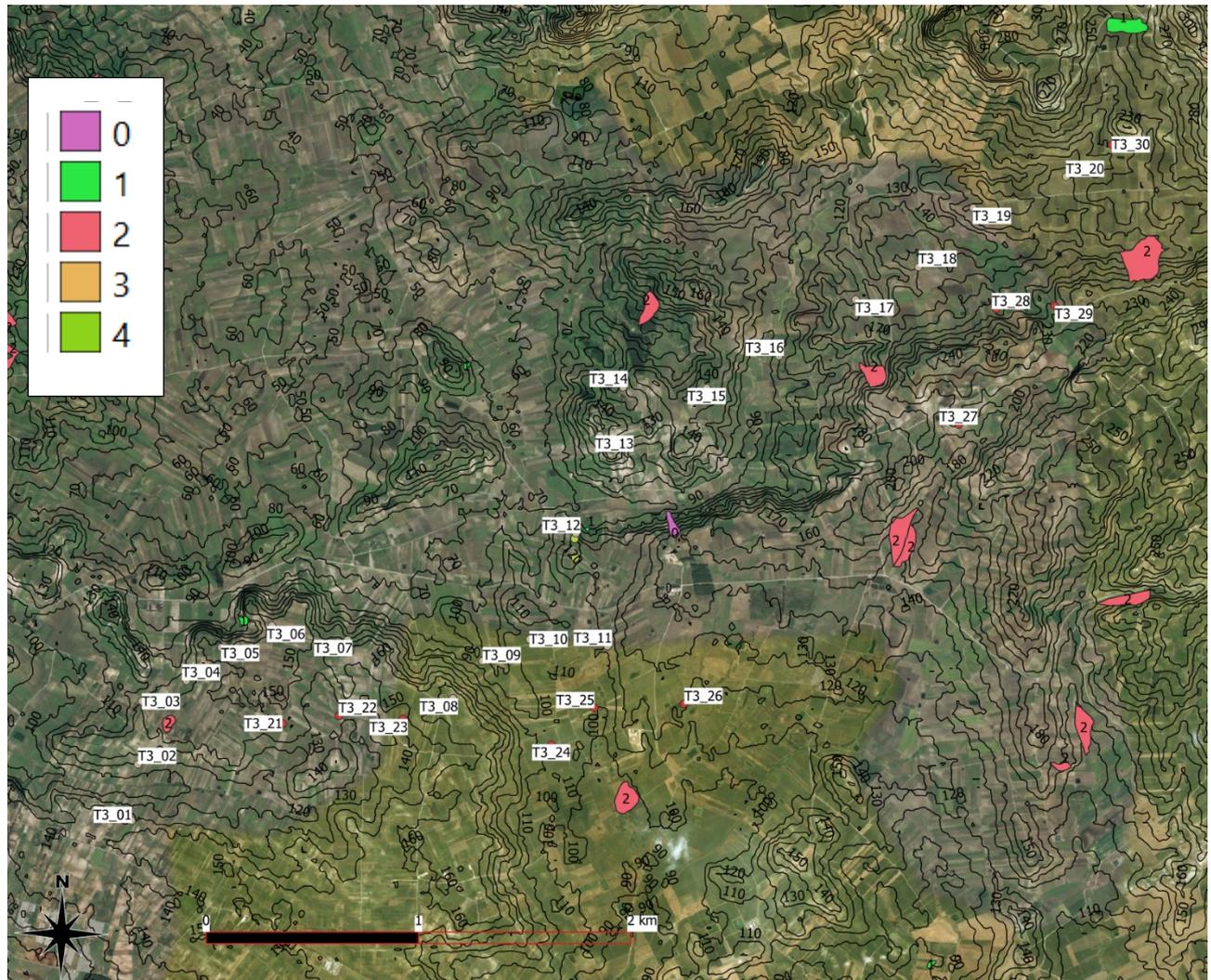


Figura 3-3- Ubicazione aree ricadenti in classi di pericolosità geomorfologica

3.3. ASPETTI IDROGEOLOGICI GENERALI

Data l'estensione dell'area ed il carattere preliminare della presente si dà cenno solo agli aspetti idrogeologici relativi alle aree di pianura riservandosi altre riflessioni sulla presenza di falda nelle aree rilevate a seguito di un'analisi più dettagliata seguente ad indagini sito specifiche.

Le caratteristiche idrogeologiche derivano da quelle geologiche, pertanto dal punto di vista geografico la zona è caratterizzata da un'estesa pianura costituita da un complesso calcarenitico permeabile per porosità che poggia, su una serie di argille e argille sabbiose di età pliocenica che fungono da limite impermeabile.

La falda idrica quindi è strettamente connessa con l'estensione, lo spessore dei depositi e gli apporti locali dei singoli livelli calcarenitici.

Nello specifico, le incisioni dei Fiumi Mazaro e Sossio (rispettivamente nel territorio di Mazara del Vallo e di Marsala) suddividono la coltre permeabile calcarenitica in bacini idrogeologici separati tra loro, mettendo a nudo il substrato argilloso. Naturalmente i ridotti afflussi meteorici locali (488 mm/anno) e le elevate temperature medie annue influiscono negativamente sulla potenzialità idrica, favorita anche da un'elevata evapotraspirazione (81,5%).

L'acquifero principale è quindi rappresentato dal complesso calcarenitico-sabbioso e dalle limitate (per estensione e spessore) successioni di depositi fluviali, all'interno dei quali è presente un'attiva circolazione idrica sotterranea, alimentata dall'afflusso meteorico.

L'acqua piovana, trattandosi di terreni con un grado di permeabilità medio-alto (tra 10-1 e 10-4 cm/sec) tende a defluire liberamente attraverso pori e micropori, dando luogo ad una falda a libera con moto idraulico di tipo laminare.

La falda ha una profondità variabile da 0 a -43 m dal p.c., il cui limite impermeabile è dato

dal substrato prevalentemente pelitico o marnoso, caratterizzato da valori di permeabilità molto più bassi (tra 10^{-4} e 10^{-6} cm/sec) che funziona da acquiclude.

Lo spessore della frangia capillare può subire variazioni in relazione alla percentuale di frazione fine all'interno del deposito, ma generalmente non supera qualche decina di centimetri.

I moti di filtrazione che sono di tipo laminare lasciano presupporre l'assenza di brusche variazioni del gradiente idraulico all'interno degli acquiferi, che sono invece tipici di mezzi fratturati.

4. ANALISI DETTAGLIATE DELLE AREE

4.1. ASPETTI GENERALI

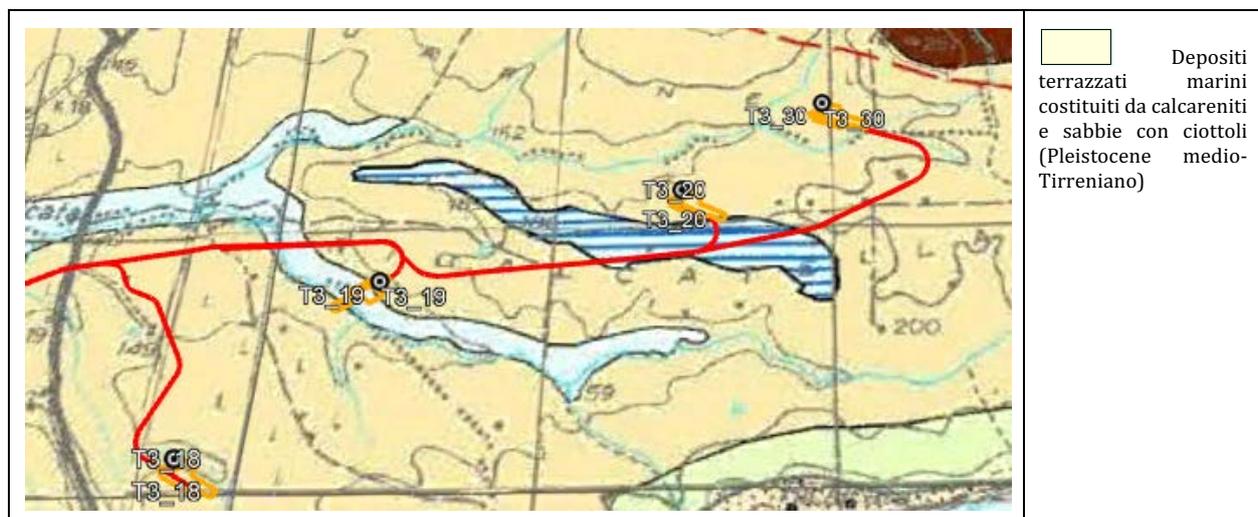
Come detto per l'analisi geologica si è fatto riferimento interamente a dati bibliografici ed alle esperienze acquisite dagli Scriventi in situazioni litologiche morfologiche del tutto simili a quelle oggetto della presente analisi. Come base cartografica tematica è stata usata quella pubblicata dalla Regione Sicilia in allegato al Piano Paesaggistico la cui scala e dettaglio sono state ritenute ottimali per lo scopo della presente. Come verifica del rilievo e come base esperienziale per l'analisi sono state utilizzate le immagini da satellite disponibili compatibilmente con i loro aggiornamenti. Per la stima dei parametri geotecnici si è fatto riferimento a dati da bibliografia. Per il calcolo dei parametri indiretti ci si è riferiti ad abachi e relazioni che vengono citati in dettaglio singolarmente per i vari casi ove necessario. Stessa tipologia di metodo è stata utilizzata per la verifica degli aspetti sismici. Va comunque ribadito che data la complessità strutturale e litologica riscontrata e dato il fatto che la definizione dei vari litotipi che costituiscono il substrato al di sotto delle varie torri considerate, è frutto dell'analisi di una carta geologica restituita al 50.000 rappresentata su una base cartografica al 25.000; la precisione raggiunta non è molto elevata; i limiti formazionali possono quindi essere considerati come indicativi. Pertanto tutte le definizioni litologiche individuate su tale base andranno necessariamente verificate e validate da una apposita compagna di rilevamento e di indagine sito specifica.

Nella compilazione delle schede il suolo in tutti i casi non è stato ne considerato, ne caratterizzato perché sicuro oggetto di scotico.

4.2. ANALISI AREA PER AREA

4.2.1. GRUPPO 1 – TORRI T3_18, T3_19, T3_20 E T3_30 – CONTRADA RICALTELLA

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_18	Marsala	294997,00	4190032,00	164
T3_19	Salemi	295602,00	4190693,00	170
T3_20	Salemi	296635,79	4191036,97	190
T3_30	Trapani	297144,38	4191400,03	202



Da un punto di vista litologico gli areogeneratori ubicati in quest'area insistono su di un substrato che è di matrice arenacea ricoperto da uno strato eluviale di medio spessore che è costituito da scaglie e frammenti in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da angolari a sub angolari di dimensioni centimetriche derivanti dal disfacimento del substrato roccioso in posto da "e" a "con" sabbia limosa argillosa da debolmente umido a umido. Lo spessore massimo è di circa 2-4 m. Il substrato vero e proprio è costituito da arenarie a

cemento carbonatico da litoidi a litiche.

Da un punto di vista geomorfologico generale le opere in progetto sono situate sui fianchi di alti topografici caratterizzati da un declivio dolce e graduale. Le forme del rilievo non sono indice di fenomeni morfici attivi.

Le aree si considerano quindi in linea di massima stabili.

I corsi d'acqua presenti sono aste di primo grado e mostrano un grado di maturità molto basso, le incisioni sono modeste anche perché i corsi d'acqua hanno un regime temporaneo. L'area vasta in prima analisi può essere considerata esente da processi morfodinamici attivi e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.

NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE: come visto la morfologia del rilievo locale è caratterizzata da forme con un declivio molto lieve.

Le torri sono ubicate sul fianco di vari rilievi che hanno asse prevalentemente Est-Ovest, nei pressi delle sommità.

Tutte le torri sono situate ad una distanza non preoccupante da corsi d'acqua temporanei, su versanti generati dalla loro attività erosiva.

Le creste hanno andamento regolare e sono tutte limitate dalle valli in cui scorrono corsi d'acqua temporanei che potrebbero, in caso di eventi significativi determinare dei problemi di erosione al piede dell'area occupata dall'opera (nei pressi, a sud, della Torre T3_18 è situata una vasca che risulta essere la sorgente del Rio che scorre nell'impluvio posto a Sud Est dell'opera).

Occorre quindi considerare in sede di progettazione opere utili alla protezione delle strutture dall'erosione incanalata in genere e ridurre gli effetti dell'erosione superficiale diffusa che è causa del diffuso dilavamento solo in parte calmierato dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

Come conseguenza dei fenomeni morfici sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso a sua volta coperta dal vero e proprio suolo.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente.

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Qui di seguito si dà illustrazione di una "stratigrafia tipo" presunta, stilata su base bibliografica ed esperienziale e confortata soprattutto da considerazioni di natura geologica morfologica.

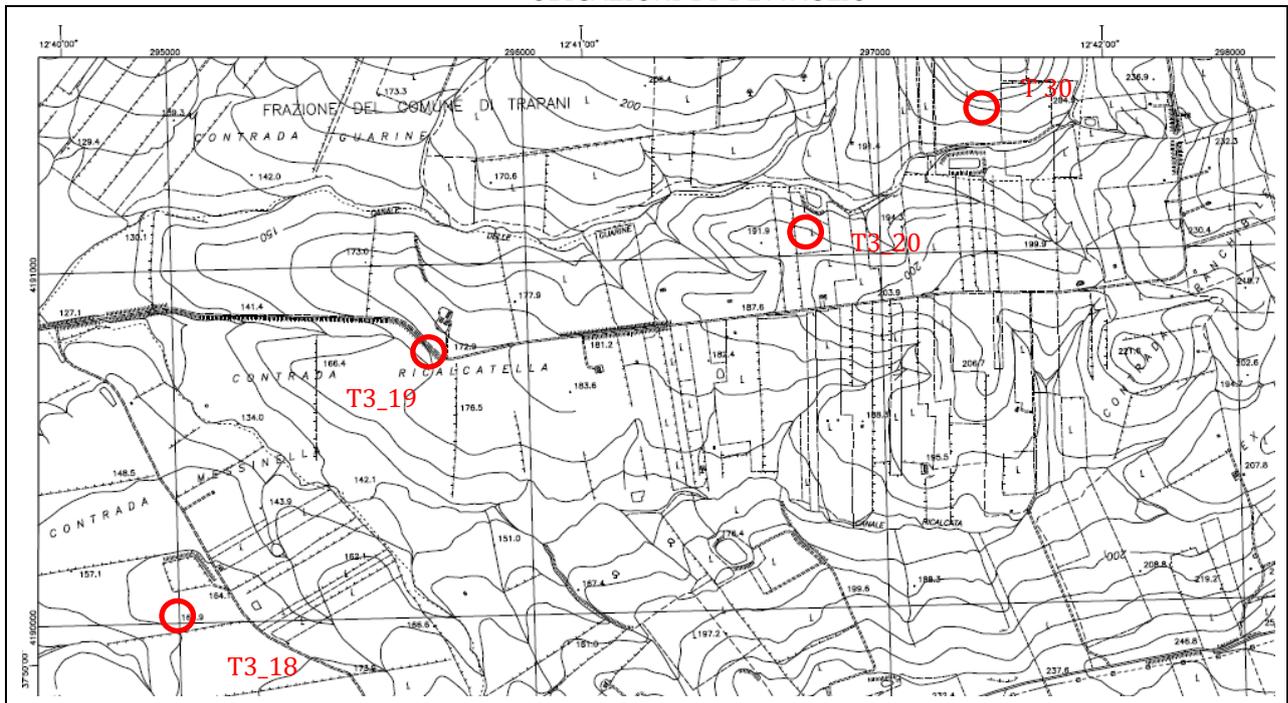
Il dettaglio è volutamente non elevato, in esse si distinguono i vari litotipi sulla base della loro origine e del loro significato stratigrafico (suolo, copertura, regolite e substrato).

Il suolo come detto viene trascurato perché sicuramente oggetto di scotico (quindi non viene riportato - si ipotizza una profondità di scotico di 50 cm per ogni sito).

Si ribadisce una volta di più che, trattandosi di valori bibliografici, gli stessi possono essere utilizzati unicamente per una fase di progettazione preliminare.

Per la progettazione in fase esecutiva occorrerà realizzare apposite campagne d'indagine sito specifiche, utili alla determinazione di dettaglio di tutti i parametri necessari.

UBICAZIONI DI DETTAGLIO



Località Contrada Ricaltella

Sezione C.T.R. Regione Sicilia N:°606.130

(Estratto non in scala)

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile fare la valutazione solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1;**

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti e sabbie con ciottoli ed in parte alterate per ossidazione ed argillificazione, molto fratturate - **Depositi terrazzati marini (Pleistocene medio-Tirreniano) - TERRENO TIPO 3.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla formazione dei Depositi Terrazzati Marini, Tipo 3 (Pleistocene medio-Tirreniano).

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 3 Dep. Terrazzati
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,18
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	40
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	90
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	38
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	14,0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.200

4.2.2. GRUPPO 2 – TORRI T3_16 E T3_17 – CONTRADA RICALTELLA

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_18	Marsala	293449,01	4189036,01	106
T3_17	Marsala	294297,00	4189667,00	154



Da un punto di vista litologico gli areogeneratori ubicati in quest'area insistono su di un substrato che è di matrice di tipo arenaceo ricoperto da uno strato eluviale di medio spessore costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche derivanti dal disfacimento del substrato litoide in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido. Lo spessore massimo è di circa di 2-3 m.

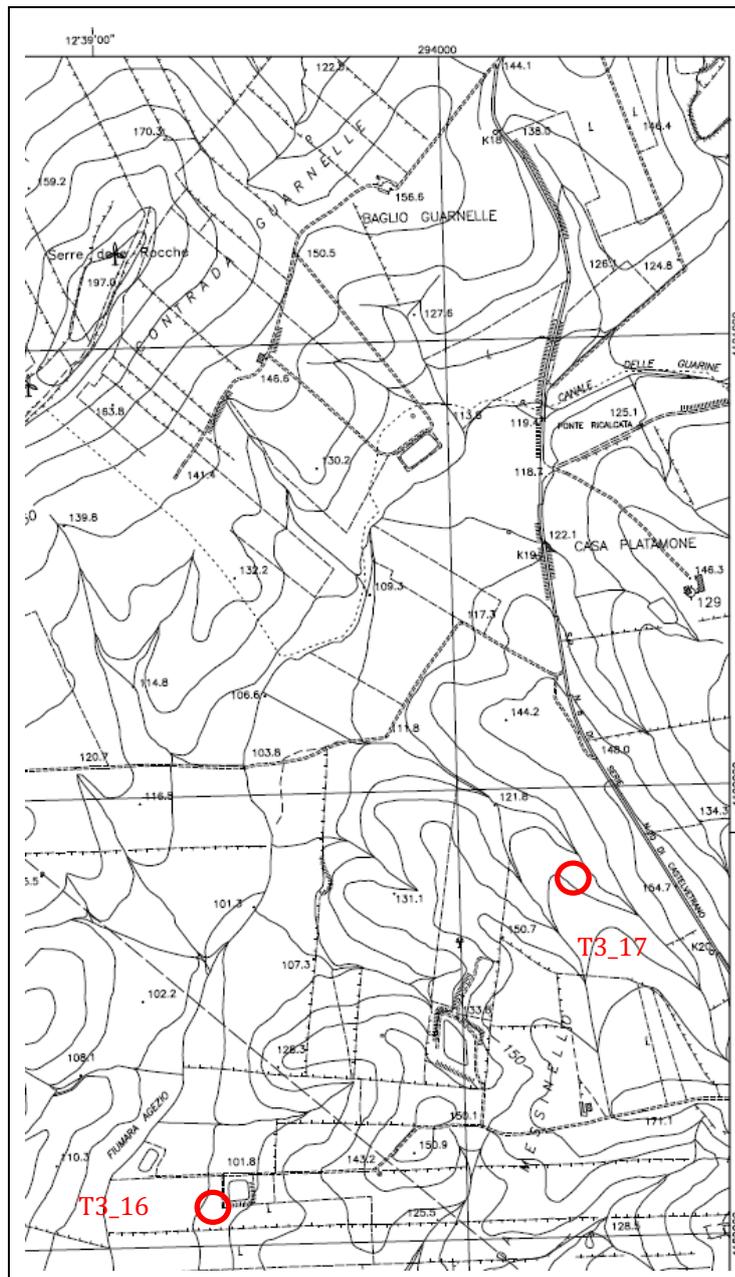
Il substrato vero e proprio è costituito da arenarie a cemento carbonatico da litoidi a litiche. La torre T3_16 è al limite con il deposito alluvionale di fondovalle di un piccolo rio, ma alla scala della presente si assume che la stessa sia in una situazione litologica equivalente alla torre 17 visto il presunto spessore molto esiguo del deposito alluvionale.

Da un punto di vista geomorfologico generale le opere in progetto sono situate su una zona di alto topografico caratterizzata da versanti con un declivio dolce e graduale.

Il rilievo non mostra fenomeni morfici attivi e di conseguenza l'area risulta stabile.

I corsi d'acqua presenti sono aste di primo e secondo grado e mostrano un grado di maturità molto basso.

La zona in prima analisi è esente da processi morfologici attivi e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.



Località Contrada Messinelli

Sezione C.T.R. Regione Sicilia N:°

615.160

(Estratto non in scala)

NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE: come visto la morfologia del rilievo locale è caratterizzata da forme con un declivio molto lieve.

Le due torri sono ubicate sul fianco di differenti rilievi che hanno asse prevalente Nord/Ovest – Sud/Est, nei pressi delle loro sommità.

Le opere sono situate in vicinanza ad alcuni corsi d'acqua: nel primo caso (T3_16) sul versante sinistro della Fiumara Agezzo, ma ad una distanza non preoccupante, nel secondo (T3_17) la torre è ubicata sulla cresta, in posizione mediana, tra due impluvi, occupati da corsi d'acqua temporanei che potrebbero, in caso di eventi significativi, determinare dei problemi di erosione al piede dell'area occupata dall'opera.

Occorre quindi considerare in sede di progettazione opere utili alla protezione delle strutture dall'erosione incanalata operata dai due rii che si trovano a NE e SO della Torre T3_17.

Anche in questo caso è presente erosione superficiale causata dal dilavamento, solo in parte calmierata dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

Come conseguenza dei fenomeni sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso, a sua volta coperto dal vero e proprio suolo.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Qui di seguito si dà illustrazione di una "stratigrafia tipo" presunta, stilata su base bibliografica ed esperienziale e confortata soprattutto da considerazioni di natura geologica morfologica.

Il dettaglio è volutamente non elevato, in esse si distinguono i vari litotipi sulla base della loro origine e del loro significato stratigrafico (suolo, copertura, regolite e substrato).

Il suolo come detto viene trascurato perché sicuramente oggetto di scotico (quindi non viene riportato - si ipotizza una profondità di scotico di 50 cm per ogni sito). Si ribadisce una volta di più che, trattandosi di valori bibliografici, gli stessi possono essere utilizzati unicamente per una fase di progettazione preliminare.

Per progettazioni più approfondite occorrerà realizzare apposite campagne d'indagine sito specifiche.

