



Green Power

Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.14180.12.006.00

PAGE

1 di/of 42

TITLE:

AVAILABLE LANGUAGE: IT

INTEGRALE RICOSTRUZIONE DELL'IMPIANTO EOLICO DI MONTEMAGGIORE BELSITO

PROGETTO DEFINITIVO

Relazione geologica-geotecnica



File: GRE.EEC.R.73.IT.W.14180.12.006.00 - Relazione geologica

REV.	DATE	DESCRIPTION	PREPARED	VERIFIED	APPROVED
00	10/07/2020	Prima emissione	G. Coduri S. Boxler	N. Novati	L. Lavazza

GRE VALIDATION

COLLABORATORS	VERIFIED BY	VALIDATED BY
Tomassetti (GRE)	Tomassetti (GRE)	Iacofano (GRE)

PROJECT / PLANT Montemaggiore Belsito	GRE CODE																			
	GROUP	FUNCTION	TYPE	ISSUER	COUNTRY	TEC	PLANT				SYSTEM	PROGRESSIVE	REVISION							
	GRE	EEC	R	7	3	I	T	W	1	4	1	8	0	1	2	0	0	6	0	0
CLASSIFICATION	PUBLIC					UTILIZATION SCOPE	BASIC DESIGN													

This document is property of Enel Green Power S.p.A. It is strictly forbidden to reproduce this document, in whole or in part, and to provide to others any related information without the previous written consent by Enel Green Power S.p.A.

INDEX

1. INTRODUZIONE	4
1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE	4
1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE.....	4
1.3. INQUADRAMENTO	5
2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
2.1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA	6
2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE DI STUDIO	9
3. SOPRALLUOGO DICEMBRE 2019	10
4. IDROGEOLOGIA.....	12
5. VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO.....	12
5.1. RETICOLO IDROGRAFICO E RISCHIO IDRAULICO.....	12
5.2. DISSESTO GEOMORFOLOGICO	13
6. ASSETTO STRATIGRAFICO GEOTECNICO LOCALE.....	15
6.1. PREMESSA	15
6.2. DATI DA BIBLIOGRAFIA IMPIANTO DI VALLEDOLMO.....	16
6.2.1. CAMPAGNA DI INDAGINI AEROGENERATORI VALLEDOLMO.....	16
6.2.2. STRATIGRAFIE AREA DI VALLEDOLMO	17
6.2.3. SEZIONI STRATIGRAFICHE AREA VALLEDOLMO	21
6.2.4. DEFINIZIONE DELLE "STRATIGRAFIE TIPO" PER AREA DI INTERVENTO (AREA DI VALLEDOLMO).....	22
6.2.5. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI (AREA VALLEDOLMO).....	22
6.3. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI (AREA DI MONTAMAGGIORE)	27
6.4. DATI DA BIBLIOGRAFIA AREA DI MONTAMAGGIORE BELSITO	28
6.4.1. CAMPAGNA DI INDAGINI IMPIANTO DI MONTEMAGGIORE BELSITO.....	28
6.4.2. DEFINIZIONE DELLE "STRATIGRAFIE TIPO" PER AREA DI INTERVENTO (AREA DI MONTEMAGGIORE BELSITO).....	28
6.4.3. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI TERRENI (AREA DI MONTEMAGGIORE BELSITO)	28
6.5. CONSIDERAZIONI FINALI.....	29
7. MICROZONAZIONE SISMICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO	30
7.1. PREMESSA	30
7.2. FAGLIE ATTIVE E FONTI SIMOGENETICHE	30
7.3. SISMICITÀ STORICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO	32
7.4. STIMA CATEGORIA SUOLO	33
7.5. SISMICITÀ DELL'AREA	34
7.5.1. PREMESSA.....	34
7.5.2. MICROZONIZZAZIONE SISMICA.....	34
7.5.3. EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA.....	35
7.6. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE	35
7.7. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO	36