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile fare la valutazione solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1;**

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti e sabbie con ciottoli ed in parte alterate per ossidazione ed argillificazione, molto fratturate - **Depositi terrazzati marini (Pleistocene medio-Tirreniano) - TERRENO TIPO 3.**

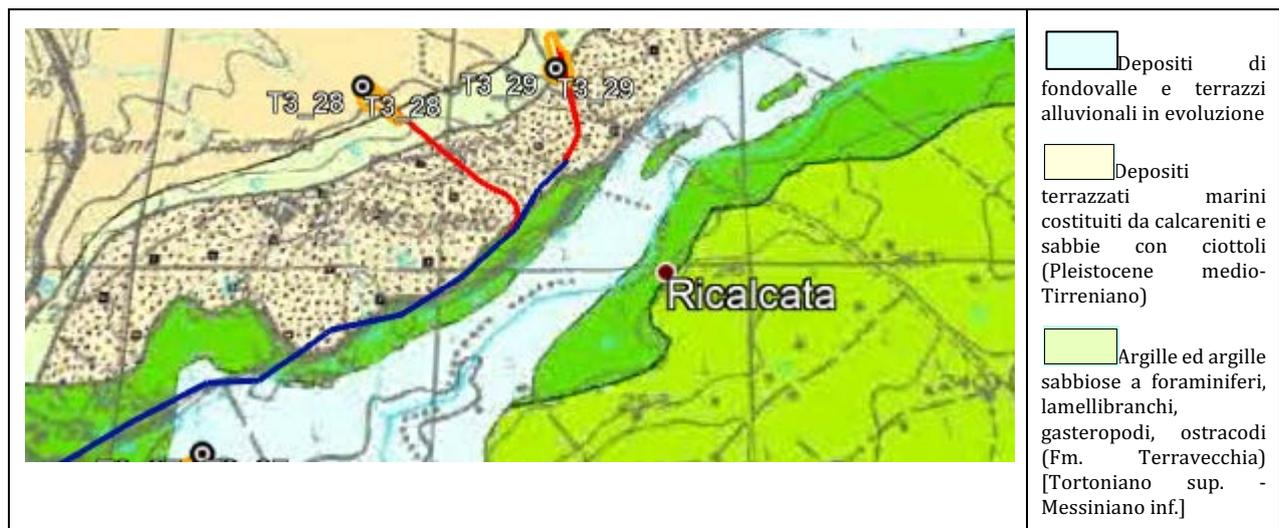
Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere.

La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla formazione dei Depositi Terrazzati Marini, Tipo 3 (Pleistocene medio-Tirreniano).

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 3 Dep. Terrazzati
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,18
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	40
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	90
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	38
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	14,0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.200

4.2.3. GRUPPO 3 – TORRI T27, T28, T29– RICALTA

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_27	Marsala	295442,48	4188266,71	202
T3_28	Marsala	295865,79	4189557,47	186
T3_29	Salemi	296511,93	4189597,49	208



Da un punto di vista litologico gli areogeneratori ubicati in quest'area conviene che vengano suddivisi in due sottogruppi.

Per le torri 28 e 29, al di sotto del suolo, il substrato è di matrice arenacea e ricoperto da uno strato eluviale di medio spessore costituito da scaglie e frammenti derivanti dal disfacimento del substrato roccioso in posto in parte alterate per argillificazione ed ossidazione, da angolari a sub angolari di dimensioni normalmente centimetriche da "e" a "con" sabbia limosa argillosa da debolmente umido a umido. Lo spessore massimo è di circa 2-4 m. Il substrato vero e proprio è costituito da arenarie a cemento carbonatico da litoidi a litiche.

Per la Torre 27 invece l'area su cui verrà realizzata l'opera è situata al limite tra il deposito di origine eluviale (prodotto dal disfacimento in posto del substrato) e il deposito colluviale di origine fluviale generato da un affluente minore del Rio Mazzaro. Lo spessore di terreno alluvionale (se presente) è comunque esiguo e trattasi di una ghiaia media a clasti prevalentemente carbonatici e sabbia medio fine limosa da umida a satura.

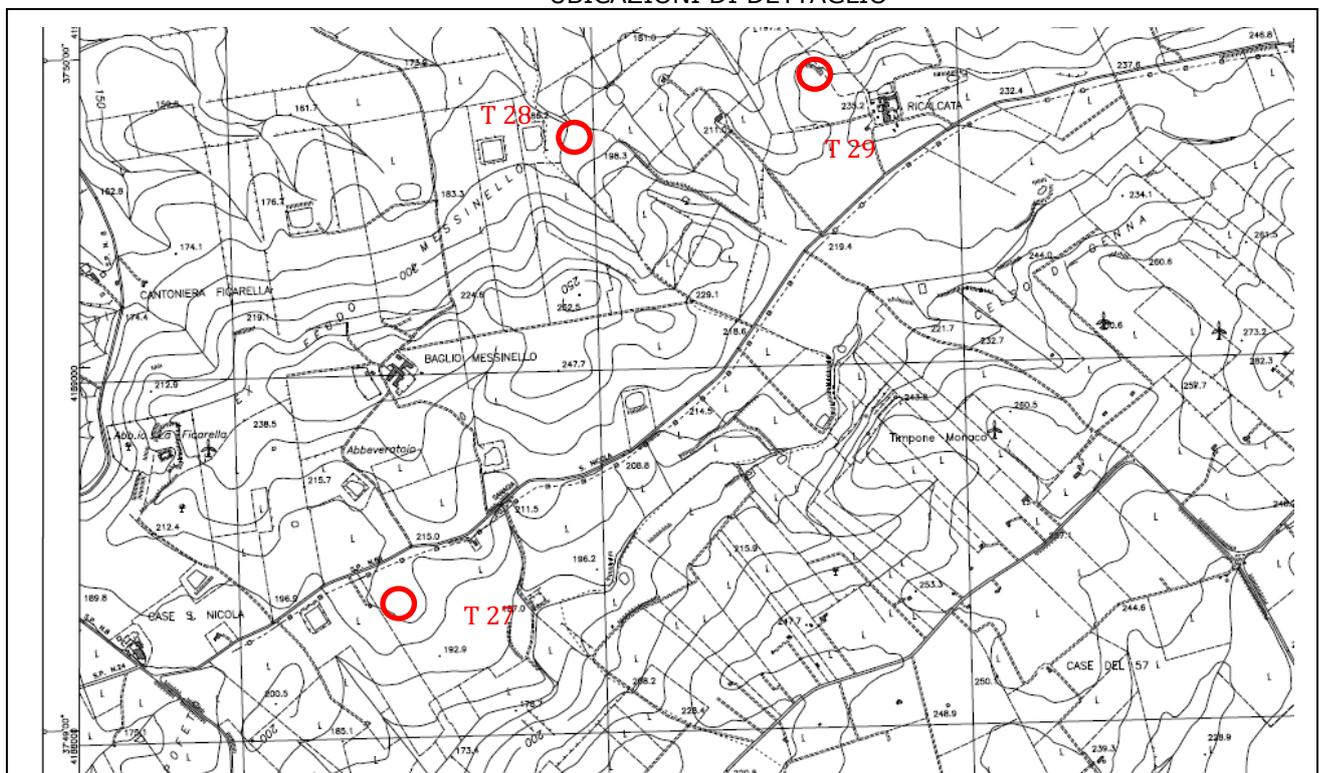
Da un punto di vista geomorfologico generale le opere in progetto sono in genere ubicate su un alto topografico caratterizzato da versanti con declivio dolce e graduale. La morfologia del rilievo non è indice di fenomeni morfici attivi, l'area risulta stabile. I corsi d'acqua presenti sono aste di primo o secondo grado e mostrano un grado di maturità molto basso. La zona in prima analisi è esente da processi morfologici attivi e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.

NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE: come visto la morfologia del rilievo locale è caratterizzata da forme con un declivio molto lieve. Le torri sono ubicate sul fianco di vari rilievi che hanno asse prevalentemente Est-Ovest, nei pressi delle sommità, la Torre T 27, pur essendo ubicata in un'area di pianura, è situata su un terrazzo e quindi, anch'essa su di un'area leggermente sopraelevata rispetto al fondovalle.

Tutte le torri sono situate ad una distanza non preoccupante da corsi d'acqua temporanei, su versanti generati dalla loro attività erosiva. Le creste hanno andamento regolare e sono tutte limitate dalle valli in cui scorrono corsi d'acqua temporanei che potrebbero, in caso di eventi significativi determinare dei problemi di erosione al piede dell'area occupata dall'opera. Occorre quindi considerare in sede di progettazione opere utili alla protezione delle strutture dall'erosione incanalata in genere e

ridurre gli effetti dell'erosione superficiale diffusa che è causa del diffuso dilavamento solo in parte calmierato dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale. Come conseguenza dei fenomeni morfici sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento del substrato stesso a sua volta coperta dal vero e proprio suolo. Infatti l'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente. A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

UBICAZIONI DI DETTAGLIO



Località Ricalta

Sezione C.T.R. Regione Sicilia N:°606.130

(Estratto non in scala)

4.2.3.1. Torre T3_29

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO**

TIPO 2;

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da argilliti ed argille, molto fratturate - **Argille ed argille sabbiose a foraminiferi, lamellibranchi, gasteropodi, ostracodi (Fm. Terravecchia) [Tortoniano sup. - Messiniano inf.] – TERRENO TIPO 9.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito da argilliti ed argille, molto fratturate - Argille ed argille sabbiose a foraminiferi, lamellibranchi, gasteropodi, ostracodi (Fm. Terravecchia) [Tortoniano sup. - Messiniano inf.]

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 9 Form. di Terravecchia
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,25
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	45
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	4,5
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	100
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	40
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	-
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.800

4.2.3.2. Torre T3_28

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1;**

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti e sabbie con ciottoli ed in parte alterate per ossidazione ed argillificazione, molto fratturate - **Depositi terrazzati marini (Pleistocene medio-Tirreniano) – TERRENO TIPO 3.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla formazione dei Depositi Terrazzati Marini, Tipo 3 (Pleistocene medio-Tirreniano).

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 3 Dep. Terrazzati
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,18
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	40
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	90
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	38
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	14,0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.200

4.2.3.3. Torre T3_27

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 4 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 2,00 m: strato colluviale, depositi alluvionali attuali e recenti costituiti da sabbia media e fine con limo argilloso con ghiaia eterometrica \varnothing max 4 cm, sub angolare, da moderatamente addensata ad addensata, molto umida - **TERRENO TIPO 4**;

STRATO 02 da 2,00 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 03 da 4,00 a 7,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2**;

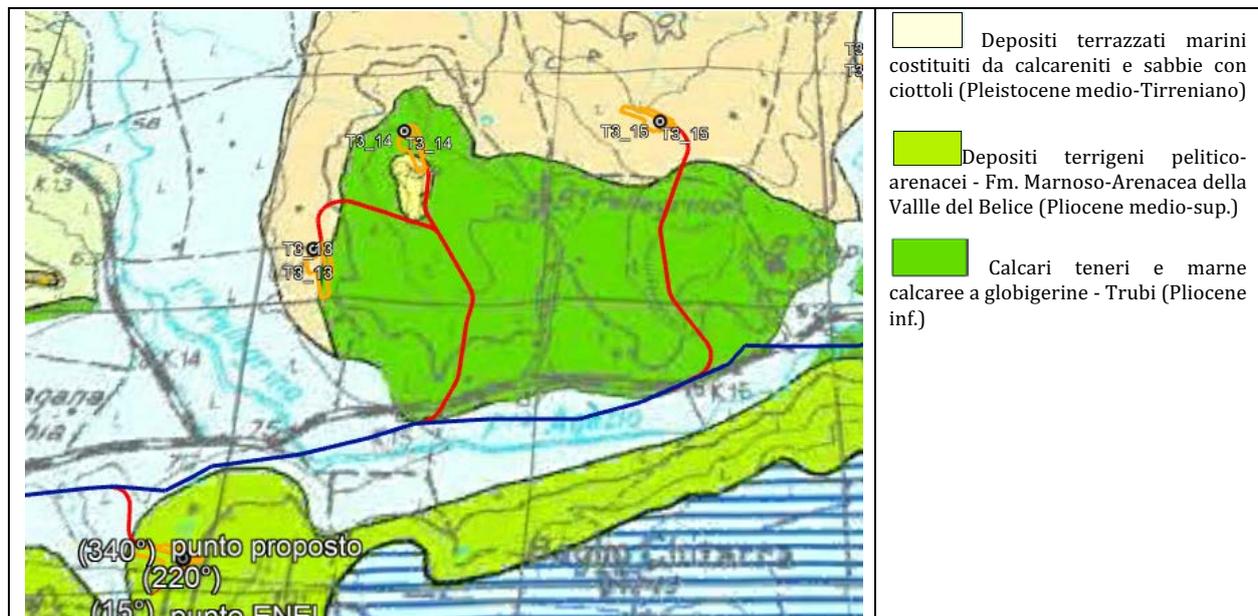
STRATO 04 oltre i 7,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti e sabbie con ciottoli ed in parte alterate per ossidazione ed argillificazione, molto fratturate - **Depositi terrazzati marini (Pleistocene medio-Tirreniano) - TERRENO TIPO 3.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per le alluvioni recenti che costituiscono il terrazzo su cui si erigerà la Torre T 27 (Terreno tipo 4), per i terreni di Tipo 1 e 2 costituenti il deposito eluviale e il regolite e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla formazione dei Depositi Terrazzati Marini, Tipo 3 (Pleistocene medio-Tirreniano).

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 3 Dep. Terrazzati	TERRENO 4 Alluvioni Attuali
"γ"	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,18	1,95
"φ"	Angolo di attrito	[°]	33	36	40	33
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0	1,0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	90	85
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	38	22
"μ"	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-	0.4
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	14,0	14.0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.200	200

4.2.4. GRUPPO 4 – TORRI T3_12, T3_13, T3_14, T3_15 – BAGLIO CHITARRA

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_12	Marsala	291189,00	4187051,00	108
T3_13	Marsala	291461,00	4188146,00	148
T3_14	Marsala	291714,00	4188688,00	104
T3_15	Marsala	292643,32	4188678,75	140



Da un punto di vista litologico anche in questo caso è utile suddividere le torri in due sottogruppi, in base alla natura del substrato roccioso.

Trattasi di un substrato di natura arenacea nella maggior parte dei casi, e di natura marnoso arenacea nel caso della torre T3_12. Il substrato roccioso è in loco ricoperto da uno strato eluviale di medio spessore costituito da scaglie e frammenti di dimensioni centimetriche derivanti dall'alterazione in posto del substrato stesso da angolari a subangolari, in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido. Lo spessore massimo è di circa 2-4 m.

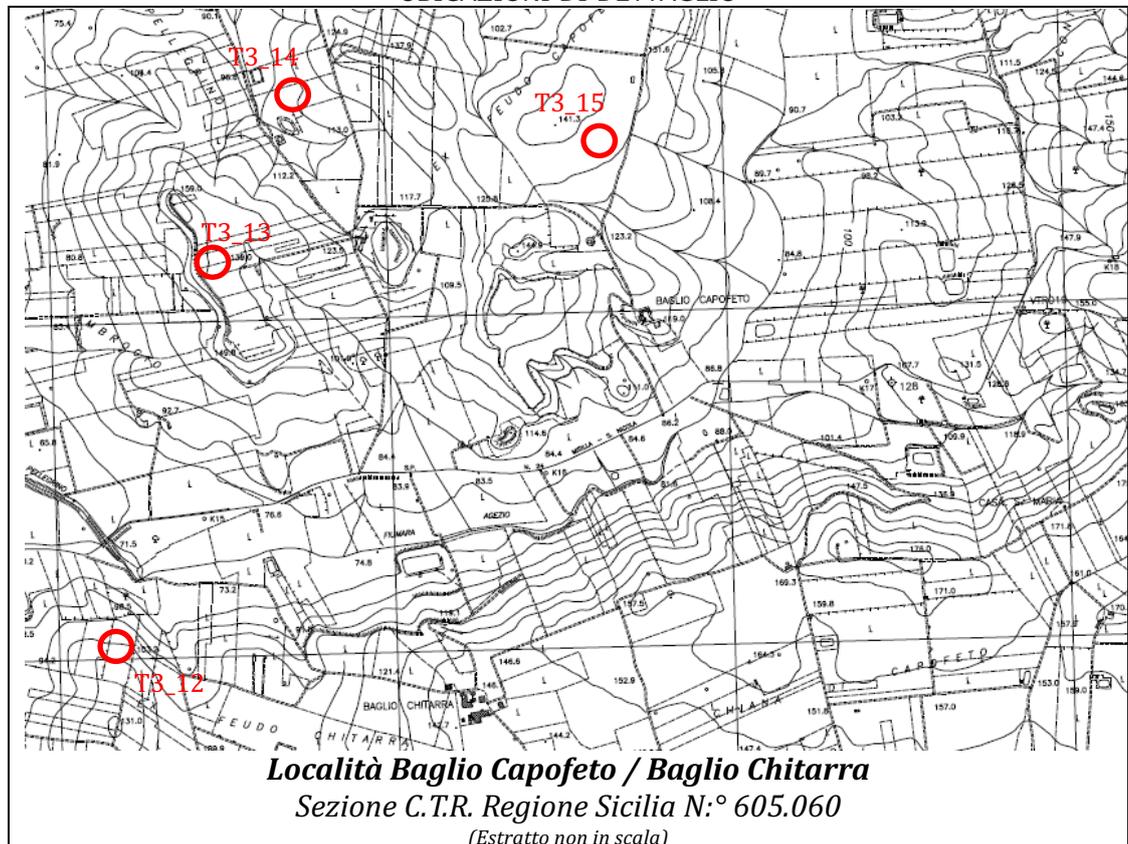
Il substrato è costituito da arenarie e sabbie appartenenti alla formazione dei Depositi Marini Terrazzati e dai flysh a cemento carbonatico della Formazione della Valle del Belice, in entrambi i casi i litotipi si presentano da litoidi a litici.

Per quanto riguarda gli aspetti geomorfologici le opere in progetto sono ubicate sul fianco di due alti topografici con allineamento Nord/Est - Sud/Ovest i cui versanti sono comunque caratterizzati da un declivio lieve e graduale.

La morfologia del rilievo non mostra evidenze di fenomeni morfologici attivi, l'area risulta quindi stabile. I corsi d'acqua presenti nelle vicinanze sono aste di primo grado e mostrano un grado di maturità molto basso.

La zona in prima analisi è esente da rischi geomorfologici in atto e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.

UBICAZIONI DI DETTAGLIO



NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE: come visto la morfologia del rilievo locale è caratterizzata da forme con un declivio molto lieve.

Le torri sono ubicate sul fianco di vari rilievi che hanno asse prevalentemente Nord/Est-Sud/Ovest, nei pressi delle sommità.

Tutte le torri sono ubicate ad una distanza non preoccupante da corsi d'acqua temporanei su versanti comunque dal leggero declivio.

Le creste sono ampie, le forme arrotondate e sono tutte limitate da valli ampie e poco incise in cui scorrono rii temporanei che non dovrebbero determinare (vista la distanza), anche in occasione di eventi significativi, problemi per la stabilità delle opere in progetto. Occorre considerare però in sede di progettazione opere utili alla protezione delle strutture dall'erosione operata in genere dalle acque dilavanti solo in parte calmierato dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

Come conseguenza dei fenomeni morfologici sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso a sua volta coperto dal vero e proprio suolo.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente.

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Per l'opera T3_13, si segnala il fatto che la stessa è posta nelle immediate vicinanze di un piccolo gradino di versante, sintomo questo sì, di possibili problemi di stabilità dovuti alla presenza di possibili fenomeni di dissesto gravitativo favoriti dalla geometria del rilievo e dalla struttura del substrato.

Qui di seguito si dà illustrazione di due "stratigrafie tipo" entrambe presunte e stilate su base bibliografica ed esperienziale e confortate soprattutto da considerazioni di natura geologica morfologica.

Il dettaglio è volutamente non elevato, in esse si distinguono i vari litotipi sulla base della loro origine e del loro significato stratigrafico (suolo, copertura, regolite e substrato). Il suolo come detto viene trascurato perché sicuramente oggetto di scotico (quindi non viene riportato - si ipotizza una profondità di scotico di 50 cm per ogni sito).

Si ribadisce una volta di più che, trattandosi di valori bibliografici, gli stessi possono essere utilizzati unicamente per una fase di progettazione preliminare.

Per la progettazione in fase esecutiva occorrerà realizzare apposite campagne d'indagine sito specifiche, utili alla determinazione di dettaglio di tutti i parametri necessari.

4.2.4.1. Torri T3_13 e T3_15

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1;**

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti e sabbie con ciottoli ed in parte alterate per ossidazione ed argillificazione, molto fratturate - **Depositi terrazzati marini (Pleistocene medio-Tirreniano) - TERRENO TIPO 3.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla formazione dei Depositi Terrazzati Marini, Tipo 3 (Pleistocene medio-Tirreniano).

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 3 Dep. Terrazzati
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,18
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	40
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	90
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	38
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	14,0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.200

4.2.4.2. Torre T3_12

Anche in questo caso è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2**;

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - **Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito dai flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - Tipo 5..

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 5 Flysh Valle Belice
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,20
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	32
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	1,25
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	95
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	37
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	0
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	1.250

4.2.4.3. Sondaggio T3 MM2-T3_12_S3

In prossimità dell'aereogeneratore T3 12 è stato realizzato il sondaggio S3.

In base alla stratigrafia disponibile sono stati incontrati livelli limoso sabbiosi fino a circa 6 m e poi un livello argilloso fino a 30 m, con caratteristiche omogenee per tutto il tratto.

Tutti i dati ottenuti tramite le prove SPT sono stati utilizzati ed elaborati in modo da integrare il modello generale basato su dati di letteratura. In allegato vengono riportate la relazione allegata alle indagini geognostiche realizzate dalla ditta Songeo per conto di EGP.

Si sottolinea come i dati di letteratura non possono sostituirsi ad indagini sito specifiche, in quanto la variabilità litologica, anche all'interno della stessa formazione, può discostarsi da quella prevedibile in base ai dati di letteratura

STRATIGRAFIA - T3 MM2 - T3 12 (S3)

SCALA 1 : 150 Pagina 1/1

Riferimento: ENEL GREEN POWER SpA - Accordo Quadro 8400151333 (TP EOLICO)										Sondaggio: T3 MM2 - T3_12 (S3)			
Località: Mazara del Vallo										Quota: 124,536 m s.l.m.m.			
Impresa esecutrice: SONGEO SRL										Data: 3-4/11/2020			
Coordinate: Lat. 37°48'19.7455" N Long. 12°37'40.8032" E										Redattore: Dott. Geol. Salvatore Alloro			
Perforazione: Trivella SOILTEK S16 - Perforazione a carotaggio continuo													
o	R	A	Pz	metri	LITOLOGIA	Campioni	RP	VT	Prel. %	S.P.T.	RQD %	prof	DESCRIZIONE
mm	v	f	s	h					0-100	S.P.T.	0-100	m	
101				1			2					0.3	Terreno superficiale costituito da limo sabbioso di colore beige.
				2			4			6-9-11	20	1.5	Limo sabbioso debolmente argilloso di colore nocciola. Si nota la presenza di noduli calcarei biancastri.
				3			2			7-9-10	19		Limo sabbioso di colore nocciola. Si presenta mediamente plastico e mediamente consistente.
				4			4,5						
				5			4,5			6-13-17	30		
				6			4					5,0	
				7			1,5			8-14-20	34		Argilla debolmente limosa di colore grigio-azzurro (a tratti presenta una colorazione più scura). Si presentano con una struttura omogenea, mediamente plastiche e mediamente consistenti.
				8		1) ind < 7,50 8,00	>5						
				9			>5			13-25-25	50		
				10			2,5						
				11			>5			13-25-28	53		
				12			4						
				13			4,5			14-24-29	53		
				14		2) ind < 13,00 13,80	>5						
				15			>5			15-29-49	78		
				16			1						
				17			4,5			17-50/4cm	Rif		
				18			>5						
				19			4,5						
				20			>5			20-50/6cm	Rif		
				21			1,5						
				22			>5			15-25-35	60		
				23			4,5						
				24			1						
				25			>5			16-31-41	72		
				26			4,5						
				27			>5						
				28			4,5			27-39-50/10cm	Rif		
				29			>5						
				30			1,5						
							3						
							4,5					30,0	

Colonna stratigrafica S3

4.2.4.4. Torre T3_14

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

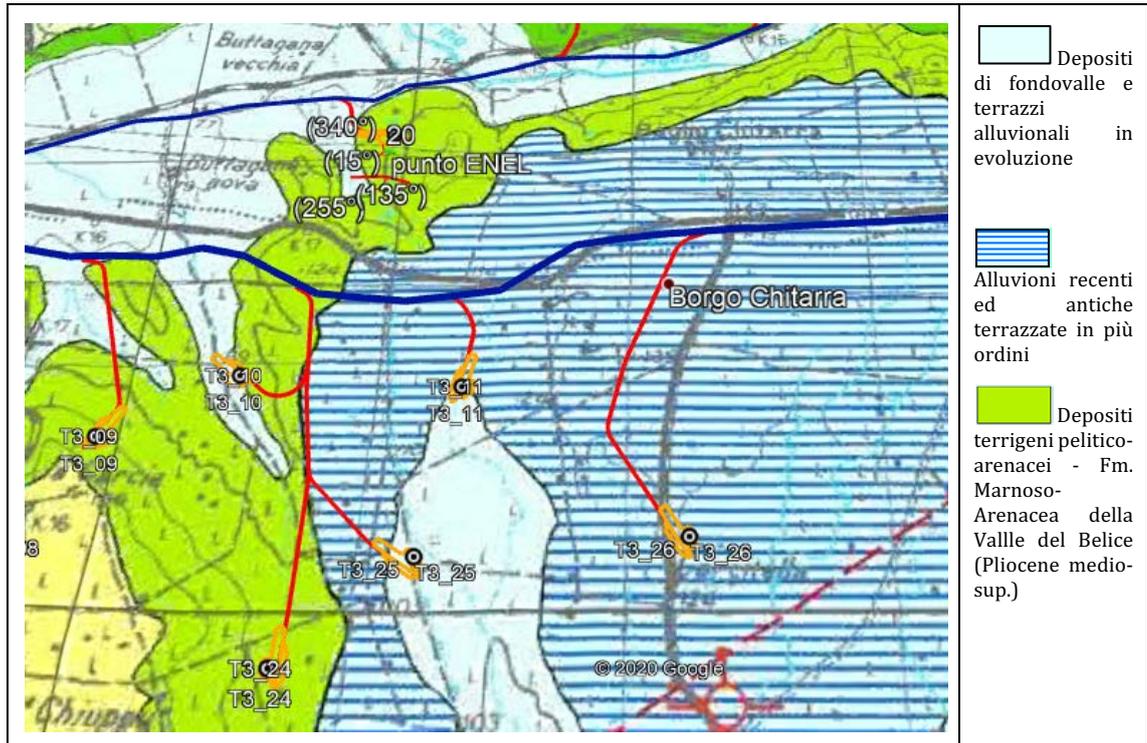
STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcari teneri e marne calcaree a globigerine - **Trubi (Pliocene inf.) – TERRENO TIPO 7.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito dai calcari teneri e marne calcaree a globigerine - Trubi (Pliocene inf.), tipo 7.

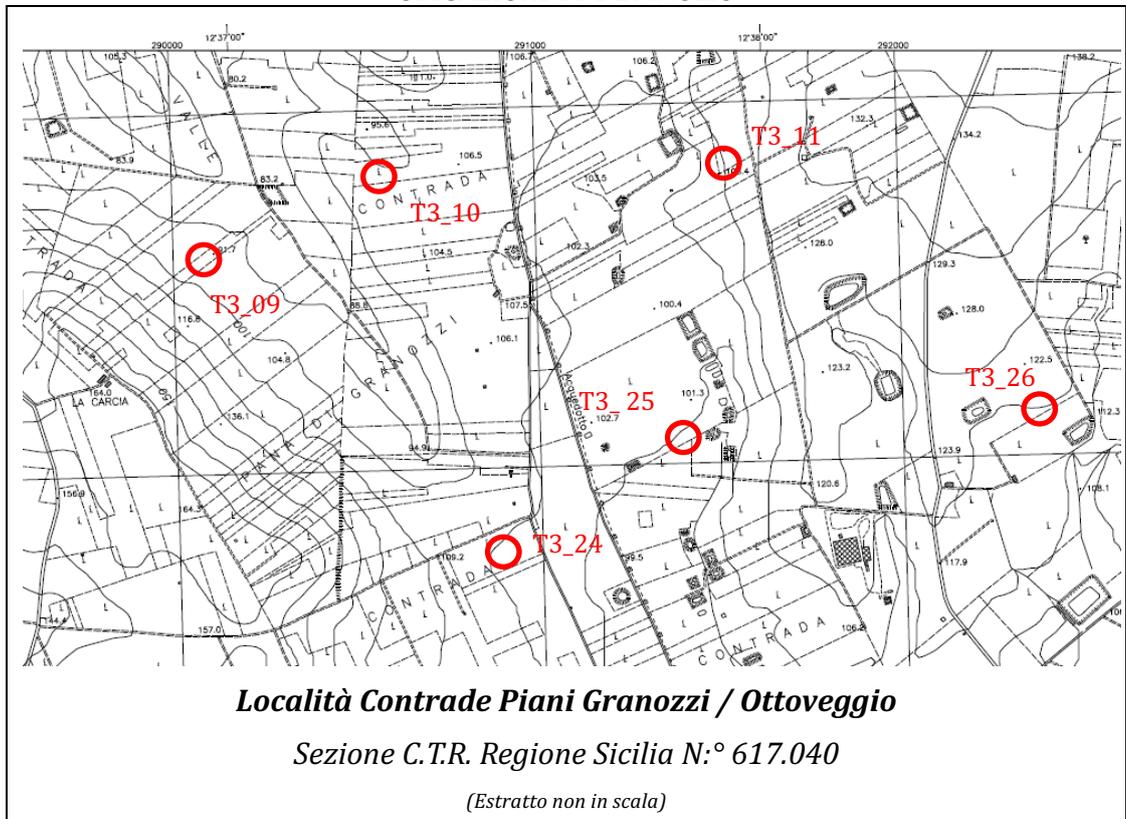
Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 7 Calcarì a Trubi
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,50
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	45
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	100
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	40
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	-
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	3.000

**4.2.5. GRUPPO 5 – T3_09, T3_10, T3_11, T3_24, T3_25, T3_26 –
CONTRADA PIANI GRANOZZI**

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_09	Mazara del Vallo	290153,85	4185622,91	92
T3_10	Mazara del Vallo	290756,21	4185943,28	106
T3_11	Mazara del Vallo	291538,88	4185793,02	110
T3_24	Mazara del Vallo	290917,50	4184694,13	104
T3_25	Mazara del Vallo	291396,82	4185097,16	102
T3_26	Mazara del Vallo	292395,37	4185142,39	118



UBICAZIONI DI DETTAGLIO



Da un punto di vista geologico generale l'area in esame è costituita al di sotto del suolo da un substrato di natura colluviale. Trattasi di ghiaie e sabbie con terreni fini subordinati. Il grado di alterazione è basso per terreni recenti, nel caso di quelli antichi è elevato a causa dell'argillificazione e dell'ossidazione dei clasti costituenti lo scheletro il che determina un aumento della frazione fine.

Da un punto di vista tecnico lo strato alluvionale, di spessore variabile da sito a sito, data la morfologia dovrebbe comunque spessori compresi tra 5 e 10 m ed è costituito da ghiaia eterometrica da sub angolare a sub arrotondata di dimensioni centimetriche, raramente decimetriche, in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da "e" a "con" sabbia limoso-argillosa da debolmente umida a umida ad addensamento e/o consistenza variabili.

Il substrato roccioso vero e proprio è costituito da arenarie a cemento carbonatico da litoidi a litiche.

Da un punto di vista morfologico le opere in progetto sono situate in un'area di fondovalle caratterizzata da debole pendenza verso meridione.

Il rilievo è comunque generalmente "mosso" da piccole ondulazioni originatesi in tempi recenti e testimoni di antichi terrazzi di origine alluvionale.

L'area non mostra fenomeni morfici attivi, e risulta stabile. I corsi d'acqua presenti sono costituiti aste di ordine gerarchico dal primo al terzo ma mostrano un grado di maturità basso essendo tutti corsi d'acqua caratterizzati da un regime di tipo temporaneo.

La zona in prima analisi è esente da rischi in atto e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.

NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE: come visto le opere in progetto sono situate in un'area di fondovalle molto ampia e caratterizzata da debole pendenza in direzione Sud, va detto che l'area è completamente antropizzata e deputata attualmente alla produzione agricola.

Il reticolo superficiale originale è completamente obliterato e trasformato in un sistema organizzato di canali e piccoli scoli.

Il rilievo è comunque generalmente "mosso" da piccole ondulazioni originatesi in tempi recenti e testimoni di antichi terrazzi di origine alluvionale o paleoalvei.

La morfologia è quindi tipicamente di pianura. Le torri sono ubicate all'interno di quest'area, in genere su piccoli rilievi che hanno andamento prevalentemente meridiano.

Occorre considerare però in sede di progettazione opere utili alla protezione delle strutture dall'erosione operata in genere dalle acque dilavanti solo in parte calmierata dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

Il substrato è costituito dappertutto da un materasso alluvionale di varia età costituito da terreni granulari a clasti prevalentemente carbonatici dello spessore presunto di circa 5/10 m al di sotto del quale si incontra il substrato, in gran parte alterato per argillificazione ed ossidazione costituito in questo caso dai Flysh della Valle del Belice.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente.

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Anche in questo caso è utile operare una suddivisione in due gruppi delle torri, sulla base della natura del substrato riportata in cartografia. Pertanto la torre T 24 verrà considerata a parte.

Qui di seguito si dà quindi illustrazione di due "stratigrafie tipo" entrambe presunte, stilate su base bibliografica ed esperienziale e confortate soprattutto da considerazioni di natura geologica morfologica.

Il dettaglio è volutamente non elevato, in esse si distinguono i vari litotipi sulla base della loro origine e del loro significato stratigrafico (suolo, copertura, regolite e substrato).

Il suolo come detto viene trascurato perché sicuramente oggetto di scotico (quindi non viene riportato - si ipotizza una profondità di scotico di 50 cm per ogni sito).

Si ribadisce una volta di più che, trattandosi di valori bibliografici, gli stessi possono essere utilizzati unicamente per una fase di progettazione preliminare.

Per la progettazione in fase esecutiva occorrerà realizzare apposite campagne d'indagine sito specifiche, utili alla determinazione di dettaglio di tutti i parametri necessari.

4.2.5.1. Torre T 26

Anche in questo caso è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 4 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 5,00 m: strato alluvionale antico costituito da ghiaie eterometriche

Ø max 5 cm, poligeniche subangolari da con a e sabbia media e fine e limo in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da umido a molto umido ad addensamento variabile dello spessore di circa 5 m - **TERRENO TIPO 4**;

STRATO 02 da 5,00 m a 7,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche prevalentemente di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 03 da 7,00 a 9,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2**;

STRATO 04 oltre i 9,00 m: substrato roccioso costituito da flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - **Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per le alluvioni recenti che costituiscono il terrazzo su cui si erigeranno le Torri (Terreno tipo 4), per i terreni di Tipo 1 e 2 costituenti il deposito eluviale e il regolite e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 3 Dep. Terrazzati	TERRENO 4 Alluvioni Attuali
"γ"	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,18	1,95
"φ"	Angolo di attrito	[°]	33	36	40	33
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0	1,0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	90	85
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	38	22
"μ"	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-	0.4
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	14,0	14.0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	2.200	200

4.2.5.2. Torre T3_10, T3_11 e T3_25

Anche in questo caso è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 5 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 3,00 m: strato alluvionale recente costituito da ghiaie eterometriche Ø max 5 cm, poligeniche subarrotondate da con a e sabbia media e fine limoso argilloso solo in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da umido a molto umido ad addensamento variabile dello spessore di circa 2-3 m - **TERRENO TIPO 6**;

STRATO 02 da 3,00 m a 6,00 m: strato alluvionale antico costituito da ghiaie eterometriche Ø max 5 cm, poligeniche subangolari da con a e sabbia media e fine e limo in parte alterate

per argillificazione ed ossidazione da umido a molto umido ad addensamento variabile dello spessore di circa 5 m - **TERRENO TIPO 4**;

STRATO 03 da 6,00 m a 8,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche prevalentemente di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 04 da 8,00 a 10,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2**;

STRATO 05 oltre i 10,00 m: substrato roccioso costituito da flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - **Formazione marnosa arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per le alluvioni attuali e recenti che costituiscono il fondovalle su cui si erigerà la torre (Terreni tipo 6 e 4); per i terreni di Tipo 1 e 2 costituenti il deposito eluviale e il regolite e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla Formazione marnosa arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 6 Alluvioni attuali	TERRENO 4 Alluvioni recenti	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 5 Flysh Valle Belice
"γ"	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,90	1,95	1,87	2.18	2,20
"φ"	Angolo di attrito	[°]	38	33	33	36	32
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	0,75	1,0	2,25	4,0-	1,25
Dr	Densità relativa	[%]	65	85	86	90	95
M	Modulo di elasticità	[MPa]	20	22	10	24	37
"μ"	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0.4	0,3	0,4	0
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	8,0	14.0	18	25,0	0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	140	200	165	220	1.250

4.2.5.3. Torre T3_09, e T3_24

Anche in questo caso è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche prevalentemente di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile

dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1;**

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

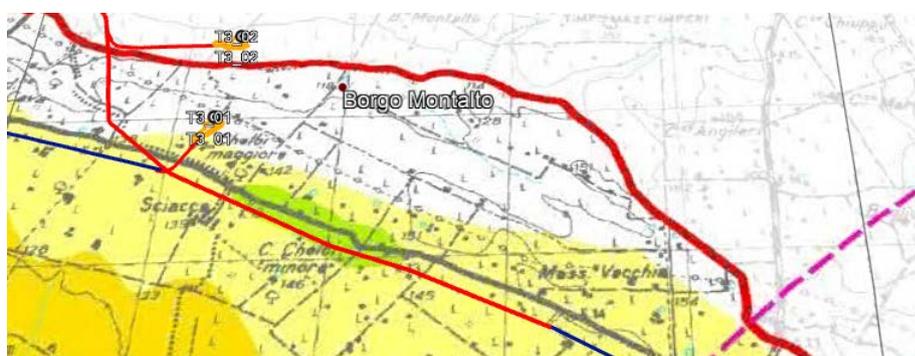
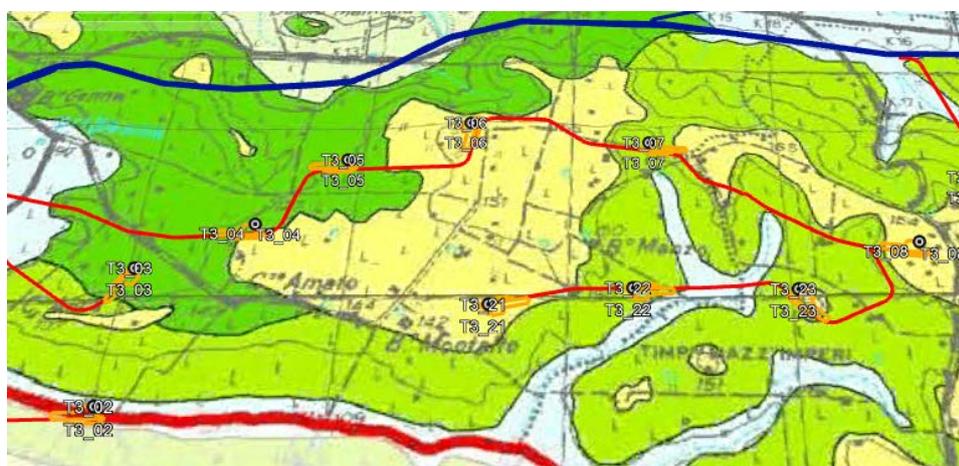
STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - **Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 costituenti il deposito eluviale e il regolite e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche e sabbie appartenenti alla Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 5 Flysh Valle Belice
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,20
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	32
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	1,25
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	95
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	37
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	0
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	1.250

4.2.6. GRUPPO 6 – TORRI T3_01, T3_02, T3_03, T3_04, T3_05, T3_06, T3_07, T3_08, T3_21, T3_22, T3_23 - BORGO CIAVOLO

WTG	Comune	Est	Nord	Altitudine [m s.l.m.]
T3_01	Mazara del Vallo	286256,00	4183837,00	134
T3_02	Marsala	286325,91	4184473,37	118
T3_03	Marsala	286368,22	4185172,98	134
T3_04	Marsala	286866,48	4185407,25	132
T3_05	Marsala	287248,88	4185780,02	150
T3_06	Marsala	287809,62	4186016,95	154
T3_07	Mazara del Vallo	288620,41	4185736,57	154
T3_08	Mazara del Vallo	289827,42	4185207,49	164
T3_21	Marsala	287930,52	4184926,36	148
T3_22	Marsala	288554,25	4185010,58	130
T3_23	Mazara del Vallo	289270,56	4184976,88	142



 Depositi di fondovalle e terrazzi alluvionali in evoluzione

 Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) - Depositi calcarenitici terrazzati di quota 115-214 m con a letto conglomerati poligenici (Pleistocene medio-sup.)

 Depositi terrigeni pelitico-arenacei - Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.)

 Calcari teneri e marne calcaree a globigerine - Trubi (Pliocene inf.)

Nonostante la vicinanza geografica, l'area risulta dal punto di vista litologico piuttosto complessa, è quindi necessario fare una ulteriore suddivisione delle torri in diversi sottogruppi, sempre su base litologica. Pertanto le singole torri verranno così ulteriormente suddivise in base alla natura del substrato roccioso:

- Torri n° 06, 21 e 23 – substrato costituito dalle arenarie del Grande Terrazzo Superiore;
- Torri n° 01 e 02 – Substrato costituito dalle arenarie del Gande Terrazzo Superiore ma ricoperte da uno strato alluvionale attuale
- Torri n°07e 22 – Substrato costituito dalle arenarie marnose della Formazione della Valle del Belice;
- Torri n°03, 04, 21e 05 – Substrato costituito dalla Formazione di Marsala.

Grande quindi è la complessità dal punto di vista litologico data l'elevata variabilità morfologica.

In linea generale, con la sola eccezione delle Torri 01 e 02 il substrato roccioso, di differente natura e competenza è ricoperto da uno strato di alterazione eluviale di medio spessore costituito da scaglie e frammenti di dimensioni centimetriche derivanti dall'alterazione in posto del substrato stesso da angolari a subangolari, in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido.

Lo spessore massimo è di circa 2-4 m.

Il substrato roccioso è prevalentemente calcarenitico, ma varia in maniera significativa da sito a sito.

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici le opere in progetto occupano un'area piuttosto vasta in relazione alle precedenti che è percorsa da un corso d'acqua tributario di sinistra della Fiumara di Marsala, il cui corso attuale non coincide più con il corso recente.

Si individuano infatti leggere ondulazioni del rilievo ad identificare paleovalle attualmente riempite da sedimenti fluviali (campitura azzurra).

Il rilievo è a bassissima pendenza e le forme sono ampie, a definire ondulazioni a lunghezza d'onda elevata.

Il rilievo è comunque generalmente "mosso" da piccole ondulazioni originatesi in tempi recenti e testimoni di antichi alti morfologici oramai erosi.

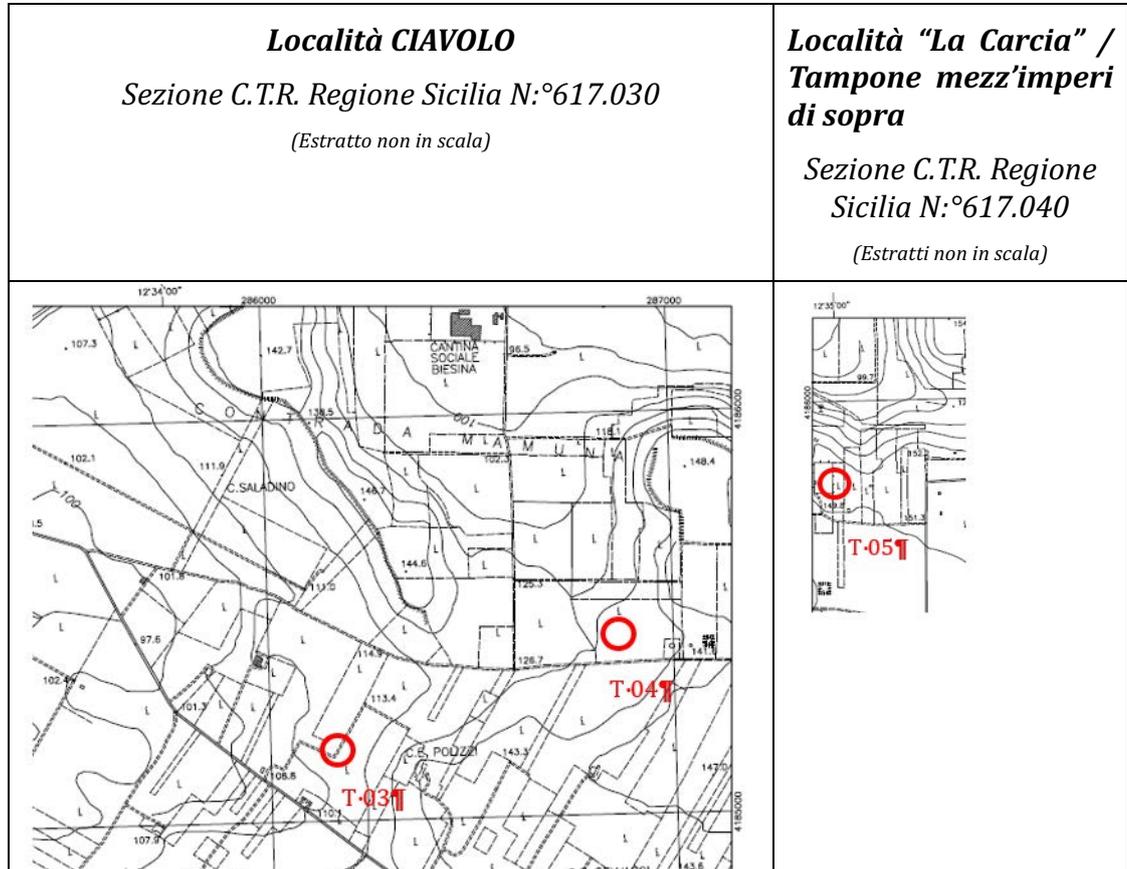
La morfologia dell'area non indica la presenza di fenomeni geomorfologici attualmente attivi, è quindi stabile.

I corsi d'acqua presenti sono costituiti aste di primo o secondo grado e non sono molto maturi.

La zona in prima analisi è esente da rischi in atto e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.

4.2.6.1. Torri T3_03, T3_04 e T3_05

UBICAZIONI DI DETTAGLIO



NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE:

come visto la morfologia del rilievo locale è caratterizzata da forme con un declivio molto lieve.

Le quattro torri sono ubicate tutte sul fianco dei vari rilievi che hanno asse prevalentemente lungo i paralleli, nei pressi delle sommità.

Non si hanno (a questa scala evidenze della presenza di corsi d'acqua che possano originare fenomeni erosivi lineari, esiste però l'erosione superficiale diffusa a causa del dilavamento in parte calmierato dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

Come conseguenza dei fenomeni sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso a sua volta coperto dal vero e proprio suolo.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente.

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, la modellazione del substrato dal punto di vista litologico consiste in un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo

di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1;**

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcari teneri e marne calcaree a globigerine - **Trubi (Pliocene inf.) - TERRENO TIPO 7.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito dai calcari teneri e marne calcaree a globigerine - Trubi (Pliocene inf.), tipo 7.