Engineering & Construction



GRE CODE

GRE.EEC.R.73.IT.W.14180.12.006.00

PAGE

Pag. **3** di **41**

8. CONCLUSIONI	39
9. ALLEGATI	40
9.1. PARAMETRI GEOTECNICI AREA DI VALLEDOLMO.....	40
9.2. PARAMETRI GEOTECNICI AREA DI MONTEMAGGIORE BELSITO	40

1. INTRODUZIONE

Stantec S.p.A., in qualità di Consulente Tecnico, è stata incaricata da Enel Green Power S.p.A. ("EGP") di redigere il progetto definitivo per il potenziamento dell'esistente impianto eolico ubicato nei Comuni di Montemaggiore Belsito e Sclafani Bagni (PA) in località "Cozzo Vallefondi", costituito da 18 aerogeneratori di potenza nominale pari a 0,85 MW, per una potenza totale installata di 15,3 MW.

L'energia prodotta dagli aerogeneratori, attraverso il sistema di cavidotti interrati in media tensione, viene convogliata a due cabine MT separate, una ubicata nell'area dell'impianto di Montemaggiore Belsito, l'altra all'interno dell'area di impianto di Sclafani Bagni.

Il progetto proposto prevede l'installazione di nuove turbine eoliche in sostituzione delle esistenti, in linea con gli standard più alti presenti sul mercato, e consentirà di ridurre il numero di macchine da 18 a 6, per una nuova potenza installata prevista pari a 36 MW, diminuendo in questo modo l'impatto visivo, in particolare il cosiddetto "effetto selva". Inoltre, la maggior efficienza dei nuovi aerogeneratori comporterà un aumento considerevole dell'energia specifica prodotta, riducendo in maniera proporzionale la quantità di CO₂ equivalente.

1.1. DESCRIZIONE DEL PROPONENTE

Enel Green Power S.p.A., in qualità di soggetto proponente del progetto, è la 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 29 Paesi nel mondo: in 18 gestisce delle capacità produttive mentre in 11 è impegnata nello sviluppo e costruzione di nuovi impianti. La capacità gestita totale è di circa 46 GW, corrispondenti a più di 1.200 impianti.

In Italia, il parco di generazione di Enel Green Power è rappresentato da tutte le 5 tecnologie rinnovabili del gruppo: idroelettrico, eolico, fotovoltaico, geotermia e biomassa. Attualmente nel Paese conta una capacità gestita complessiva di oltre 14 GW.

1.2. CONTENUTI DELLA RELAZIONE

Lo scopo del presente lavoro è quello di:

- a) inquadrare dal punto di vista geologico l'area del progetto;
- b) verificare le caratteristiche geomorfologiche e l'assetto idrogeologico, con particolare riguardo alle condizioni di stabilità dei versanti;
- c) individuare le caratteristiche stratigrafiche dei terreni sui quali verranno fondati gli aerogeneratori;
- d) determinare le caratteristiche geotecniche dei terreni di fondazione.

Le attività svolte sono state le seguenti:

1. Verifica e controllo della documentazione esistente;
2. Sopralluogo in sito a dicembre 2019;
3. Pianificazione di una campagna di rilievo geologico/tecnico preliminare di superficie, finalizzata alla determinazione delle aree in cui sono necessari approfondimenti.

È stato dunque organizzato il lavoro basandosi sui dati di letteratura disponibili, dai sondaggi effettuati durante la costruzione del primo parco eolico ora oggetto di ammodernamento e sulle evidenze ottenute durante il sopralluogo.

In fase di progettazione esecutiva, verrà condotta una nuova campagna di rilievo geognostica.

Lo studio ha affrontato i seguenti temi:

- a. Inquadramento della situazione geotecnico-strutturale;
- b. Assetto geomorfologico e l'assetto idrogeologico;
- c. Valutazione sulle condizioni di pericolosità dell'area;
- d. Ricostruzione della stratigrafia locale mediante la consultazione delle indagini geognostiche eseguite in passato nell'ambito del progetto di realizzazione dell'esistente parco eolico;
- e. Caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni, tramite la rielaborazione di tutti i dati disponibili, ottenuti durante le campagne geognostiche precedenti, e tramite la consultazione di lavori, eseguiti nelle vicinanze, sugli stessi materiali, al fine di verificare le caratteristiche geotecniche;
- f. Individuazione della categoria sismica locale del sottosuolo, tramite l'analisi di dati di letteratura.