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 7 Calcari a Trubi
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,50
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	45
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	100
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	40
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	-
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	3.000

4.2.6.2. Torri T3_06, T3_08, T3_21 e T3_23

NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE:

nel caso delle torri 08 e 23 si trovano su di una sorta di altopiano con leggere ondulazioni al limitare del versante che mostra un declivio piuttosto pronunciato. Il rilievo locale è caratterizzato comunque da forme molto dolci. Come detto non si hanno comunque (a questa scala) evidenze della presenza di corsi d'acqua che possano originare fenomeni erosivi lineari, esiste però l'erosione superficiale diffusa a causa del dilavamento. Per le Torri 06 e 21 la morfologia del rilievo è caratterizzata da forme con un declivio generalmente molto lieve. Sono anche queste ubicate in una zona dell'altopiano caratterizzato da leggere ondulazioni e le torri si trovano lungo i versanti di queste ondulazioni. Nel caso della Torre 6 l'opera si trova al limitare di un pendio piuttosto scosceso caratterizzato da media pendenza. Non si hanno anche in questo caso evidenze della presenza di corsi d'acqua che possano originare fenomeni erosivi lineari, esiste però l'erosione superficiale diffusa a causa del dilavamento in parte calmierato dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

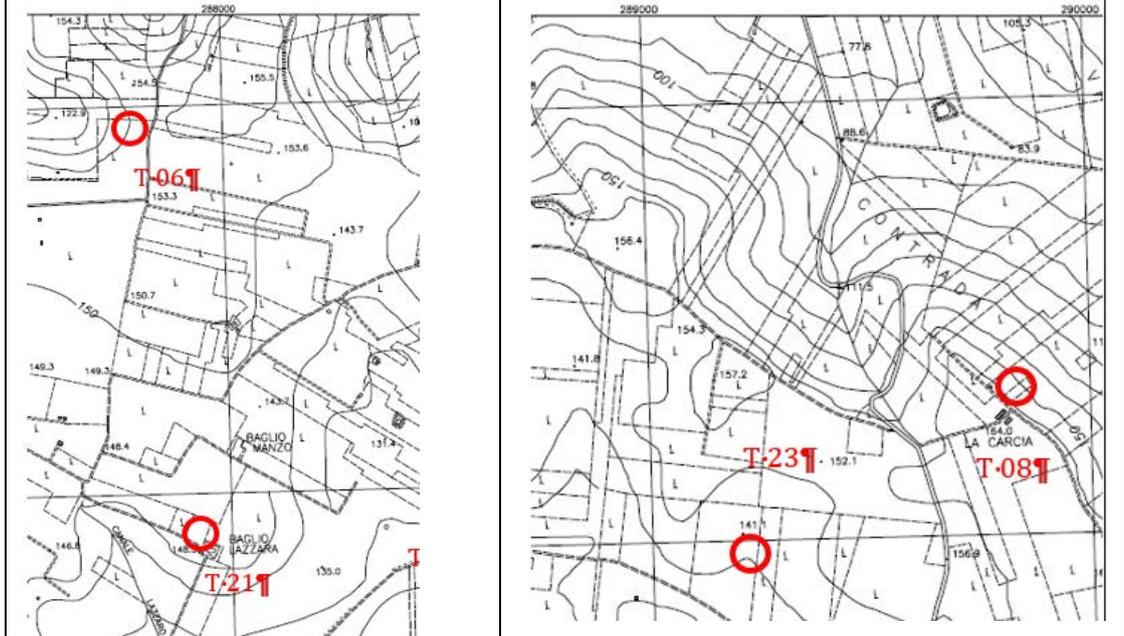
Come conseguenza dei fenomeni sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso a sua volta coperto dal vero e proprio suolo. L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente. A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

UBICAZIONI DI DETTAGLIO

Località "La Carcia" / Tampone mezz'imperi di sopra

Sezione C.T.R. Regione Sicilia N:°617.040

(Estratti non in scala)



Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, anche in questi casi la modellazione del substrato prevede dal punto di vista litologico la realizzazione di un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido dello spessore massimo di 2 - 4 m;

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti in parte argillificati ed ossidati di arenaria con sabbia media e grossa con limo. La frazione tende a diminuire con l'aumentare della profondità e parallelamente;

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti medio grossolane, gradate, da semilitoidi a litoidi, molto fratturate ed in parte alterate - Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio-sup.).

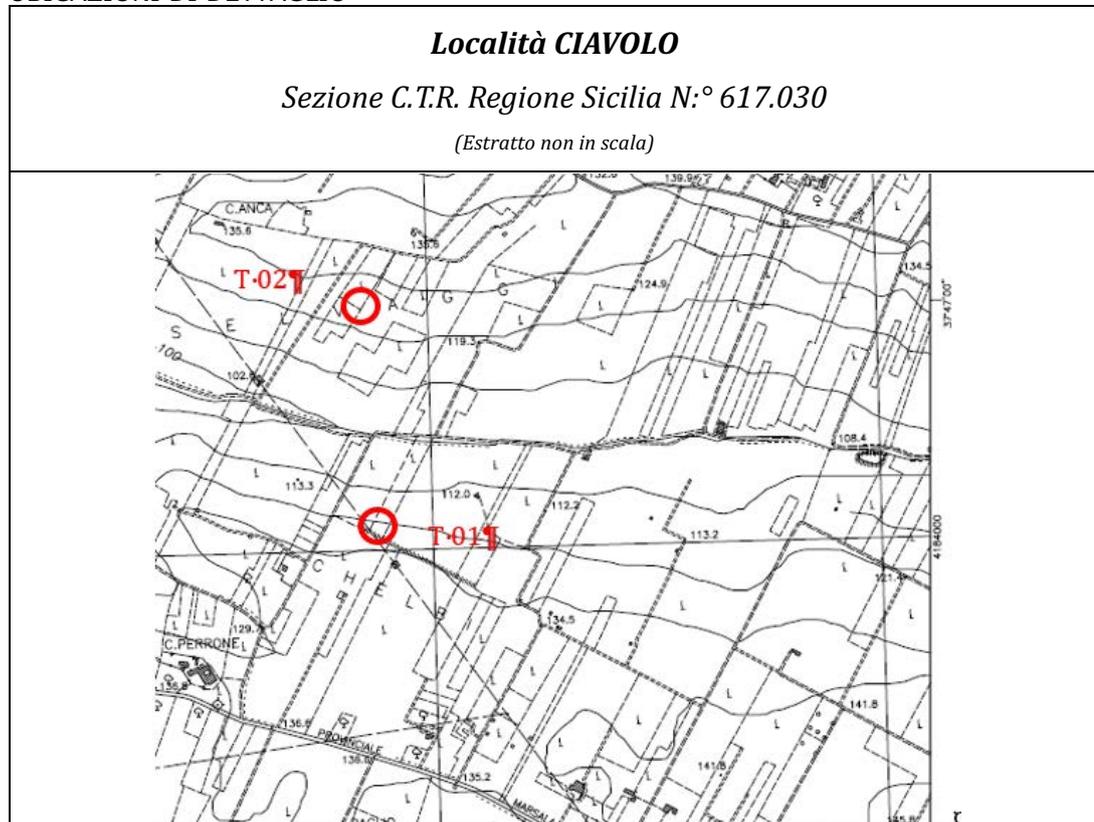
Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere.

La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito da arenarie da litoidi a litiche appartenenti alle arenarie da litoidi a litiche appartenenti al Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio-sup.), Tipo 8.

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 8 Grande Terrazzo Sup.
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,09
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	34
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	85
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	20
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	12
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	380

4.2.6.3. Torri T3_01, e T3_02

UBICAZIONI DI DETTAGLIO



NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE:

in questo caso le torri si trovano in un'area di fondovalle occupata da un paleoalveo, il substrato roccioso risulta quindi in ricoperto da uno strato alluvionale presumibilmente di scarso spessore data la morfologia.

Al di sotto dello strato colluviale c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia

ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso a sua volta coperto dal vero e proprio suolo.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente.

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, anche in questi casi la modellazione del substrato prevede dal punto di vista litologico la realizzazione di un modello a 4 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 3,00 m: strato alluvionale antico costituito da ghiaie eterometriche \varnothing max 5 cm, poligeniche subangolari da con a e sabbia media e fine e limo in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da umido a molto umido ad addensamento variabile dello spessore di circa 5 m - **TERRENO TIPO 4**;

STRATO 02 da 3,00 m a 7,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche prevalentemente di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 03 da 7,00 a 9,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2**;

STRATO 04 oltre i 9,00 m: substrato roccioso costituito da calcareniti e sabbie medio grossolane, gradate, da semilitoidi a litoidi, molto fratturate ed in parte alterate - Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio-sup.) - **TERRENO TIPO 8**.

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere.

La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per le alluvioni recenti che costituiscono il fondovalle su cui si erigeranno le torri (Terreno 4); per i terreni di Tipo 1 e 2 costituenti il deposito eluviale e il regolite e per il substrato costituito da calcareniti e sabbie medio grossolane, gradate, da semilitoidi a litoidi, molto fratturate ed in parte alterate - Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) (Pleistocene medio-sup.) - **TERRENO TIPO 8**

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 4 Alluvioni recenti	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 8 Grande Terrazzo Sup.
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,95	1,87	2.18	2,09
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	33	36	34
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	1,0	2,25	4,0-	0
Dr	Densità relativa	[%]	85	86	90	85
M	Modulo di elasticità	[MPa]	22	10	24	20
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0.4	0,3	0,4	-
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	14.0	18	25,0	12
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	200	165	220	380

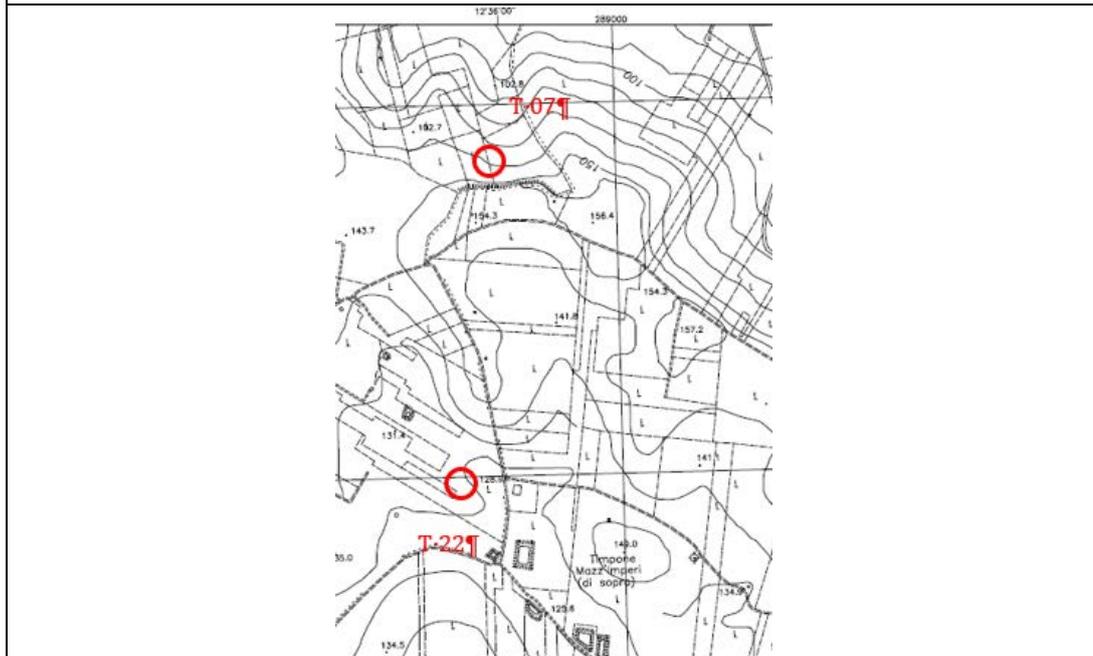
4.2.6.4. Torri T3_07, e T3_22

UBICAZIONI DI DETTAGLIO

Località "La Carcia" / Tampone mezz'imperi di sopra

Sezione C.T.R. Regione Sicilia N:°617.040

(Estratti non in scala)



NOTE DI COMMENTO SPECIFICHE:

come visto la morfologia del rilievo locale è caratterizzata da forme con un declivio generalmente molto lieve. Sono tutte ubicate su di un altopiano caratterizzato da leggere ondulazioni e le torri si trovano lungo i versanti di queste ondulazioni.

Nel caso della Torre 7 l'opera si trova al limitare di due pendii più scoscesi, caratterizzati da media pendenza.

Non si hanno (a questa scala) evidenze nei pressi delle opere della presenza di corsi d'acqua che possano originare fenomeni erosivi lineari, esiste però l'erosione superficiale diffusa a causa del dilavamento in parte calmierato dall'effetto protettivo determinato dalla presenza della copertura vegetale.

Come conseguenza dei fenomeni sopra descritti c'è da attendersi che il substrato roccioso in posto sia ricoperto da una spessa copertura eluviale derivata dal disfacimento dello stesso a sua volta coperto dal vero e proprio suolo.

L'alterazione per argillificazione ed ossidazione dovuta alla circolazione idrica ed all'azione termochimica è favorita in linea di principio anche dall'elevata fratturazione dei litotipi dovuta alla tettonica passata e presente.

A partire dalla geometria del substrato e dall'orientazione dei sistemi di fratture presenti nell'ammasso roccioso, l'alterazione può penetrare anche in profondità nell'ammasso, pertanto (data l'altezza significativa delle opere in progetto) è opportuno prevedere la realizzazione di opere di fondazione profonda.

Posto quanto sopra illustrato e tenendo presente che è possibile effettuare valutazioni solo su base bibliografica, anche in questi casi la modellazione del substrato prevede dal punto di vista litologico la realizzazione di un modello a 3 strati così ipotizzati:

STRATO 01 da 0,50 m a 4,00 m: strato eluviale costituito da scaglie e frammenti da angolari a subangolari di dimensioni centimetriche di arenaria derivanti dal disfacimento del substrato stesso (in parte alterate per argillificazione ed ossidazione) da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debole umido a umido ad addensamento variabile dello spessore massimo di 2 - 4 m - **TERRENO TIPO 1**;

STRATO 02 da 4,00 a 6,00 m: regolite, costituito da ciottoli, blocchi, scaglie e frammenti di

arenaria in parte argillificati ed ossidati con sabbia media e grossa con limo. La frazione fine tende a diminuire con l'aumentare della profondità, ad addensamento variabile- **TERRENO TIPO 2;**

STRATO 03 oltre i 6,00 m: substrato roccioso costituito da flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - **Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - TERRENO TIPO 5.**

Qui di seguito sotto forma tabellare si forniscono i principali parametri geotecnici per ciascun tipo di terreno (su base bibliografica) utili alla sola progettazione preliminare delle varie opere. La tabella qui di seguito riporta i dati di riferimento per i terreni di Tipo 1 e 2 e per il substrato costituito dai flysh arenacei costituiti da alternanze di argilliti e sottili strati di arenaria medio fine, globalmente da semi litoidi a litiche, comunque molto fratturate ed alterate per argillificazione ed ossidazione - Formazione marnoso arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.) - Tipo 5.

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura	TERRENO 2 Regolite	TERRENO 5 Flysh Valle Belice
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87	2.18	2,20
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33	36	32
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25	4,0-	1,25
Dr	Densità relativa	[%]	86	90	95
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10	24	37
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3	0,4	0
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18	25,0	0
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165	220	1.250

4.2.7. GRUPPO 7 – ELETTRODOTTO

4.2.7.1. Tracciato di progetto

Il tracciato dell'elettrodotto previsto per l'adeguamento della RTN corre parallelo dell'elettrodotto esistente, ad una distanza di circa 30 da quest'ultimo.

Il tracciato ha uno sviluppo di circa 20 chilometri ed attraversa sia zone pianeggianti che collinari.

Le quote minime e massime sono comprese tra i 100 ed i 270 metri.

Descrivendo il tracciato dall'estremo nord-ovest verso l'estremo sud-est, passiamo da un primo tratto di circa 6 chilometri passa su un area con quote comprese tra 200 e 240 metri slm con pendenze mediamente del 2%. Si raggiungono pendenze del 3,5% nel tratto finale dove si scende verso il fondovalle ad una quota di circa 170 m slm.

Da questo primo fondovalle si risale su promontorio con quote intorno ai 200 m slm, per poi scendere, per un tratto di circa 4 chilometri, lungo un declivio mediamente dolce (pendenza media del 2,5%) fino al punto più basso del tracciato, con quota 100 mslm.

Da questo punto di fondovalle si risale verso un promontorio quotato 270 metri slm, lungo un tragitto con pendenza media pari a 4,25% lungo un tratto di circa 4 chilometri.

Da questo promontorio il tratto finale di circa 6 chilometri scende in direzione della centrale con una pendenza media dell' 1,5%

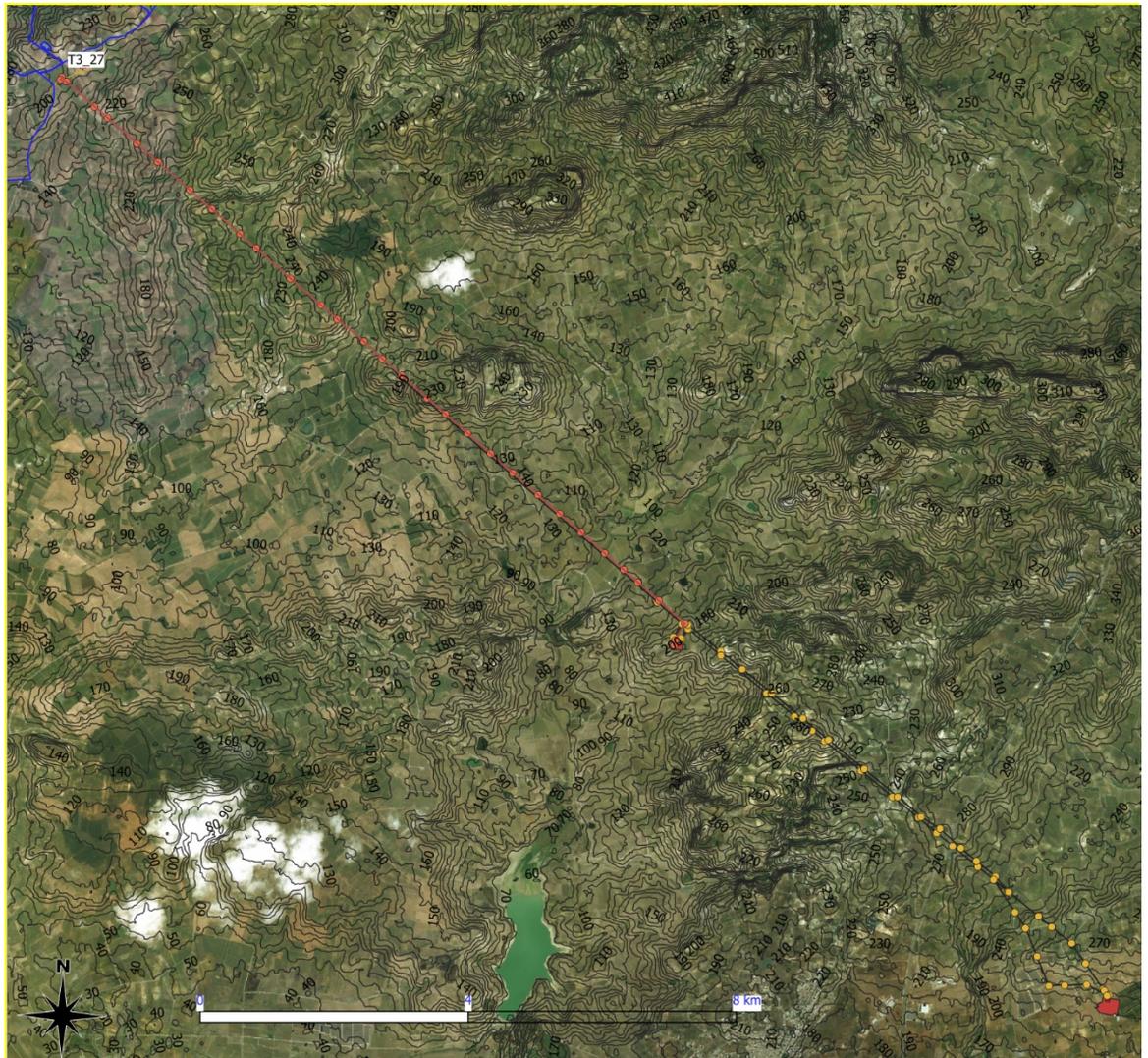


Figura 4-1 - Carta topografica elettrodotto



Figura 4-2 - Carta topografica elettrodotto 3D con scala verticale aumentata di 4 volte per evidenziare la morfologia

4.2.7.2. Assetto geologico del tracciato

La cartografia geologica di maggior dettaglio disponibile è la Carta Geolitologica della Regione Sicilia in scala 1:50.000.

Il tracciato dell'elettrodotto rientra in 2 tavole differenti di questa cartografia e viene presentato di seguito suddiviso in 3 tratti, ognuno afferente ad una porzione della Carta Geolitologica della Regione Sicilia.

4.2.7.2.1. Elettrodotto porzione di NW

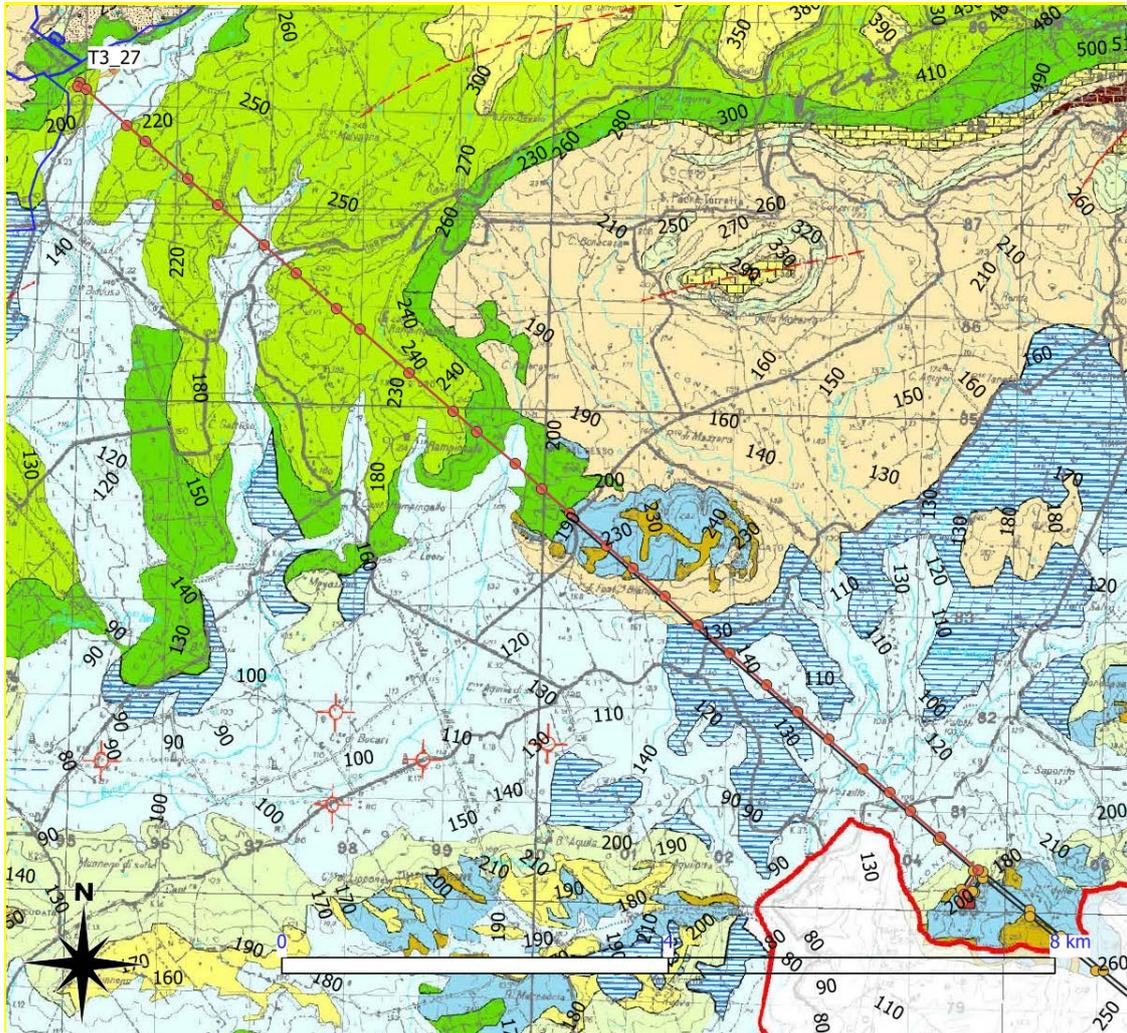


Figura 4-3 - Carta geologica



Figura 4-4 - Carta geologica 3D



Alluvioni recenti e antiche terrazzate in più ordini



Depositi di fondo valle e terrazzi alluvionali in evoluzione



Calcari teneri e marne calcaree a globigerine - Trubi (Pliocene inf.)



Gessi selenitici in grossi banchi e gessareniti biancastre, a luoghi alternati con argille gessose (Messiniano sup.)



Calcari massicci, vacuolari e brecciati a Porites, passanti lateralm. a marne giallastre, calcisiltiti e calcari con marne - Fm. Baucina (Messiniano inf.)



Sabbie ed arenarie a stratificazione incrociata ed intercalazioni di peliti e lenti di conglomerati (Fm. Terravecchia) [Tortoniano sup. - Messiniano inf.]



Argille ed argille sabbiose a foraminiferi, lamellibranchi, gasteropodi, ostracodi (Fm. Terravecchia) [Tortoniano sup. - Messiniano inf.]



Depositi terrazzati marini costituiti da calcareniti e sabbie con ciottoli (Pleistocene medio-Tirreniano)

Il substrato roccioso presenta nella porzione estrema unità riferibili a gessi in banchi, alternati con argille gessose e, procedendo verso valle, si passa a livelli sabbioso-arenacei per poi finire nei depositi di fondovalle, antichi e recenti.

Terminata questa fascia di fondovalle incontriamo depositi calcarenitici di origine marina, poi ancora unità riferibili a gessi in banchi, alternati con argille gessose ed al di sopra di questo livello calcari massicci

4.2.7.2.2. Elettrodotto porzione centrale

La porzione centrale dell'elettrodotto è quella che attraversa la zona con quote più elevate.

Da NE verso SE oltre un breve tratto dove incontriamo calcari e depositi fluvio deltizi, incontriamo ancora unità riferibili a gessi in banchi, alternati con argille gessose per un tratto di circa 2 km.

A seguire sono segnalati depositi palustri passanti per un breve tratto a calcari e marne e gessi, per poi passare ai depositi calcarenitici del Grande Terrazzo Superiore per circa 1 km.

Proseguendo verso il fondovalle incontriamo ancora calcari e marne e poi ancora i depositi di fondo valle.

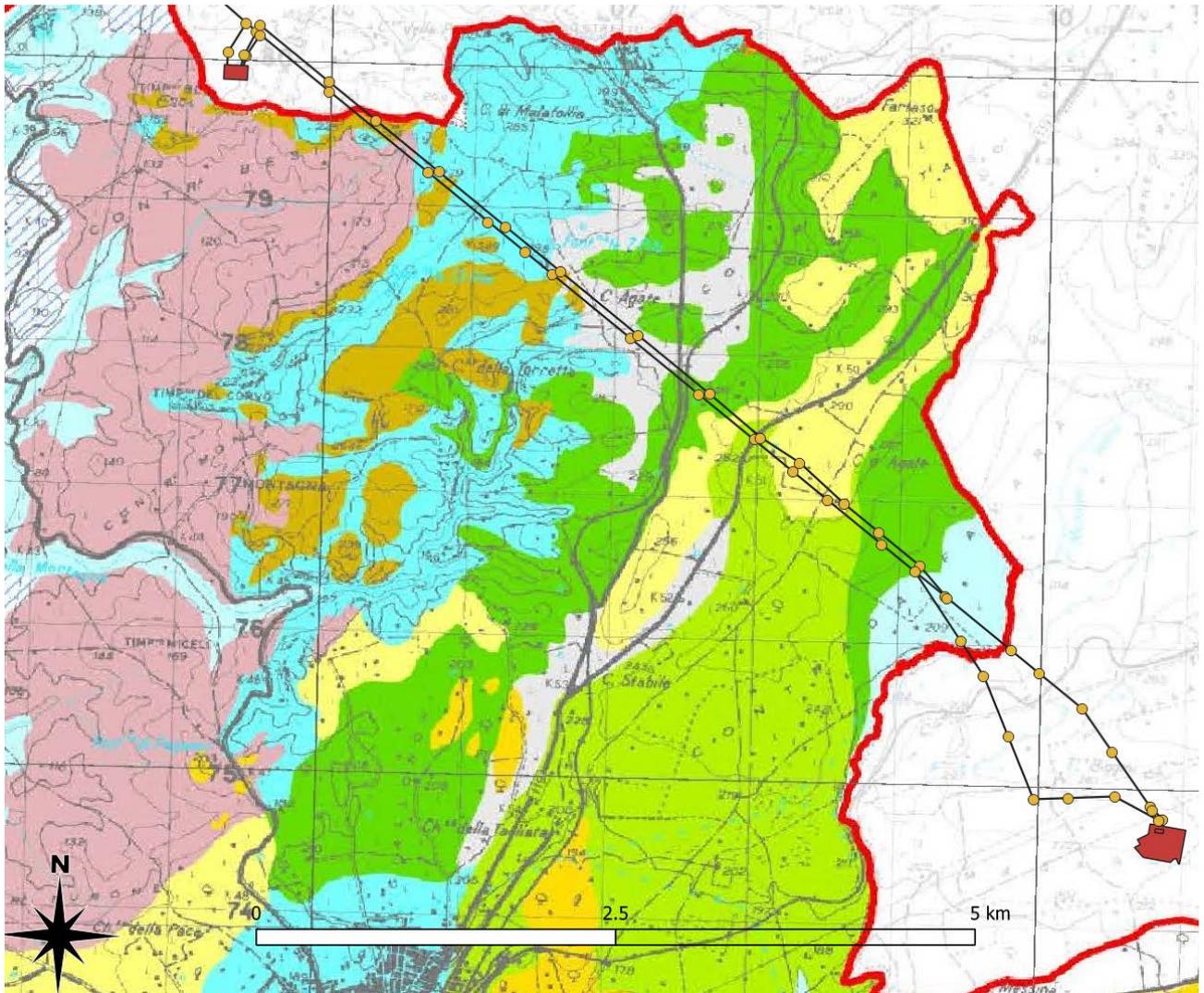


Figura 4-5 - Carta geologica

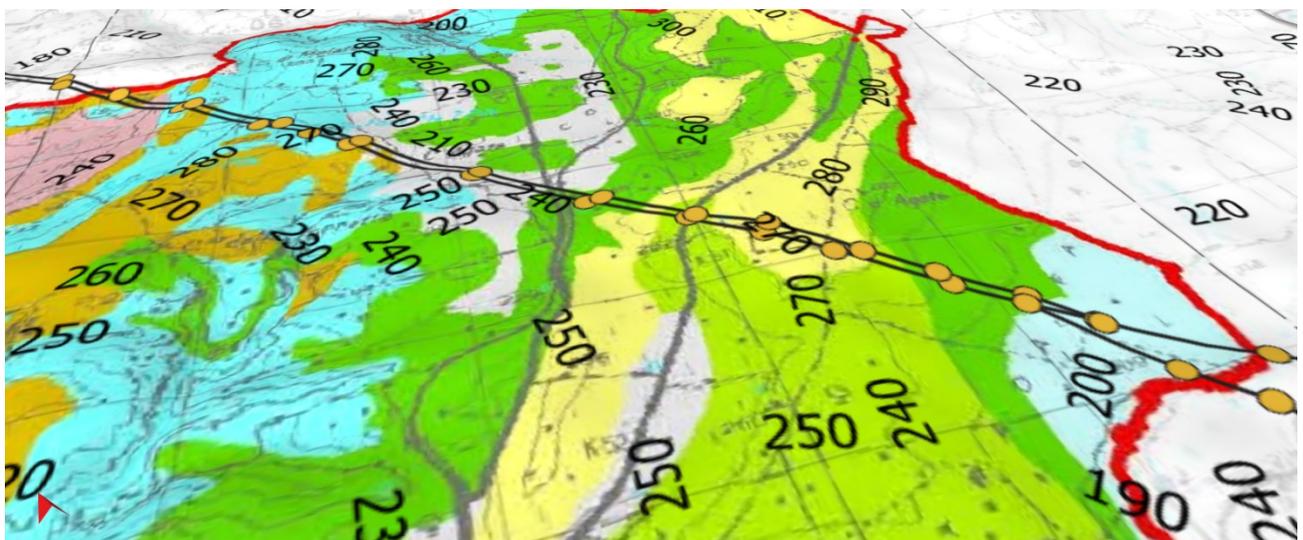
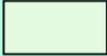
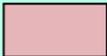
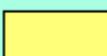
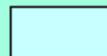
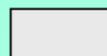


Figura 4-6 - Carta geologica 3D

	Argille e argille sabbiose (Santerniano-Emiliano)
	Depositi terrigeni pelitico-arenacei - Fm. Marnoso-Arenacea della Valle del Belice (Pliocene medio-sup.)
	Calcari teneri e mame calcaree a globigerine - Trubi (Pliocene inf.)
	Gessi selenitici in grossi banchi e gessareniti biancastre, a luoghi alternati con argille gessose (Messiniano sup.)
	Calcari massicci, vacuolari e brecciati a Porites, passanti lateralm. a mame giallastre, calcisiltiti e calcari con intercalazioni mamose - Fm. Baucina (Messiniano inf.)
	Depositi terrigeni fluvio-deltizi costituiti da argille sabbiose, sabbie e conglomerati - Fm. Cozzo Terravecchia (Tortoniano sup.-Messiniano inf.)
	Grande Terrazzo Superiore (G.T.S.) - Depositi calcarenitici terrazzati di quota 115-214 m con a letto conglomerati poligenici (Pleistocene medio-sup.)
	Depositi di fondo valle e terrazzi alluvionali in evoluzione
	Depositi palustri

4.2.7.2.3. **Elettrodotto porzione finale a SE**

L'ultimo tratto inizia su depositi alluvionali di fondo valle, per passare subito a formazioni argillose e marnoso argillose, per poi concludere il tragitto al di sopra delle calcareniti.

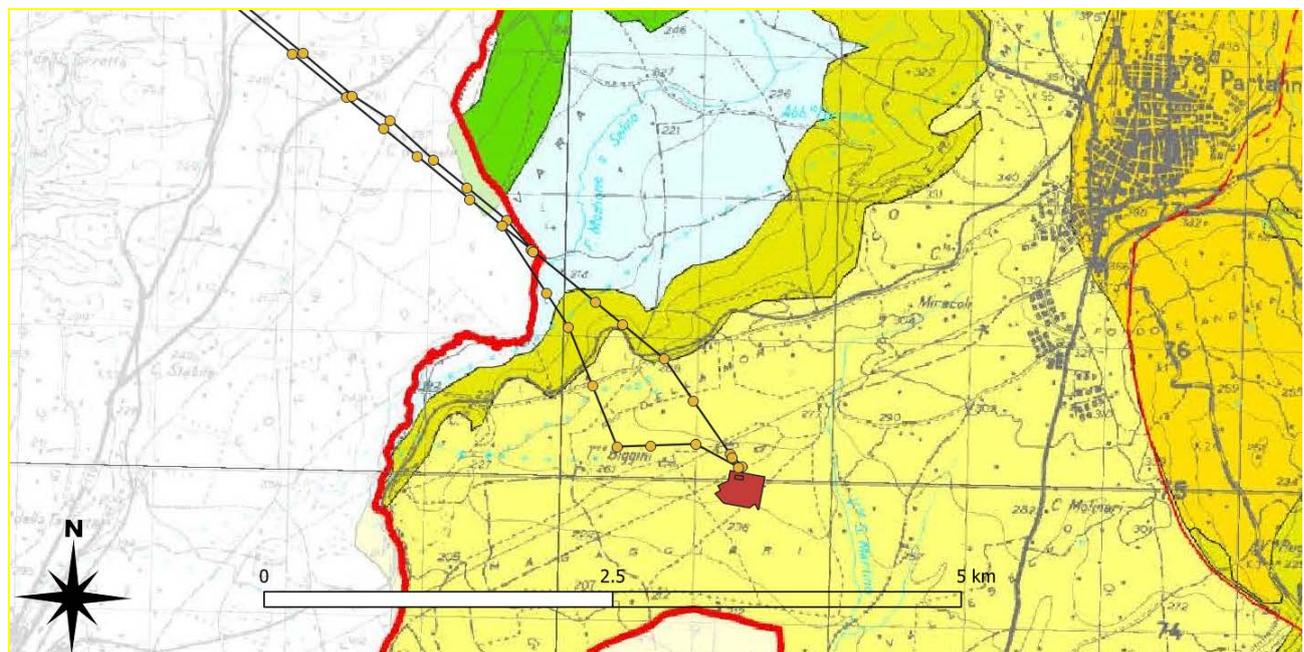
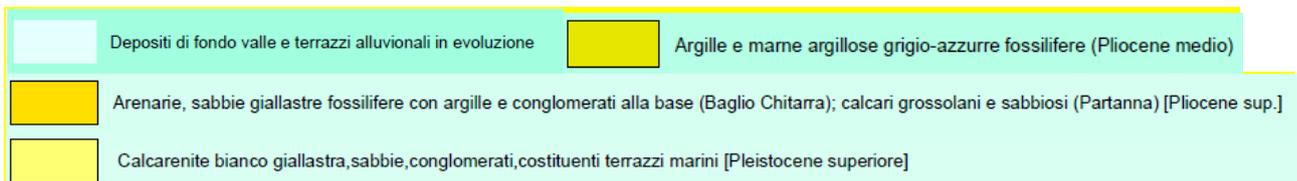


Figura 4-7 - Carta geologica



Figura 4-8 - Carta geologica 3D



4.2.7.3. Considerazioni finali sul tracciato dell'elettrodotto

Grande quindi è la complessità dal punto di vista litologico data l'elevata variabilità morfologica.

In linea generale, il substrato roccioso, di differente natura e competenza è ricoperto da uno strato di alterazione eluviale di medio spessore costituito da scaglie e frammenti di dimensioni centimetriche derivanti dall'alterazione in posto del substrato stesso da angolari a subangolari, in parte alterate per argillificazione ed ossidazione da "e" a "con" limo sabbioso argilloso da debolmente umido a umido.

Lo spessore massimo è di circa 2-4 m.

Il substrato roccioso è prevalentemente calcarenitico, ma varia in maniera significativa da sito a sito.

Si sottolinea come vengano attraversate aree di fondovalle, con possibile presenza di materiali fini o con problematiche relative alla portanza delle opere previste.

Per quanto concerne gli aspetti geomorfologici le opere in progetto occupano un'area piuttosto vasta dotata di un rilievo a bassissima pendenza e le forme sono ampie, a definire ondulazioni a lunghezza d'onda elevata.

Il rilievo è comunque generalmente "mosso" da piccole ondulazioni originatesi in tempi recenti e testimoni di antichi alti morfologici oramai erosi.

La morfologia dell'area non indica la presenza di fenomeni geomorfologici attualmente attivi, è quindi stabile.

I corsi d'acqua presenti sono costituiti aste di primo o secondo grado e non sono molto maturi. La zona in prima analisi è esente da rischi in atto e/o quiescenti nell'immediato e nel medio periodo.

Dal punto di vista geotecnico, si propongono i dati utilizzati per i terreni di copertura, in quanto le opere di fondazione sono previste nei primi 2,5 m da p.c.

Simbolo	Parametro	[u.m.]	TERRENO 1 Copertura
" γ "	Peso di volume	[Ton/m ³]	1,87
" ϕ "	Angolo di attrito	[°]	33
"c"	Coesione	[Kg/cm ²]	2,25
Dr	Densità relativa	[%]	86
M	Modulo di elasticità	[MPa]	10
" μ "	Coeff. di Poisson	[-]	0,3
k _w	Coeff. di Winkler	[Kg/cm ³]	18
V _s	Velocità sismica	[m/sec]	165

Come già evidenziato, la linea in progetto passa accanto ad una esistente, che non presenta problematiche, ed in linea generale non sono stati evidenziati fattori che sconsiglino l'opera in progetto.

Si rimanda in ogni caso ad indagini da eseguire nelle successive fasi di progettazione delle Opere di rete la verifica delle assunzioni fatte, ovvero la verifica dell'assenza di lenti a comportamento geotecnico differente e caratteristiche difformi da quelle calcolate in base alle prove geotecniche disponibili.

In fase di scavo, potranno essere verificate eventuali variazioni nei terreni di fondazione, in modo da verificare la presenza di lenti a comportamento geotecnico differente, soprattutto al fine di evitare possibili cedimenti differenziali.

In particolare, trattandosi di fondazioni su plinti, da posare nei primi 4 m da p.c., si sottolinea che lo spessore della copertura sia variabile lungo il tracciato, e che quindi è possibile che in alcuni casi venga intercettato il substrato, che si incontra, in base ai carotaggi, mediamente tra 2 ed i 4 metri di profondità.

Il contrario invece nei tratti di fondovalle, dove il substrato può essere anche a profondità superiori, e dove è possibile incontrare lenti a comportamento geotecnico differente.

Si rimanda agli elaborati dei Piani Tecnici delle Opere (Energia Verde Trapani srl – Edison) per quanto concerne la rappresentazione di dettaglio delle soluzioni fondali, nonché per quanto concerne la valutazione dell'entità dei carichi trasmessi.

A tale proposito si rileva che, in ogni caso, questi ultimi dovranno essere compatibili con le caratteristiche meccaniche del sottofondo, in presenza di cedimenti trascurabili per tutti i tipi di fondazioni, lasciando al progettista la scelta della tipologia e delle dimensioni più idonee.

4.3. ANNOTAZIONI SULLA SCELTA DEI PARAMETRI GEOTECNICI

In questo caso, data l'assenza di prove sito specifiche per la determinazione dei parametri geotecnici necessari alla progettazione preliminare delle opere, ci si è affidati a dati bibliografici, considerazioni geomorfologiche e a prove ed analisi eseguite in terreni e contesti del tutto simili al caso indagato.

Le informazioni così ricavate sono state confrontate con quelle derivate dall'analisi di due sondaggi geognostici eseguiti ad inizio novembre di quest'anno nei pressi di una delle opere in Progetto e denominato: T 3 MM2 S3 (eseguito nei pressi della torre T3_12); nel foro sono state eseguite prove tipo Standard Penetration Test e misure con pocket penetrometer tascabile.

Per estensione i due fori possono essere ragionevolmente considerati come rappresentativi di settori, oggetto d'intervento, analoghi a quelli in cui sono stati eseguiti i fori.

Pertanto si considerano rappresentativi di tutte le aree in cui risultano affiorare le formazioni dei flysh arenaceo marnosi della Valle del Belice (S 2 della campagna T2 e S 3) e quelle in cui affiorano le Calcarenitidi di Marsala (S 1 della campagna T2), ovviamente a parità di condizioni morfologiche e giaciture.

Come ulteriore estensione, i valori tecnici ricavati da S 1 possono essere considerati come

utili alla determinazione delle caratteristiche aree in cui affiorano le calcarenite della Formazione del Grande Terrazzo Superiore.

Per i terreni alluvionali ci si è intermente basati su valori ricavati dalla bibliografia.

Nella pratica sono stati considerati i singoli valori di $N_{S,P,T}$, ricavati dalla singola prova suddivisi in gruppi su base litologica e degli insiemi di numeri così ricavati è stato considerato il valore medio ponderato ove il numero di campioni era sufficientemente esteso.

I valori così ricavati sono quindi stati utili a determinare i valori dei parametri necessari utilizzando grafici o algoritmi presenti in bibliografia.

Qui di seguito si illustrano le relazioni utilizzate per ricavare i valori del peso di volume, dell'angolo d'attrito, della densità relativa, della coesione, del modulo confinato, del coefficient di Winkler e del coefficient di Poisson. E' stata valutata anche la velocità sismica delle onde trasversali ma l'esperienza degli scriventi suggerisce che, utilizzando algoritmi di questo tipo si sottostima grandemente il valore della velocità.

- Per la valutazione del peso di volume – il valore del parametro è stato ricavato a partire dal numero medio ponderato di colpi $N_{S,P,T}$ con la relazione di Bruschi (2005), scritta per valori di $N_{S,P,T}$ maggiori di 20,
- Per la valutazione dell'angolo di attrito – il valore del parametro è stato ricavato a partire dal numero medio ponderato di colpi $N_{S,P,T}$ con la relazione di Wolf (1989), scritta appositamente per micropali,
- La coesione è stata posta uguale a zero per i terreni granulari (a favore di sicurezza) e per gli altri ottenuta come media dei valori misurati con il Pocket Penetrometer;
- Per la valutazione del Modulo confinato – il valore del parametro è stato ricavato a partire dal numero medio ponderato di colpi $N_{S,P,T}$ con la relazione di Huang (2003), scritta per limi sabbiosi, per lo strato eluviale di copertura e con la relazione di Bowles (1987) per tutti gli altri strati;
- Per la valutazione della Densità Relativa– il valore del parametro è stato ricavato a partire dal numero medio ponderato di colpi $N_{S,P,T}$ con la relazione di Kokusho (1983), scritta per limi sabbiosi, per il terreno eluviale di copertura e per lo strato di alterazione del bed rock, per i litotipi francamente rocciosi il parametron perde di significato;
- Per la valutazione della velocità sismica – il valore del parametro è stato ricavato a partire dal numero medio ponderato di colpi $N_{S,P,T}$ con la relazione di Stephenson (2004);
- Per la valutazione del Coefficiente di Poisson e del Modulo di Winkler (vertical) ci si è basati su quanto riportato sulla tabelle riportate su "Fondazioni" – Bowles (1987).

5. ANALISI SISMICA

5.1. INTRODUZIONE

Per quanto riguarda gli aspetti sismici la Normativa prende atto della classificazione fornita in prima approssimazione dalla O.P.C.M. N. 3274/03 ed impone l'obbligo della progettazione antisismica per i comuni che ricadono nelle zone 2, 3 e 4 esclusivamente per gli edifici considerati strategici e/o rilevanti di uso pubblico.

Per quanto riguarda i Comuni nel territorio dei quali ricadono le torri in progetto i Comuni di Marsala e Mazara del Vallo sono classificati di Categoria 2, mentre quello di Salemi risulta in un'area classificata di categoria 1. Si segnala che le accelerazioni al suolo previste, per le torri site nel comune di Salemi, sono comunque ricadenti in una fascia del comune con valori di categoria 2

Si segnala anticipatamente che i dati elencati sono stati stimati su base bibliografica, sono come tali validi per una valutazione di progettazione preliminare, come d'altra parte tutti i contenuti e le indicazioni della presente.

Per una valutazione propedeutica ad una progettazione esecutiva si ritiene indispensabile l'esecuzione di una serie di prove in sito, utili alla determinazione precisa e reale dei parametri da utilizzare in corso di progettazione costruttiva.

La tipologia, il numero e l'ubicazione delle prove necessarie saranno oggetto di specifica progettazione da parte del Progettista incaricato.

Per quanto riguarda invece le N.T.C. 2018 gli edifici e le strutture vengono suddivisi in 4 categorie al § 2.4.3 come nel caso precedente. La classificazione delle N.T.C. riveste

importanza, per quanto concerne la valutazione sismica, in quanto la stessa fa esplicito riferimento a dette classificazioni per quanto riguarda il "livello di valutazione" da adoperare nella assegnazione dei parametri sismici. Tenendo conto di detta procedura l'analisi sismica predisposta a livello geotecnico sarà quindi limitata alla così detta "Fase di secondo livello", verrà quindi semplicemente riportata una valutazione numerica dei parametri a_g ed F_0 sulla base del tempo di ritorno T_c relativa ad ogni singola torre.

5.2. INQUADRAMENTO SISMICO

5.2.1. CENNI GENERALI

Considerando l'ampiezza dell'area su cui sono previsti i nuovi aerogeneratori, risulta utile un inquadramento della sismicità della Sicilia sudoccidentale.

La Sicilia è caratterizzata da una sismicità che si distribuisce lungo fasce sismiche omogenee (*zone sismogenetiche*), con centri sismici sia all'interno alla regione sia esterni (*vedi fig. di seguito*).