1.3. INQUADRAMENTO

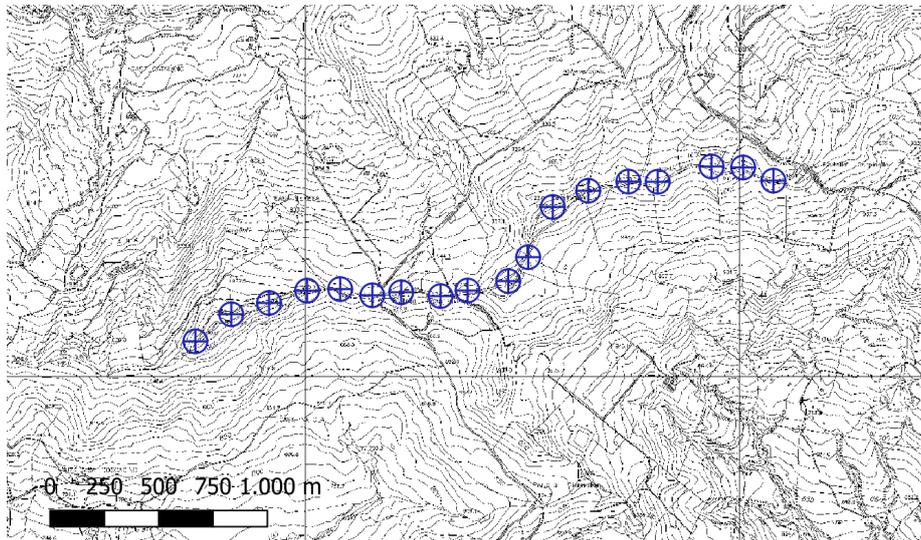


Figure 1- Impianto di Montemaggiore Belsito; Stato attuale

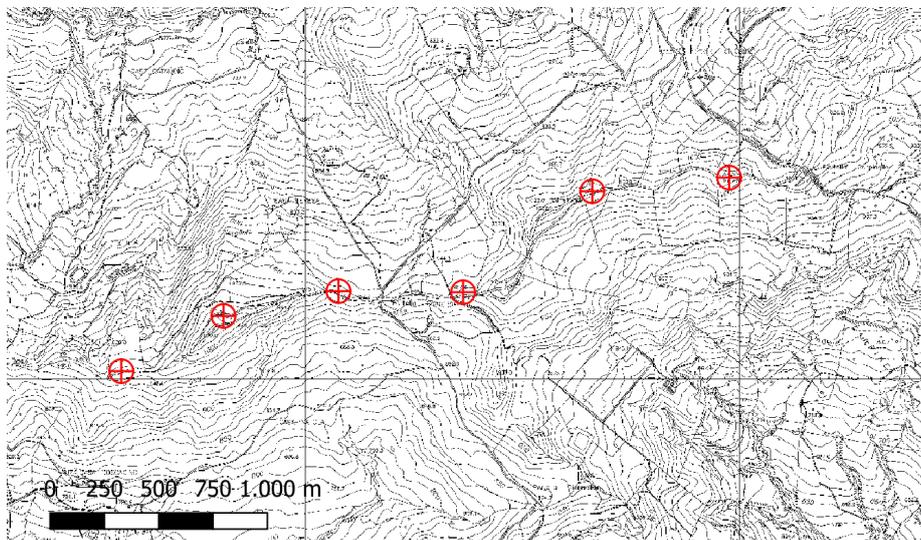


Figure 2 - Impianto in progetto Montemaggiore Belsito

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

2.1. INQUADRAMENTO GENERALE DELL'AREA

Come già accennato nel capitolo introduttivo, la zona nella quale verranno rimossi gli aerogeneratori esistenti e dove verranno riposizionati gli aerogeneratori in progetto è posta sul crinale posto in località Cozzo Vallefondi che funge da confine tra i comuni di Montemaggiore Belsito e Sclafani Bagni. L'area è posta su un crinale montuoso e presenta una quota media di 1000 m s.l.m. L'aspetto dell'area di progetto è determinato principalmente da 2 fattori: la litologia e la Tettonica. Per la definizione delle caratteristiche generali verranno utilizzate le informazioni contenute nella relazione geologica redatta per la realizzazione dell'impianto esistente, la carta del progetto CARg 609 Termini Imerese e le sue note illustrative. La complessità del sistema deposizionale e tettonico dell'entroterra Siculo è ben nota in tutte le pubblicazioni a disposizione.

La Sicilia è costituita da tre principali elementi collisionali:

- a) Un'area di avanpaese, affiorante nella Sicilia sudorientale e presente nel canale di Sicilia a sud di Sciacca
- b) Un'avanfossa recente, localizzata nell'offshore meridionale della Sicilia e un Plateau lungo il margine settentrionale dell'avanpaese. Essa è in parte sepolta dal fronte della catena nella Sicilia meridionale e nel Bacino di Gela.
- c) Una catena complessa, vergente verso E SE, spessa a luoghi più di 15 Km, costituita dalle unità Calabro-Peloritane e dalle Unità appenniniche siciliane. Le unità più settentrionali sono generalmente collassate con l'apertura del Tirreno centro-meridionale.

La catena siciliana è caratterizzata da occidente a oriente dalla sovrapposizione dei corpi pellicolari derivati dalla deformazione di originari domini di mare profondo meso-cenozoici su un prisma, spesso 8-9km, di unità tettoniche derivanti dalla deformazione dell'originario dominio di piattaforma carbonatica. Il cuneo tettonico così formato, poggia, a sua volta, sull'avanpaese non deformato che affiora nel Plateau Ibleo e continua nel Canale di Sicilia.