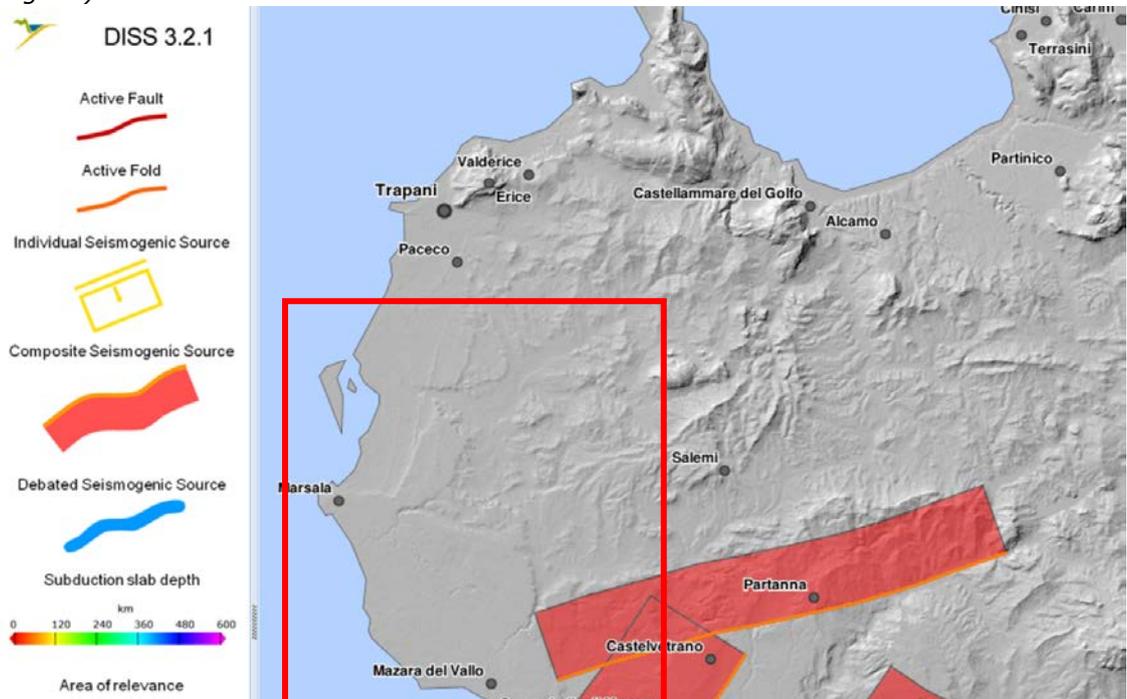
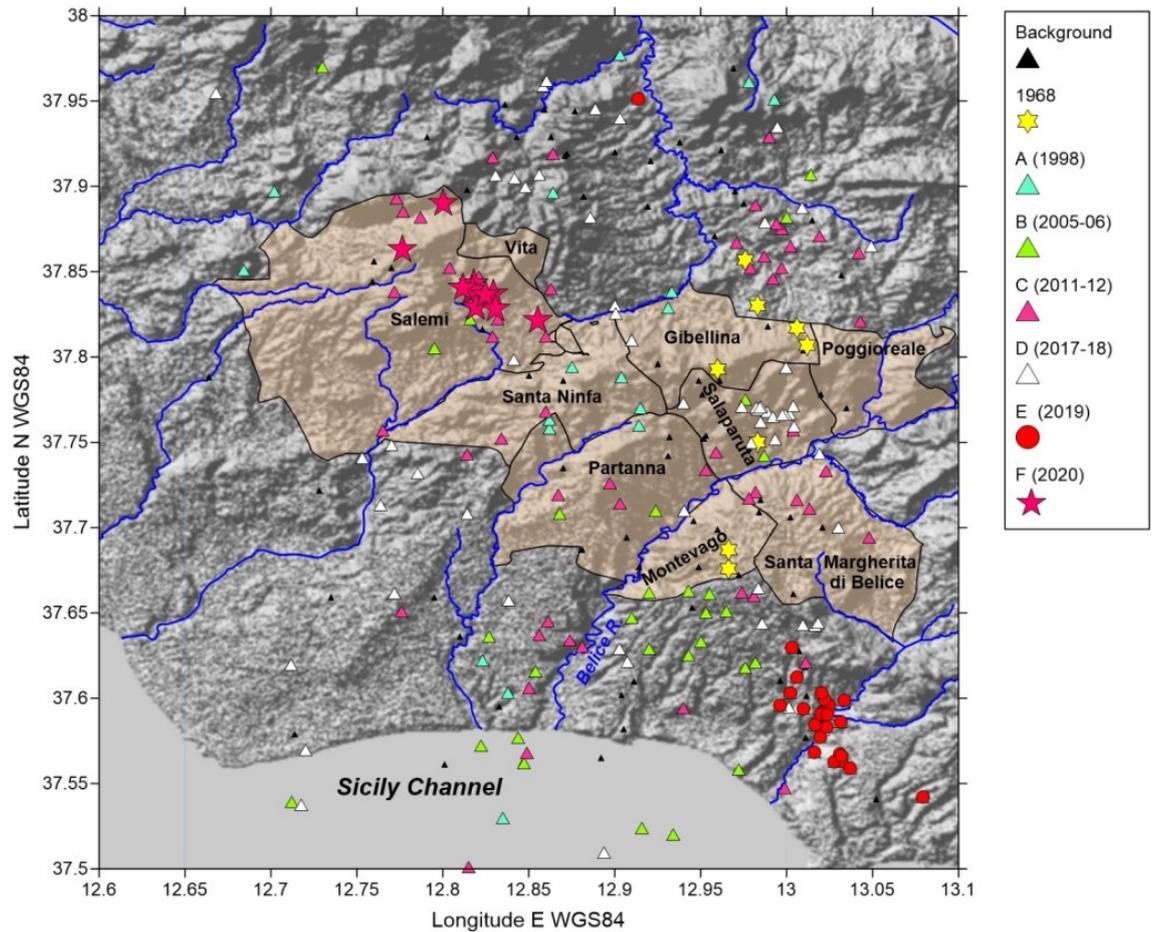


Figura 5-1 – Stralcio della zonazione sismogenetica (da Meletti & Valensise 2004, <http://zone.mi.ingv.it>);

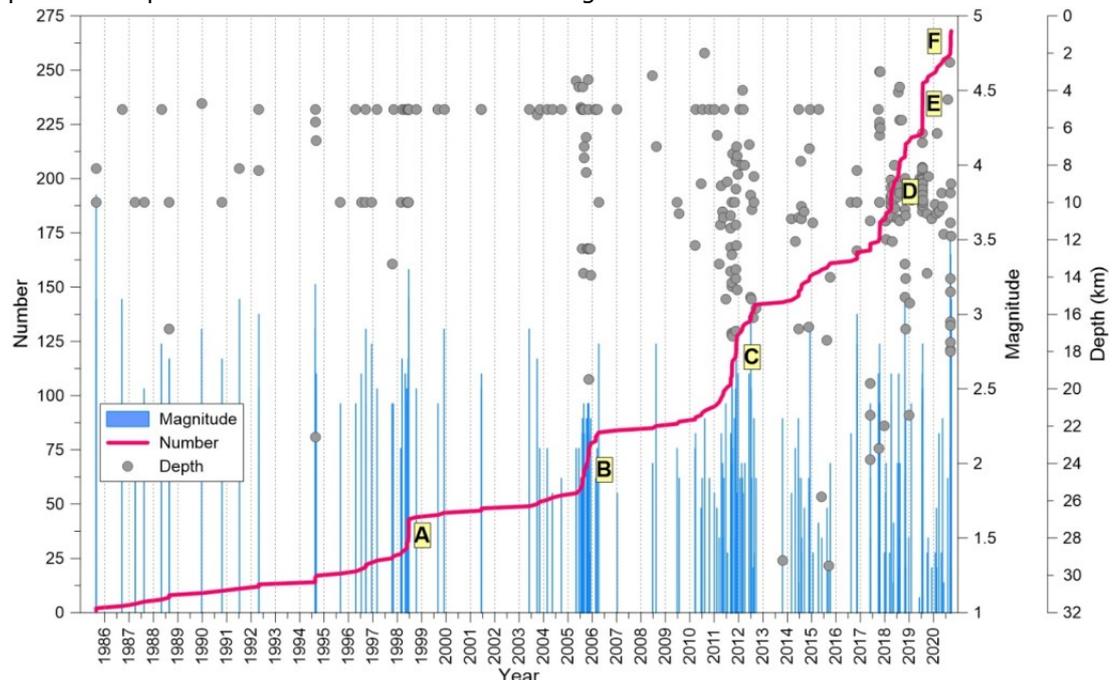
L'area di studio ricade in zona sismica 2, ed è contigua con l'area della Valle del Belice, compresa tra le province di Agrigento, Trapani e Palermo, che anche recentemente ha mostrato una sequenza sismica, iniziata il 9 settembre 2020, che finora ha prodotto circa venti terremoti, in cui l'evento energeticamente più rilevante è stato il primo della sequenza, di magnitudo M_w 3.5 (ML 3.4).

Di seguito sono mostrate tutte le sequenze sismiche che si sono verificate in Sicilia sud-occidentale dal 1985 ad oggi, distinguendo, ove possibile, singole sequenze con simboli diversi.



Mappa con le principali sequenze sismiche verificate in Sicilia sudoccidentale dal 1985 ad oggi (fonte: database ISIDE INGV <http://terremoti.ingv.it/iside>).

Di seguito viene riportato il grafico dell'andamento temporale della sismicità della Sicilia sudoccidentale con i dati di questa sequenza; dal grafico è possibile estrapolare anche la profondità ipocentrale delle scosse e la loro magnitudo.

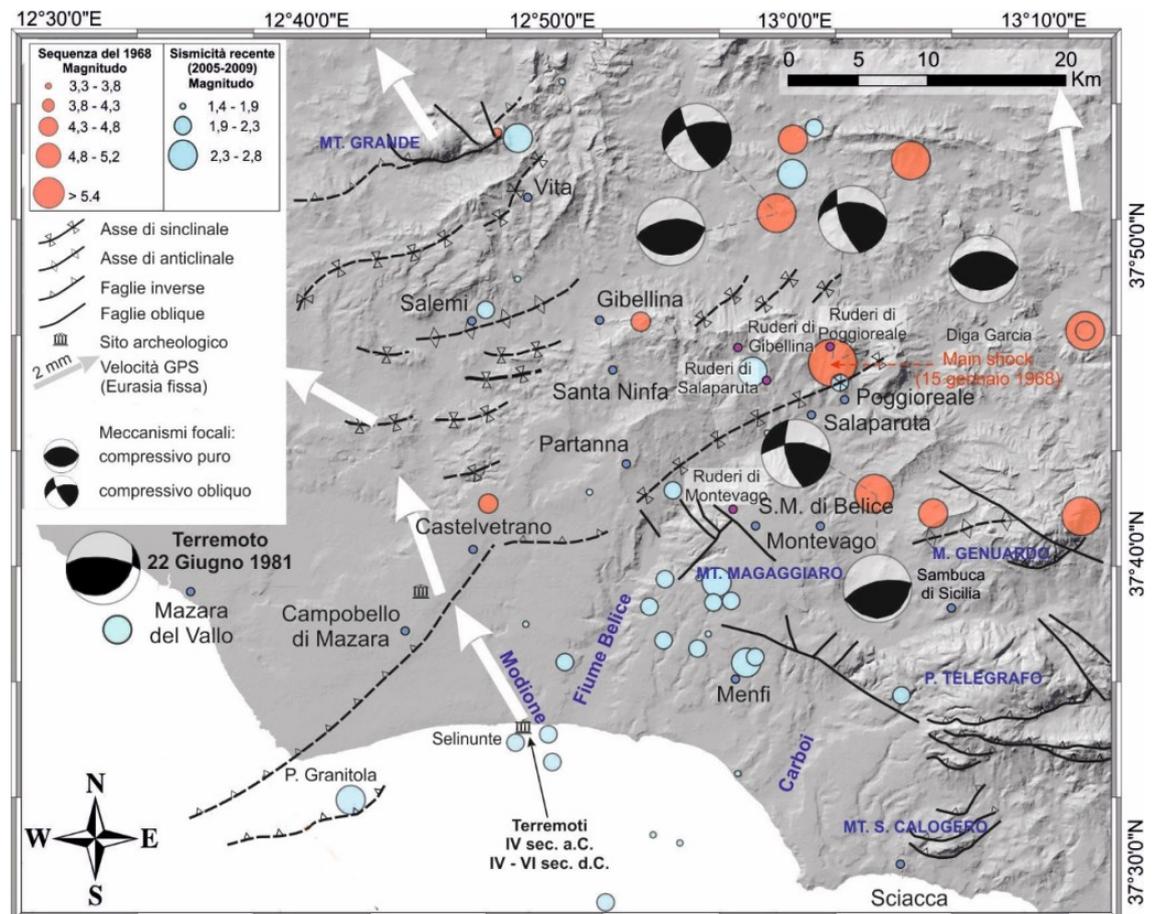


Andamento temporale della sismicità in Sicilia sudoccidentale: in rosso il numero cumulativo degli eventi, le barre azzurre indicano la magnitudo mentre i punti grigi le profondità ipocentrali.

Le lettere individuano le singole sequenze nella mappa delle sequenze sismiche.

Principali evidenze suggerite dall'osservazione della distribuzione epicentrale e temporale:

1. Dal 2017 in poi le sequenze sismiche sembrano allinearsi su un asse circa NW-SE.
2. Dal 2015-2017 si osserva una tendenza allo spostamento a minore profondità degli ipocentri.
3. Dal 2012 in poi si assiste ad un accorciamento dei tempi che separano le diverse sequenze.



Schema sismo-tettonico dell'area del terremoto del 1968.

La distribuzione epicentrale e ipocentrale degli eventi principali e le mappe del danno cumulativo suggeriscono che la sorgente sismogenetica fosse orientata secondo una direzione WSW-ENE e inclinata verso NW secondo un angolo di circa 60°.

L'insieme dei dati è consistente con un sovrascorrimento profondo, vergente verso SSE, ubicato al di sotto della Valle del Belice.

5.2.2. PERICOLOSITÀ SISMICA

L'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20/03/2003 (e successive modifiche ed integrazioni) - "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di Normative tecniche per le costruzioni in zona sismica" disciplinava la classificazione sismica dei comuni d'Italia.

In seguito a tale classificazione, effettuata per ognuno dei comuni d'Italia, è stato emanato un nuovo provvedimento che prevede l'adozione delle stime di pericolosità sismica contenute nel Progetto S1 dell'INGV-DPC.

Detto studio è stato condotto dall'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (INGV) che ha prodotto, per l'intera comunità nazionale, uno strumento scientificamente valido ed avanzato, nonché utilizzabile nell'immediato in provvedimenti normativi.

In particolare, con tale provvedimento è stato superato il concetto di una classificazione sismica legata al singolo territorio comunale e si è posta nuova attenzione sul concetto di

una pericolosità sismica uniforme a livello nazionale, stimata sulla base di quattro zone sismiche fondamentali. Infatti, la vecchia classificazione sismica produceva spesso numerose situazioni in cui un comune classificato sismico era fisicamente confinante con un comune non classificato e, pertanto, si assisteva ad un brusco cambiamento nei parametri sismici in un breve arco di territorio.

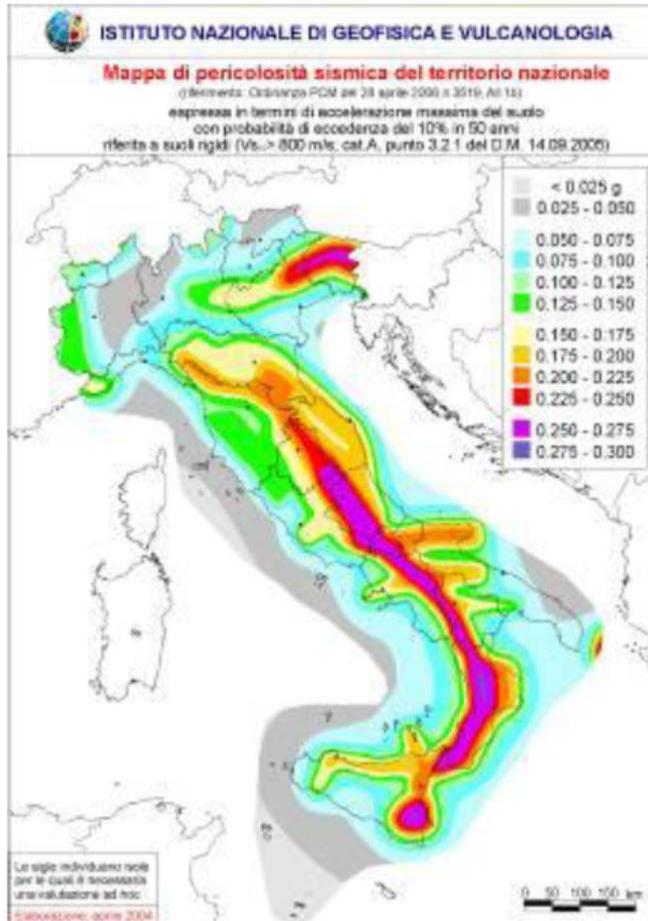


Figura 5-2 – Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale (da Meletti & Montaldo 2007) contenuta nel Progetto S1 dell’INGV-DPC (<http://esse1.mi.ingv.it/d2.html>).

Attualmente, la pericolosità sismica è stimata con una precisione maggiore e, di fatto, le variazioni tra le caratteristiche sismiche di aree adiacenti sono sempre continue e graduali. Successivamente verrà quindi mantenuta la classificazione del territorio nazionale in quattro differenti classi sismiche, ma a scopo esclusivamente amministrativo.

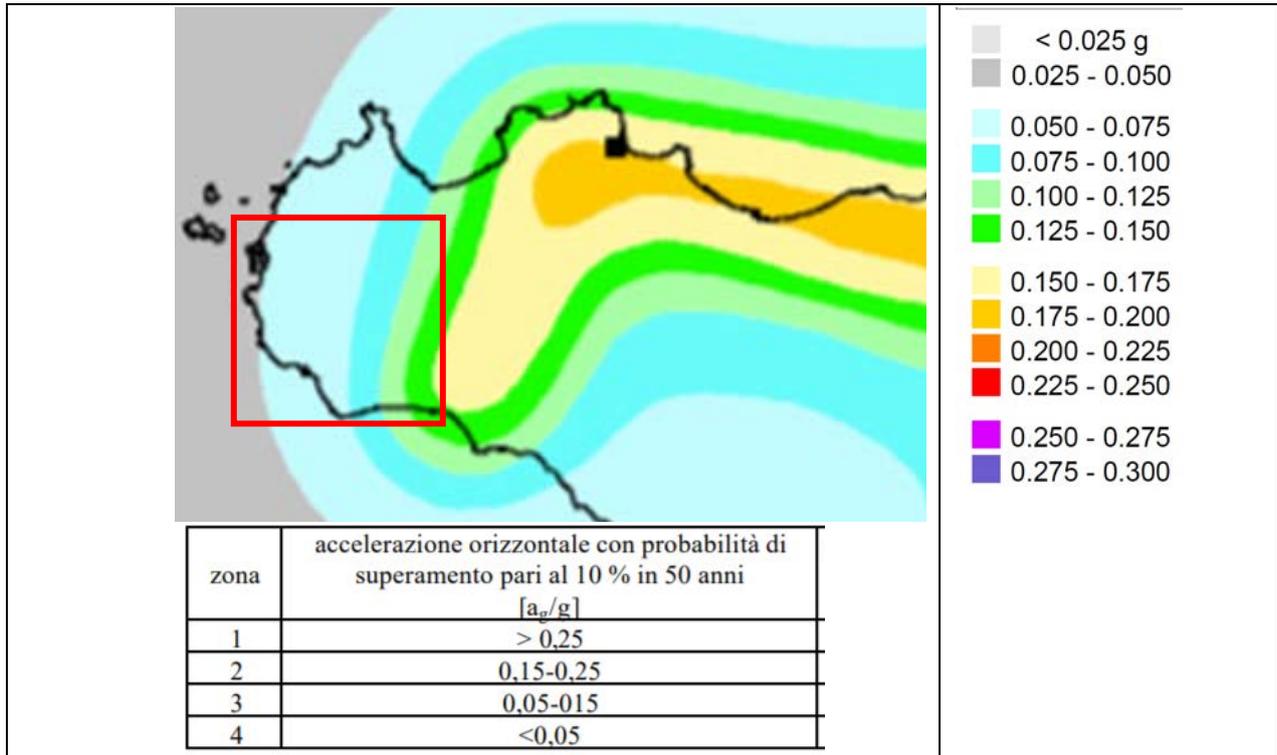
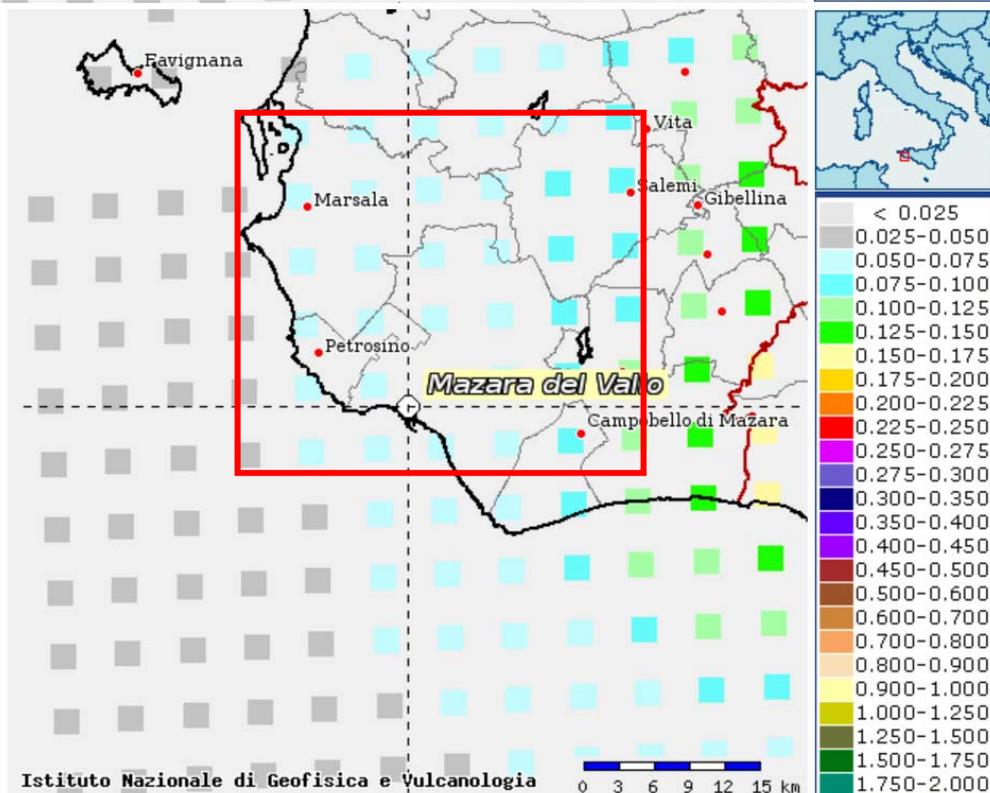
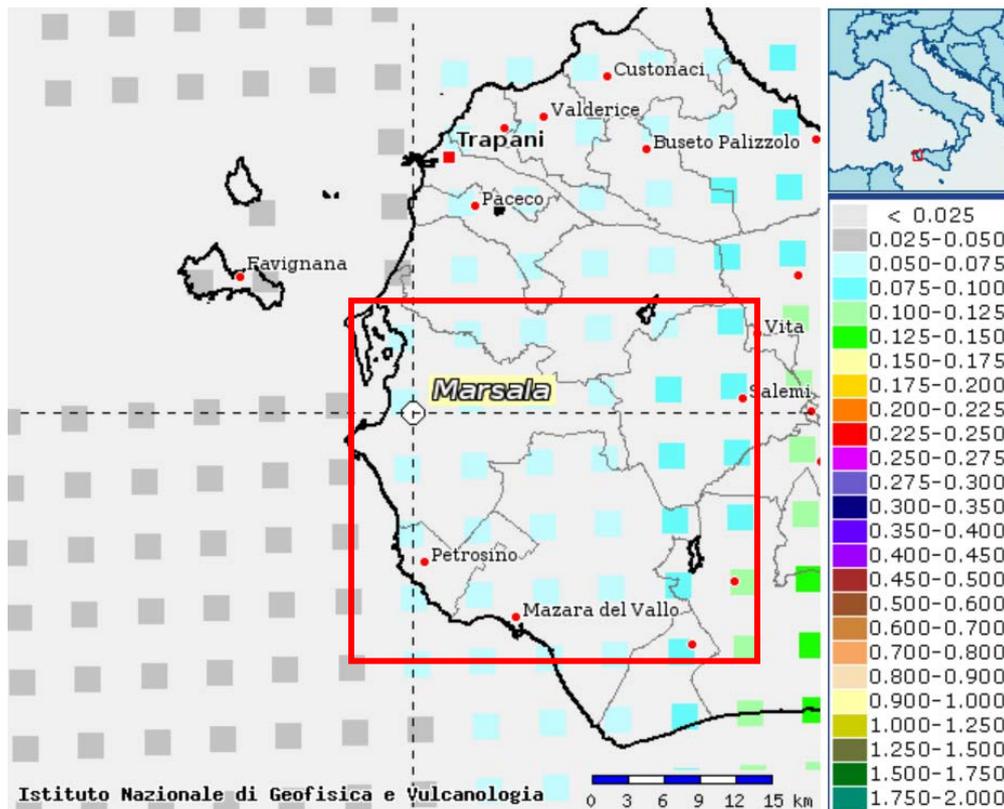


Figura 5-3 – Mappa di pericolosità sismica dell’area di studio(rettangolo rosso) riferimento Ordinanza PCM del 28 aprile 2006 n.3519, All.1b, espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferita a suoli rigidi (Vs > 800 m/s; cat.A, punto 3.2.1 del 30 D.M. 14.09.2005)

La **zona sismica** per il territorio di Marsala e Mazara del Vallo, indicata nell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003, aggiornata con la Delibera della Giunta Regionale del Lazio n. 387 del 22 maggio 2009, successivamente modificata con la D.G.R. n. 571 del 2 agosto 2019, risulta essere:

Zona sismica 2	Zona con pericolosità sismica media dove possono verificarsi forti terremoti.
-----------------------	---

I criteri per l'aggiornamento della mappa di **pericolosità sismica** sono stati definiti nell'Ordinanza del PCM n. 3519/2006, che ha suddiviso l'intero territorio nazionale in quattro zone sismiche sulla base del valore dell'**accelerazione orizzontale massima (ag)** su suolo rigido o pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in 50 anni.



Mappa interattiva di pericolosità sismica per le zone di interesse; i colori della legenda indicano le diverse accelerazioni del suolo (<http://esse1-qis.mi.ingv.it>).

5.2.3. SISMICITÀ STORICA

La storia sismica dell'area è stata ricavata dal Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (versione CPTI11) (disponibile sul sito dell'INGV all'indirizzo:

<http://emidius.mi.ingv.it/CPTI11/>) che rappresenta il più completo e aggiornato database dei parametri macrosismici e strumentali dell'intero territorio nazionale. Nelle figure seguenti

sono riportate sia la tabella riassuntiva della storia sismica che il grafico intensità macrosismica/tempo per il comune oggetto di studio.

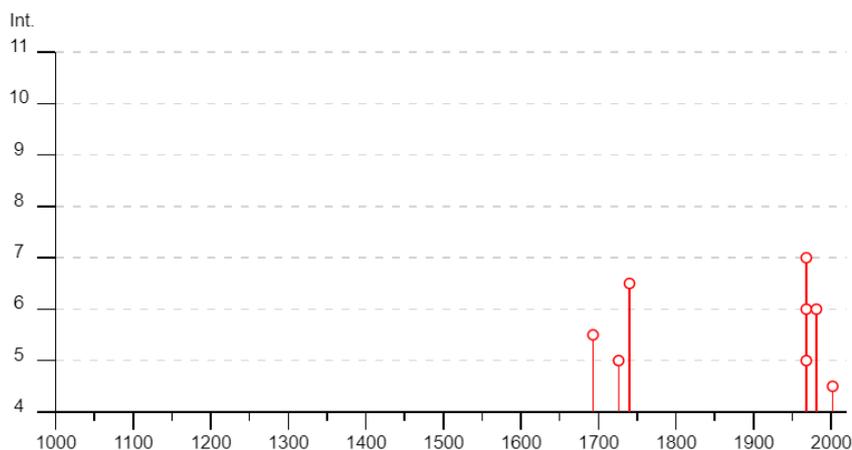
Sia Marsala che Mazara del Vallo registrano gli stessi eventi principali come visibile dalle tabelle proposte di seguito

Mazara del Vallo



PlaceID IT_66236
 Coordinates (lat, lon) 37.656, 12.596
 Municipality (ISTAT 2015) Mazara del Vallo
 Province Trapani
 Region Sicilia
 No. of reported earthquakes 14

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale	8	7-8	5.48
6-7	1740	06	13				Stretto di Sicilia	3	6-7	4.86
3	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
3	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5	4.48
3	1940	01	15	13	19	2	Tirreno meridionale	60	7-8	5.29
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6	4.66
F	1980	05	28	19	51	2	Tirreno meridionale	44	5-6	5.66
6	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93
3-4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5	4.78
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92

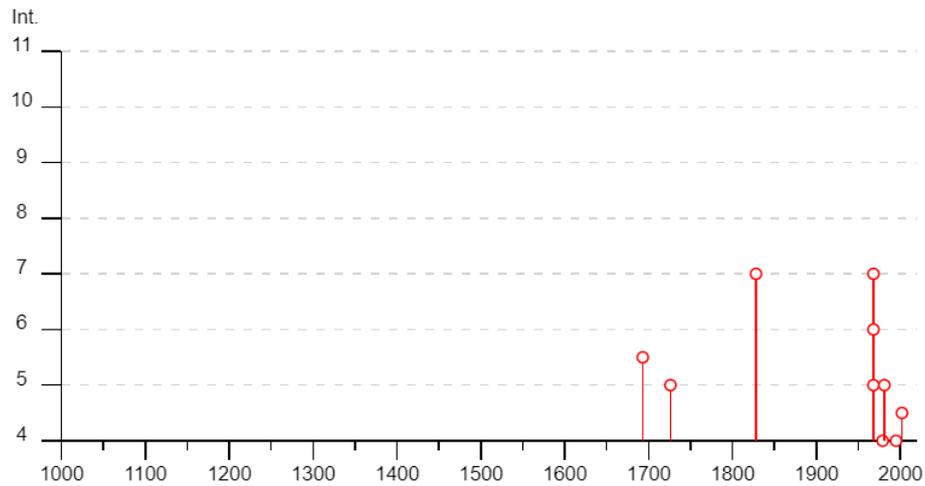


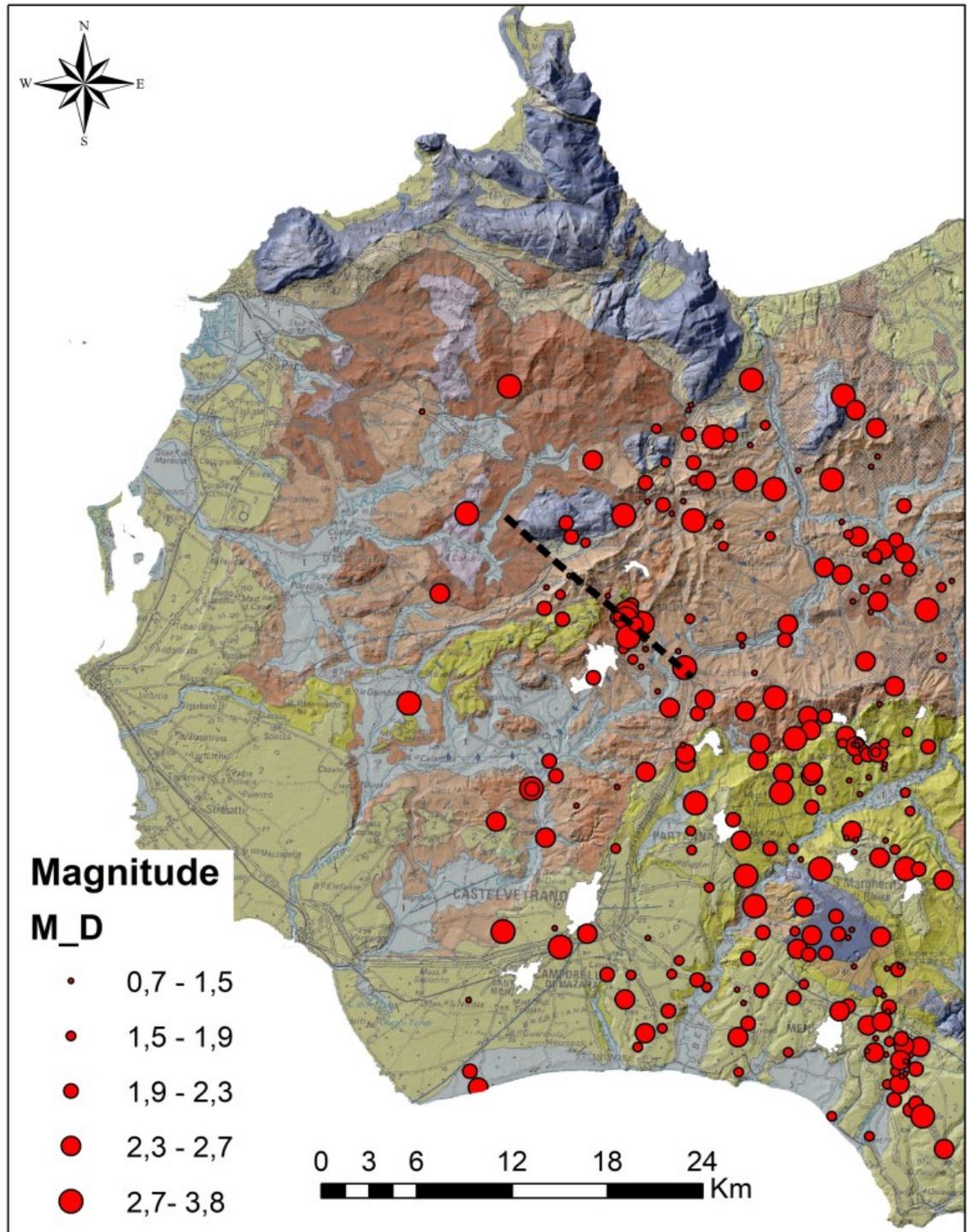
Marsala



PlaceID IT_65983
 Coordinates (lat, lon) 37.797, 12.447
 Municipality (ISTAT 2015) Marsala
 Province Trapani
 Region Sicilia
 No. of reported earthquakes 14

Effects	Reported earthquakes									
Int.	Year	Mo	Da	Ho	Mi	Se	Epicentral area	NMDP	Io	Mw
5-6	1693	01	11	13	30		Sicilia sud-orientale	179	11	7.32
5	1726	09	01	21	55		Tirreno meridionale	8	7-8	5.48
7	1828	05	18				Sicilia occidentale	1	7	5.10
F	1897	05	15	13	42	3	Tirreno meridionale	85	5	4.52
3	1908	12	28	04	20	2	Stretto di Messina	772	11	7.10
NF	1910	01	25	08	27		Tirreno meridionale	34	5	4.48
7	1968	01	15	02	01	0	Valle del Belice	162	10	6.41
6	1968	01	25	09	56	4	Valle del Belice	32	8	5.37
5	1968	02	12	16	26	0	Valle del Belice	14	6	4.66
4	1979	01	20	13	49	5	Tirreno meridionale	9		4.87
5	1981	06	07	13	00	5	Mazara del Vallo	50	6	4.93
4	1995	05	29	06	52	2	Isole Egadi	45	5	4.78
NF	1999	12	30	18	34	3	Tirreno meridionale	29		4.83
4-5	2002	09	06	01	21	2	Tirreno meridionale	132	6	5.92





Sismicità dell'area attorno alla valle del Belice dal 1985 ad oggi (fonte: database ISIDE INGV, <http://terremoti.ingv.it/iside>). Tratteggiata in nero la possibile sorgente della sequenza del settembre 2020.

5.3. I PARAMETRI SISMICI LOCALI

Data la preliminarità della presente e l'indisponibilità di dati sito specifici misurati in sito la determinazione delle azioni sismiche in fase di progettazione verrà eseguita su base zonale territorialmente definita sito sulla base dei valori riportati nell'Allegato B al D.M. 2008 "Tabelle dei parametri che definiscono l'azione sismica", a questo proposito la suddivisione del territorio in zone operata dall'OPCM 3274/03 (più volte ri aggiornato) individua unicamente l'ambito di applicazione dei vari livelli di approfondimento dei parametri sismici che sono al massimo 4.

Il primo grado d'indagine si riferisce semplicemente all'individuazione della classe di

appartenenza dell'area su base normativa. In base alla suddivisione vigente in Sicilia i territori comunali di Marsala e Mazara del Vallo rientrano in un'area classificata di Classe II. Sono quindi considerati a media sismicità, quello di Salemi è invece di classe, quindi sismico.

Questo da un punto di vista generale, ma andrebbe considerato anche il dettaglio locale, che è funzione della geometria del rilievo e della litologia che costituisce il substrato. Questa fase della verifica non può essere effettuata in questa sede mancando gli utili dati di dettaglio. La stessa fase va rimandata ad un secondo documento che verrà emesso quando saranno disponibili dati di sito. La valutazione presente rimane comunque utile per una fase preliminare e sarà frutto di un'analisi essenzialmente bibliografica derivante da dati pubblicati in rete o da dati forniti dalla Committente provenienti da lavori precedenti.

Per quanto concerne la classificazione dati i tipi litologici, lo spessore presunto delle coperture e prove M.A.SW. eseguite nell'area vasta che possono essere ritenute valide i terreni di fondazione possono essere ritenuti di classe C o D a seconda dei casi, come riportato nelle schede e come definiti nella Tabella riportata in Fig. LL. Così come definito nell'elenco seguente.

Suolo	Descrizione geotecnica	Vs30(m/s)
A	Formazioni litoidi o suoli omogenei molto rigidi caratterizzati da valori di Vs30 > 800m/s, comprendenti eventuali strati di alterazione superficiale di spessore massimo pari a 5m	>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 e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s	360 ÷ 800
C	Depositi di sabbie o ghiaie mediamente addensate o argille di media consistenza, con spessori variabili da diverse decine fino a centinaia di metri, caratterizzati da valori di Vs30 compresi tra 180 m/s e 360 m/s	180 ÷ 360
D	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30 < 180 m/s	<180
E	Depositi di granulari da sciolti a poco addensati o coesivi da poco a mediamente consistenti, caratterizzati da valori di Vs30	< 180m/s

5.4. DETERMINAZIONE DEI PARAMETRI SISMICI

Date le considerazioni sopra effettuate a questo punto si può procedere con la valutazione dei parametri da applicare. Il calcolo va effettuato su base normativa e sarà finalizzato a fornire informazioni il più complete possibile sui parametri sismici da applicare in sede di progetto. La categoria sismica di appartenenza dei terreni di fondazione è già stata definita al Capitolo precedente "B" o "C" a seconda dei casi considerati, vedi schede allegate.

Per quanto riguarda invece il valore dei parametri sono frutto dello studio statistico di tipo macro e micro sismico effettuato dall'I.N.G.V. (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia) nel corso della realizzazione del progetto DPC-S 2, elaborati con software dedicato. Al fine di applicare i parametri corretti occorre fare riferimento alla Normativa Tecnica delle Costruzioni del 2018.

La sicurezza e le prestazioni di un'opera, o di una parte di essa devono essere valutate in relazione agli stati limite che si possono verificare durante la vita nominale del progetto, che è dirimente e stabilita su base normativa in base alla tipologia di struttura.

Si possono quindi definire due tipologie di Stati Limite:

- stati limite ultimi (S.L.U.): "capacità di evitare crolli, perdite di equilibrio e dissesti gravi, totali o parziali, che possano compromettere l'incolumità delle persone oppure comportare la perdita di beni, oppure provocare gravi danni ambientali e sociali, oppure mettere fuori servizio l'opera".

Tra essi si definiscono quelli dinamici:

- Stato Limite di salvaguardia della Vita (S.L.V.);
- Stato Limite di prevenzione del Collasso (S.L.C.).

Oppure stati limite di esercizio (S.L.E.): "capacità di garantire le prestazioni previste per le condizioni di esercizio". Anche in questo caso ve ne sono di tipo dinamico:

- Stato Limite di Operatività (S.L.O.);
- Stato Limite di Danno (S.L.D.).

Per quanto concerne le verifiche di stato che vanno applicate a ciascuna parte degli, dello o a parte delle strutture le verifiche da effettuare sono composte di due parti, verifiche strutturali e verifiche di carattere geotecnico legate all'interazioni esistenti tra i terreni e le strutture attraverso le fondazioni.

Solo di questa seconda parte si occupa il presente paragrafo.

Per farlo occorre procedere per gradi fino alla definizione dei parametri sismici veri e propri

da applicare nel corso delle successive verifiche di carattere strutturale. Sotto l'effetto dell'azione sismica le opere e i sistemi geotecnici devono rispettare lo Stato Limite di Salvaguardia della Vita dell'edificio come sopra definito e altrettanti requisiti di sicurezza.

Infatti le verifiche agli stati limite ultimi di opere e sistemi geotecnici si riferiscono al solo stato limite di salvaguardia della vita (S.L.V.) mentre quelle agli stati limite di esercizio si riferiscono al solo stato limite di danno (S.L.D.). I parametri relativi ad entrambi gli stati possono essere semplicemente calcolati con i Software disponibili in rete e sono specifici per la costruzione in oggetto e sono tabulati nelle schede allegate per ciascuna Torre.

Data la dipendenza normativa dal tempo e dalla tipologia di edificio delle sollecitazioni a cui la struttura può essere sottoposta è necessario tenere conto di altri parametri definiti in ultima analisi dalle N.T.C. al § 2.4. I e che sono i parametri utili alla determinazione del tipo di edificio e, sulla base del tipo di edificio, sono i parametri necessari alla valutazione del Tempo T0, ossia il tempo di ritorno caratteristico da considerare in sede di progetto che nel presente caso è di 50 anni. Nel dettaglio i parametri da considerare sono stati definiti come qui di seguito:

Vita Nominale di progetto (VN):

1) è convenzionalmente definita come il numero di anni nel quale è previsto che l'opera, purché soggetta alla necessaria manutenzione, mantenga specifici livelli prestazionali; i valori minimi di VN da adottare per i diversi tipi di costruzione sono riportati in tabella LLL.

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V _N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Tabella 4: Valore nominale delle costruzioni

occorre poi valutare la classe d'uso del suolo che è conseguenza della classe a cui appartiene l'edificio, in questo caso la classe dell'edificio è IV e il corrispondente valore di CU è 2,0 in base alla D.D.G. n. 344 /2020.

CLASSE D'USO	I	II	III	IV
COEFFICIENTE C _U	0,7	1,0	1,5	2,0

Tabella 5: Valori del Coefficiente d'uso del suolo

2) le classi d'uso sono definite come nella tabella 5;

3) Le azioni sismiche sulle costruzioni vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento VR che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale di progetto VN per il coefficiente d'uso CU.

CU è anche in questo caso tabulato, pertanto:

$$VR = VN * CU$$

VR è a tutti gli effetti un periodo di riferimento, caratteristico per ciascun tipo di edificio e per un dato tipo di stato limite. Nel presente caso VR = 50 [anni]

Le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione, che è descritta dalla probabilità che, in un dato lasso di tempo (appunto il periodo di riferimento VR espresso in anni), in un dato sito si verifichi un evento sismico di entità almeno pari ad un valore prefissato.

In relazione ai differenti tipi di edificio si definiscono, sulla base del periodo VR una serie di parametri numerici che descrivono lo scuotimento del suolo, in particolare:

- accelerazione orizzontale massima attesa "ag" in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido (categoria A), con superficie topografica orizzontale (categoria T1, in questo caso);
- valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro "F0" di accelerazione orizzontale (-);
- periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione

orizzontale Tc (sec).

Nel caso in esame la classe dell'edificio e la II e il periodo di riferimento VN è 50 anni, di conseguenza la vita utile (VR) che abbiamo visto si debba considerare è 50 anni. Su tale periodo vanno eseguiti i calcoli per valutare i tre parametri qui sopra elencati che costituiscono la base le verifiche da eseguire in campo strutturale. Per i valori numerici di a_g , F0 e Tc si faccia quindi riferimento agli abachi e tabelle in allegato.

Sulla base dei parametri in allegato si dovrà quindi provvedere alla determinazione dell'accelerogramma di progetto" ossia alla determinazione della funzione che descrive la forma e l'intensità dell'energia sismica a cui il generico edificio in progetto deve opporsi durante un sisma naturale. La relazione che ne scaturisce ha la tipica forma di un'equazione d'onda che è quella che viene applicata nel calcolo della sollecitazione orizzontale a cui la struttura in progetto è soggetta.

Si ricorda che, ai sensi della vigente normativa, il rispetto dei vari stati limite viene considerato conseguito nei confronti di tutti gli stati limite ultimi S.L.U. quando siano soddisfatte le verifiche al solo S.L.V., mentre nei confronti di tutti gli stati limite di esercizio S.L.E. quando siano rispettate le verifiche relative al solo S.L.D..