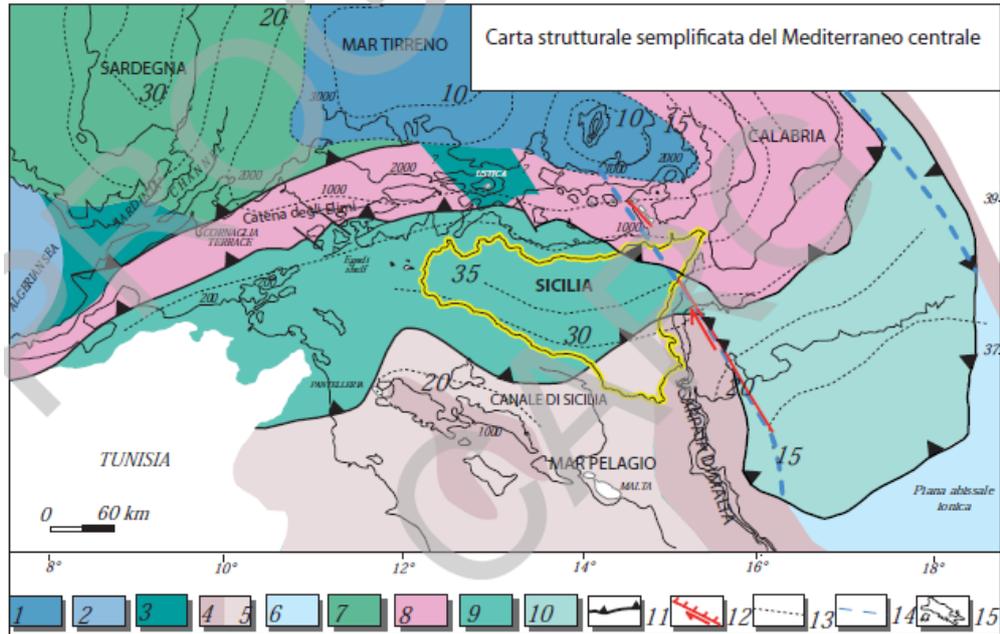
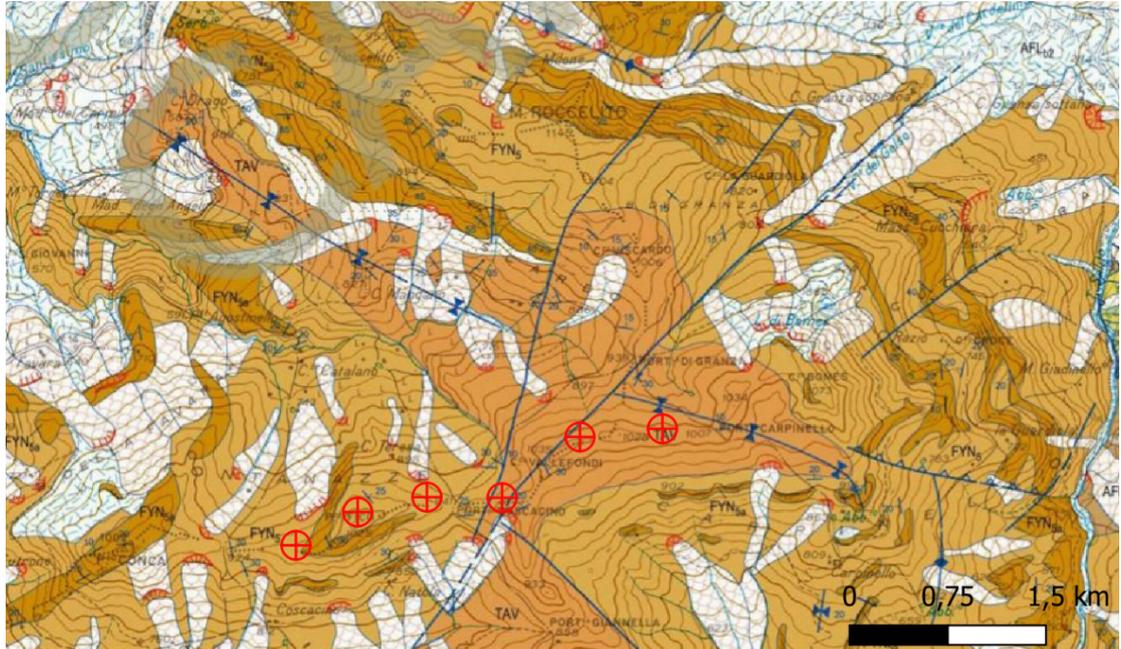


Fig. 6 - La carta illustra i differenti settori crostali della regione centrale del Mediterraneo (modif. da CATALANO et alii, 2002). Legenda: 1) crosta oceanica del Mar Tirreno (KASTENS et alii, 1987); 2) crosta oceanica del Bacino Algerino; 3) crosta continentale assottigliata kabilo e sarda; 4) crosta continentale (5 = assottigliata) africana; 6) crosta oceanica del Mar Ionio; 7) unità tettoniche sarde; 8) unità kabilo-calabridi; 9) unità siciliane-maghebidi; 10) prisma di accrezione ionico; 11) fronti di sovrascorrimento; 12) faglia con probabile componente transtensiva (ridisegnata da CHAMOOT-ROOKE et alii, 2005); 13) isobate (in km) della Moho; 14) limite margine passivo-oceano ionico (secondo CATALANO et alii, 2001); 15) batimetria.

Figure 3 - Carta geotettonica generale Sicilia

L'area del progetto comprende unità tettoniche embricate costituite da rocce mesozoiche su cui poggiano depositi terrigeni sintettonici deformati di età miopliocenica.