5.4.1. PERICOLOSITÀ SISMICA AREA NORD

E' stata condotta una verifica, utilizzando una posizione baricentrica rispetto alla disposizione prevista degli aereogeneratori, e la vicinanza ad un carotaggio eseguito durante la campagna d'indagine (S3)

L'area scelta è l'intorno della località di Baglio Chitarra

Data: 07/11/2020

Vita nominale (Vn): 50 [anni]
Classe d'uso: IV
Coefficiente d'uso (Cu): 2
Periodo di riferimento (Vr): 100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]
Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

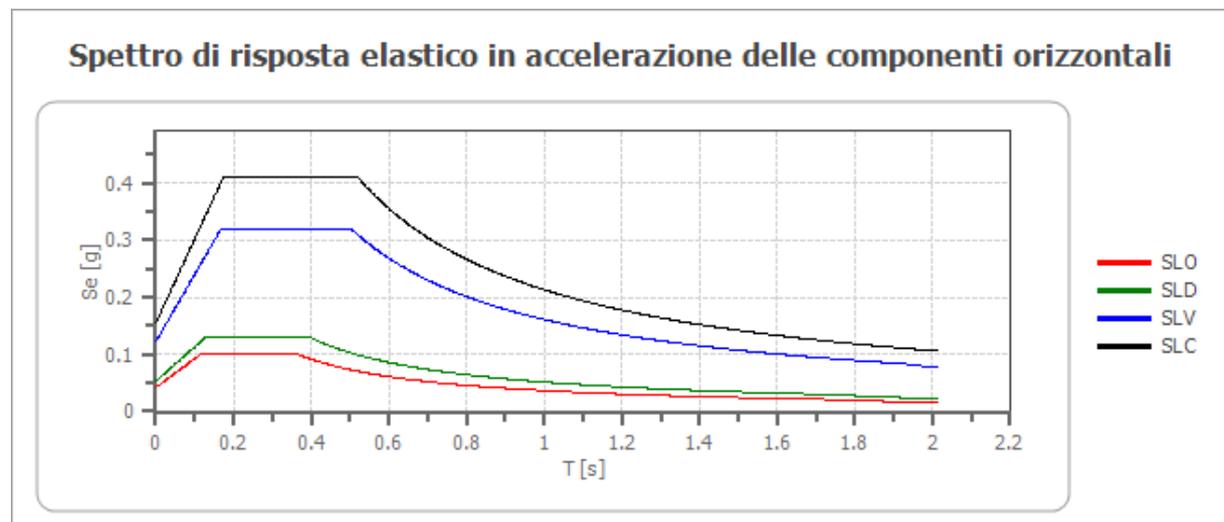
5.4.1.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000
Categoria sottosuolo: C
Categoria topografica:
T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.011	0.024	0.037
kv	0.004	0.005	0.012	0.019
amax [m/s ²]	0.411	0.519	1.199	1.517
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali

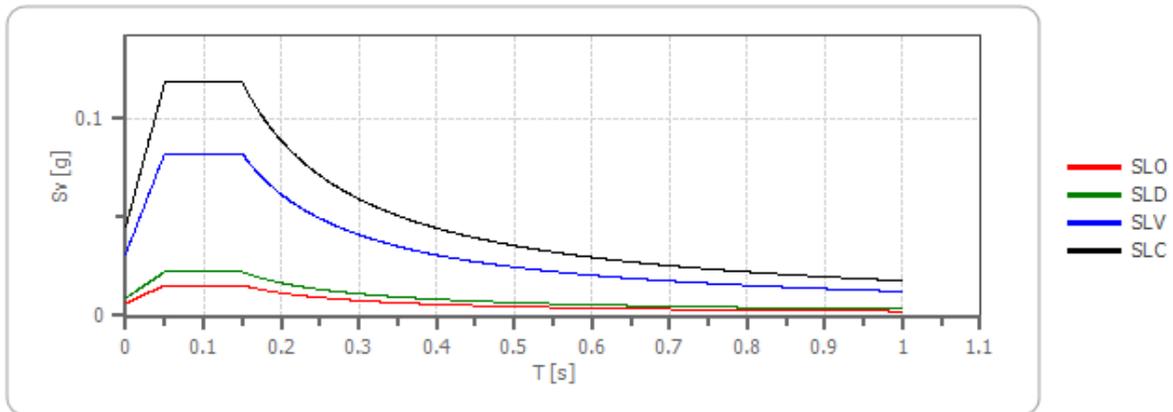


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.028	2.443	0.200	1.500	1.790	1.000	1.500	1.000	0.119	0.358	1.712	0.042	0.102
SLD	2.0	0.035	2.481	0.231	1.500	1.700	1.000	1.500	1.000	0.131	0.392	1.741	0.053	0.131
SLV	2.0	0.082	2.612	0.334	1.500	1.510	1.000	1.500	1.000	0.168	0.504	1.926	0.122	0.319
SLC	2.0	0.103	2.648	0.352	1.500	1.480	1.000	1.500	1.000	0.173	0.520	2.012	0.155	0.409

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



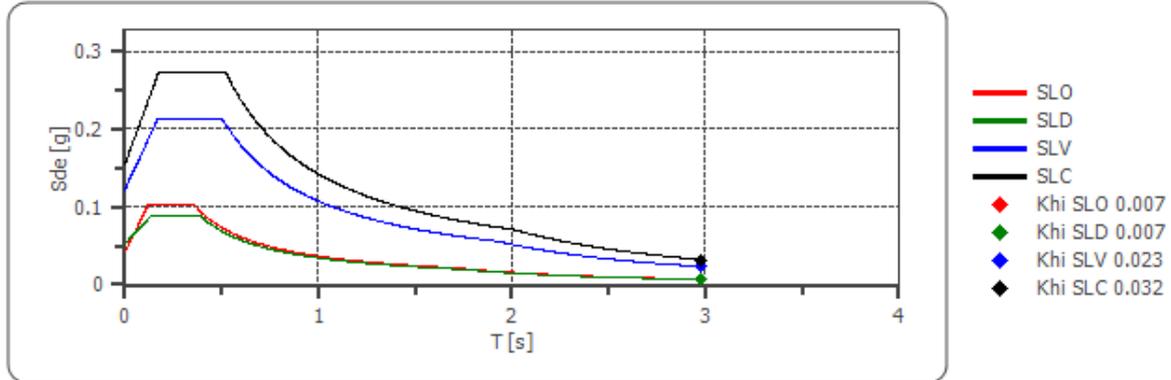
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.028	2.443	0.200	1	1.790	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.006	0.015
SLD	2.0	0.035	2.481	0.231	1	1.700	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.009	0.022
SLV	2.0	0.082	2.612	0.334	1	1.510	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.031	0.082
SLC	2.0	0.103	2.648	0.352	1	1.480	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.045	0.118

Spettro di progetto

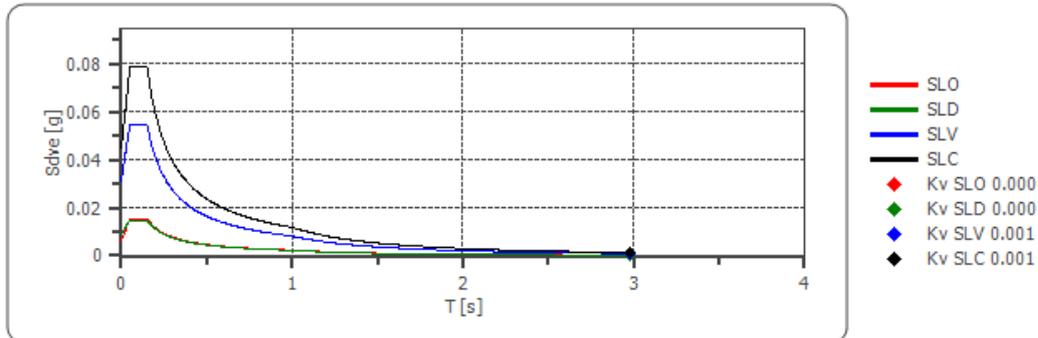
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
Periodo fondamentale T: 2.98 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
k _{hi} = S _{de} (T) Orizzontale [g]	0.007	0.007	0.023	0.032
k _v = S _{dve} (T) Verticale [g]	0.000	0.000	0.001	0.001

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.028	2.443	0.200	1.500	1.790	1.000	1.500	1.000	0.119	0.358	1.712	0.042	0.102
SLO verticale	2.0	0.028	2.443	0.200	1.500	1.790	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.006	0.015
SLD orizzontale	2.0	0.035	2.481	0.231	1.500	1.700	1.000	1.500	1.500	0.131	0.392	1.741	0.053	0.088
SLD verticale	2.0	0.035	2.481	0.231	1.500	1.700	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.009	0.015
SLV orizzontale	2.0	0.082	2.612	0.334	1.500	1.510	1.000	1.500	1.500	0.168	0.504	1.926	0.122	0.213
SLV verticale	2.0	0.082	2.612	0.334	1.500	1.510	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.031	0.055
SLC orizzontale	2.0	0.103	2.648	0.352	1.500	1.480	1.000	1.500	1.500	0.173	0.520	2.012	0.155	0.273
SLC verticale	2.0	0.103	2.648	0.352	1.500	1.480	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.045	0.079

5.4.2. PERICOLOSITÀ SISMICA AREA SUD

E' stata condotta una verifica, utilizzando una posizione baricentrica rispetto alla disposizione prevista degli aereogeneratori, e la vicinanza ai carotaggi eseguiti durante la campagna d'indagini (S1-S2)

L'area scelta è l'intorno della località di Casale

Data: 07/11/2020

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: IV

Coefficiente d'uso (Cu): 2

Periodo di riferimento (Vr): 100 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 60 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 101 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 949 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 1950 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

5.4.2.1. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %

Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1.000

Categoria sottosuolo: C

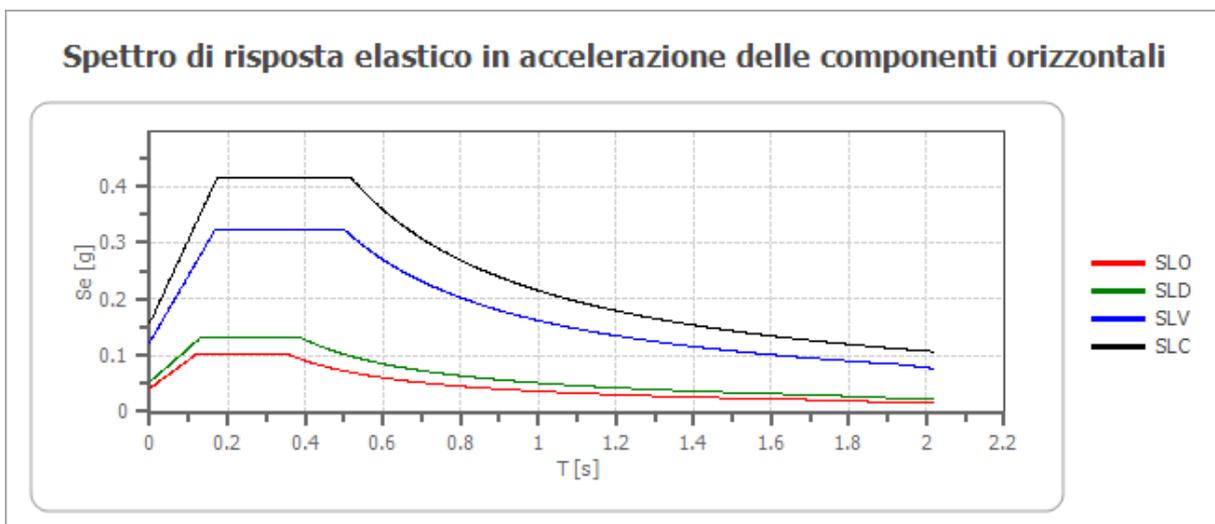
Categoria topografica:

T1: Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media minore o uguale a 15°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.008	0.011	0.025	0.038
kv	0.004	0.005	0.012	0.019
amax [m/s ²]	0.408	0.518	1.210	1.542
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.028	2.441	0.199	1.500	1.790	1.000	1.500	1.000	0.119	0.357	1.711	0.042	0.101
SLD	2.0	0.035	2.477	0.228	1.500	1.710	1.000	1.500	1.000	0.130	0.390	1.741	0.053	0.131
SLV	2.0	0.082	2.610	0.333	1.500	1.510	1.000	1.500	1.000	0.168	0.503	1.929	0.123	0.322
SLC	2.0	0.105	2.637	0.351	1.500	1.480	1.000	1.500	1.000	0.173	0.519	2.019	0.157	0.414

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali

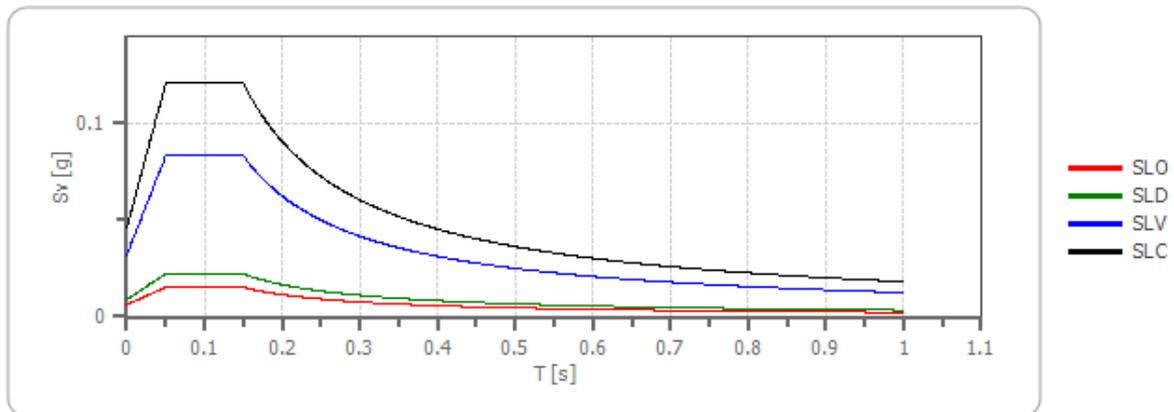
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ :

5 %

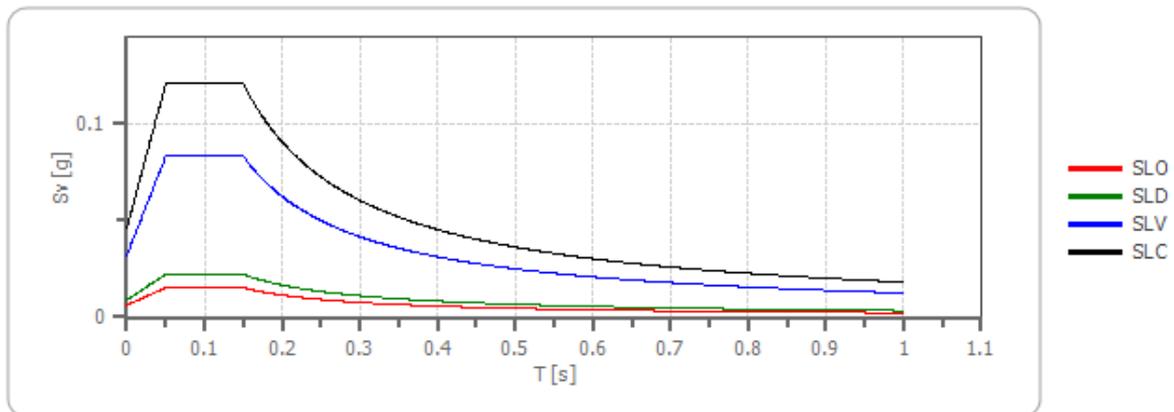
Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta = [10 / (5 + \xi)]^{(1/2)}$:

1.000

Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti verticali



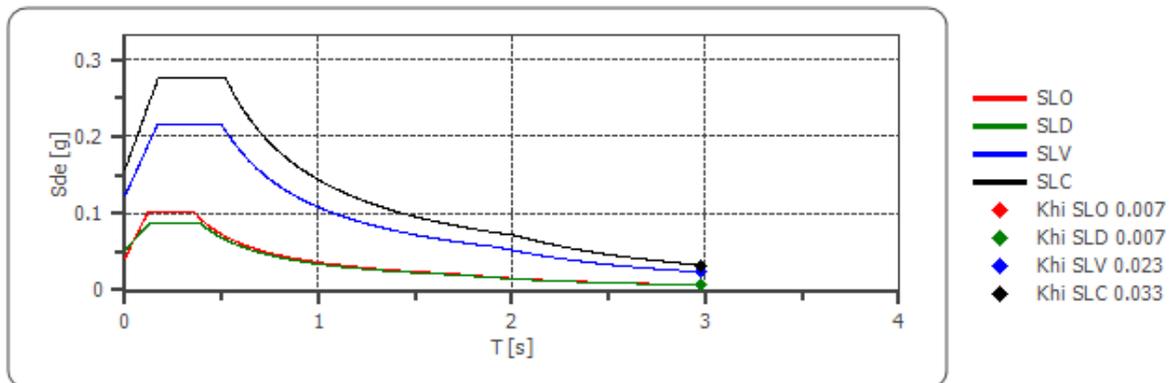
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	2.0	0.028	2.441	0.199	1	1.790	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.006	0.015
SLD	2.0	0.035	2.477	0.228	1	1.710	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.009	0.022
SLV	2.0	0.082	2.610	0.333	1	1.510	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.032	0.083
SLC	2.0	0.105	2.637	0.351	1	1.480	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.046	0.121

Spettro di progetto

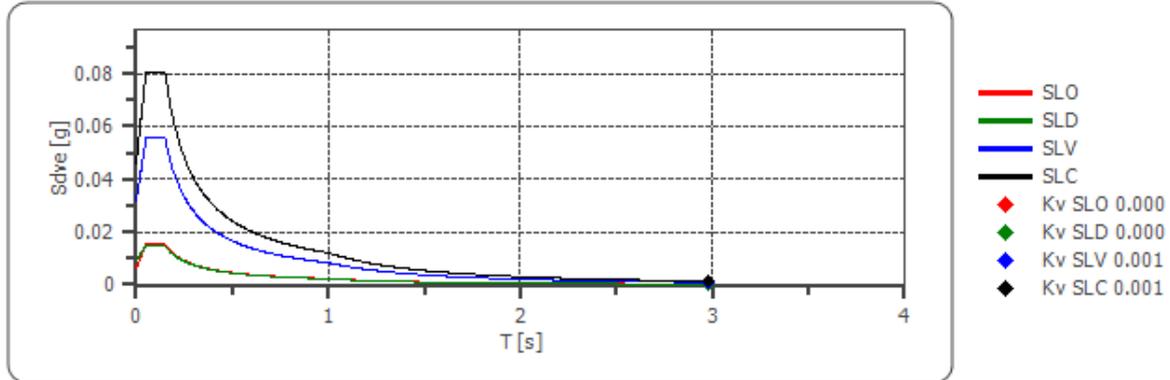
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1.50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1.50
 Periodo fondamentale T: 2.98 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0.007	0.007	0.023	0.033
kv = Sdve(T) Verticale [g]	0.000	0.000	0.001	0.001

Spettro di progetto delle componenti orizzontali



Spettro di progetto delle componenti verticali



	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	q [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Sd(0) [g]	Sd(TB) [g]
SLO orizzontale	2.0	0.028	2.441	0.199	1.500	1.790	1.000	1.500	1.000	0.119	0.357	1.711	0.042	0.101
SLO verticale	2.0	0.028	2.441	0.199	1.500	1.790	1.000	1.000	1.000	0.050	0.150	1.000	0.006	0.015
SLD orizzontale	2.0	0.035	2.477	0.228	1.500	1.710	1.000	1.500	1.500	0.130	0.390	1.741	0.053	0.087
SLD verticale	2.0	0.035	2.477	0.228	1.500	1.710	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.009	0.015
SLV orizzontale	2.0	0.082	2.610	0.333	1.500	1.510	1.000	1.500	1.500	0.168	0.503	1.929	0.123	0.215
SLV verticale	2.0	0.082	2.610	0.333	1.500	1.510	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.032	0.055
SLC orizzontale	2.0	0.105	2.637	0.351	1.500	1.480	1.000	1.500	1.500	0.173	0.519	2.019	0.157	0.276
SLC verticale	2.0	0.105	2.637	0.351	1.500	1.480	1.000	1.000	1.500	0.050	0.150	1.000	0.046	0.081

6. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

L'impianto in progetto si sviluppa su un'area caratterizzata dal punto di vista morfologico da una serie di basse colline con asse prevalente Nord/Est – Sud/Ovest i cui versanti hanno perlopiù leggera inclinazione, il rilievo è dolce e regolare.

Le valli e vallecole presenti sono ampie e poco incise.

Non ci sono evidenze di dissesti gravitativi in atto e sia la cartografia consultata sia le immagini da satellite di dettaglio acquisite ne escludono la presenza.

Da un punto di vista litologico l'area è caratterizzata da un substrato roccioso di varia competenza essenzialmente di natura calcareo arenitica, le argilliti e le marne sono sub ordinate.

Nel corso dell'illustrazione sopra riportata se ne sono discussi i dettagli litologici e nel limite della disponibilità dei dati sono state identificate per le singole torri le stratigrafie di riferimento.

Al netto dei casi in cui si assiste alla presenza di terreni di copertura colluviali, attuali o recenti, il substrato roccioso è ricoperto in genere da uno strato eluviale di alterazione figlio della lenta disgregazione del substrato stesso, detta copertura è solo raramente grano sostenuta ed è costituita essenzialmente da sabbie e sabbie argillose con limo che in qualche caso diventa prevalente.

Per questo motivo si ritiene che la tipologia del terreno dal punto di vista sismico sia la categoria "C". Qui di seguito in forma tabellare si presentano tutti i valori geotecnici relativi alle 10 litologie individuate nel presente lavoro.

Simbolo	" γ "	" ϕ "	"c"	Dr	M	" μ "	k_{wv}	V_s
Parametro	Peso di Volume	Angolo di Attrito	Coesione	Densità Relativa	Modulo confinato	Coeff. di Poisson	Coeff. di Winkler (verticale)	Velocità onde di taglio
[u.m]	[Ton/m ³]	[°]	[Kg/cm ²]	[%]	[MPa]	[-]	[Kg/cm ³]	[m/sec]
Cop. Eluviale	1,87	33	2,25	86	10	0,3	18,0	165
Regolite	2,18	36	4,0	90	24	0,4	25,0	220
Dep. Terrazzati marini	2,18	40	0	90	38		14,0	2.200
Simbolo	" γ "	" ϕ "	"c"	Dr	M	" μ "	k_{wv}	V_s
Parametro	Peso di Volume	Angolo di Attrito	Coesione	Densità Relativa	Modulo confinato	Coeff. di Poisson	Coeff. di Winkler (verticale)	Velocità onde di taglio
Alluvioni attuali	1,90	38	0,75	65	20	0,3	8,0	140
Flysh della Valle del Belice	2,20	32	1,25	95	37			1.250
Alluvioni Recenti	1,95	33	1,0	85	22	0,4	14,0	200
Calcari a Turbi	2,50	45	0	100	40			3000
Grande Terrazzo Superiore	2,09	34	0	85	20		12,0	380
Argilliti a foraminiferi	2,25	45	4,5	100	40			2.800
Calcarenite di Marsala	2,23	44	0	100	45		15,0	2.850
Parametro	Peso di Volume	Angolo di Attrito	Coesione	Densità Relativa	Modulo confinato	Coeff. di Poisson	Coeff. di Winkler (verticale)	Velocità onde di taglio

Per la loro applicazione si deve fare riferimento alle singole stratigrafie "modello" riportate per ciascuna torre nel testo, nella tabella qui di seguito se ne trova una sintesi schematica.

Per quanto concerne gli aspetti sismici si deve fare riferimento ai contenuti del Cap. 5.

Sulle varie installazioni non sono stati individuati possibili dissesti e nemmeno si sono individuate possibili indicazioni del fatto che le varie zone individuate possano essere

soggette a vincolo idrogeologico.

Data la tipologia di opera da installare e la tipologia di substrato presunto è necessario prevedere fondazioni profonde. A tutela delle opere dovranno essere previsti adeguati sistemi di raccolta e smaltimento delle acque superficiali data la bassa permeabilità degli strati superficiali di suolo.

Per le Torri T3_06 e T3_07 occorre verificare la natura della scarpata esistente nei pressi della piazzuola, per le torri T3_10, T3_11, T3_25, T3_26 e T27 potrebbe esserci la presenza di falda.

Per le altre opere non si ritiene che ci siano particolari cautele da adottare se non quelle generali sopra descritte.

TABELLA STRATIGRAFIE SINTETICHE

TORRE	STRATO 01		STRATO 02		STRATO 03		STRATO 04		STRATO 05	
	da m	a m	da m	a m	da m	a m	da m	a m	da m	a m
T3_01	0,50	3,00	3,00	7,00	7,00	9,00	9,00	> 9		
	TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5			
T3_02	3,00	6,00	6,00	8,00	8,00	10,00	10,00	> 10		
	TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5			
T3_03	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 7					
T3_04	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 7					
T3_05	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 7					
T3_06	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 8					
T3_07	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5					
T3_08	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 8					
T3_09	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5					
T3_10	0,50	3,00	3,00	6,00	6,00	8,00	8,00	10,00	10,00	> 10
	TERRENO 6		TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5	
TORRE	STRATO 01	STRATO 02	STRATO 03	STRATO 04	STRATO 05					
	da m	a m	da m	a m	da m	a m	da m	a m	da m	a m
T3_11	0,50	3,00	3,00	6,00	6,00	8,00	8,00	10,00	10,00	> 10
	TERRENO 6		TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5	
T3_12	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5					
T3_13	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_14	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 7					
T3_15	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_16	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_17	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_18	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_19	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_20	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3					
T3_21	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6				
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 8					

T3_22	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6					
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5						
T3_23	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6					
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 8						
T3_24	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6					
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5						
T3_25	0,50	3,00	3,00	6,00	6,00	8,00	8,00	10,00	10,00	>	10
	TERRENO 6		TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5		
T3_26	0,50	5,00	5,00	7,00	7,00	9,00	9,00	> 9			
	TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 5				
T3_27	0,50	2,00	2,00	4,00	4,00	7,00	7,00	> 7			
	TERRENO 4		TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3				
T3_28	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6					
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 3						
T3_29	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6					
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 9						
T3_30	0,50	4,00	4,00	6,00	6,00	> 6					
	TERRENO 1		TERRENO 2		TERRENO 8						

Si tenga presente che quanto sopra è stato ricavato principalmente da dati bibliografici oltre tutto alla grande scala, pertanto per livelli di progettazione definitiva ed esecutiva sono assolutamente necessarie indagini sito specifiche di verifica, adeguatamente pensate e progettate e che quanto illustrato è valido per i siti su cui si ubicano le torri, diventa molto più indicativo per quanto concerne eventuali opere necessarie per la realizzazioni di accessi, opere a servizio o viabilità.

Tenuto presente quanto sopra espresso non ci sono (allo stato attuale delle indagini) condizioni che ostino la realizzazione delle opere in progetto.