SUCCESSIONI DEL BACINO DEL FLYSCH NUMIDICO

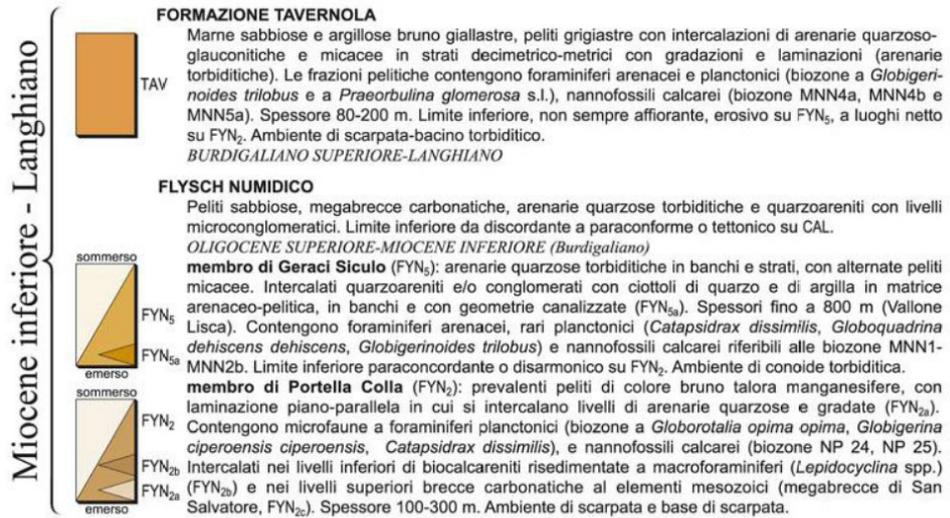


Figure 4 - Estratto dalla carta geologica CARG 1:50000

L'area di progetto presenta affioramenti di Flysch Numidico(membro di Geraci Siculo) e della Formazione di Tavernola.

Il **Flysch Numidico** (Membro di geraci Siculo) è costituito da arenarie quarzose, massive e torbiditiche, arenarie fini e peliti marnose con intercalazioni di banchi conglomeratici-arenacei.

In queste ultime sono state riconosciute varie associazioni di facies quali conglomerati con ciottoli, conglomerati con clasti argillosi, spesse arenarie con ciottoli e senza struttura, arenarie amalgamate, arenarie gradate e depositi arenacei e fangosi intercalati. Dal punto di vista petrografico tutti gli studi precedenti indicano una composizione quazarenitica uniforme e mineralogicamente matura. I depositi arenacei affiorano nei pressi di Montemaggiore Belsito e di Alia. Il limite inferiore del membro è generalmente una superficie di paraconcordanza con le sottostanti marne argillose brune del membro di Portella Colla. Il limite superiore è una superficie di discordanza o paraconcordanza con le marne o le arenarie glauconitiche della Formazione Tavernola.

Formazione di Tavernola TAV: Peliti, marne sabbiose e argillose bruno-giallastre, argilliti grigiastrecon, a luoghi, sottili intercalazioni di arenarie grigio-giallastre quarzose, gradate e laminate, piccole lamelle di muscovite e di granuli di glauconite la cui presenza è un elemento diagnostico.

I livelli arenacei presentano alla base impronte di fondo, e talvolta, icniti. Gli spessori sono compresi tra 80 e 200 m. L'unità litostratigrafica descritta affiora a Montemaggiore Belsito.

2.2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO DELLE AREE DI STUDIO

La zona dove è prevista l'installazione degli aerogeneratori può essere suddivisa in distinte porzioni, ognuna delle quali contraddistinta da una peculiare caratteristica litologica e da un diverso grado di stabilità.

La porzione orientale dell'area prevale una componente argillosa dei terreni. Questa area presenta una serie di dossi di forma allungata. Alternata a tratti subpianeggianti o a debole pendenza. I versanti generalmente hanno una modesta acclività e sono intervallati da depressioni più o meno estese.

La porzione più occidentale predominano litotipi più arenacei e conglomeratici. Questa area presenta rilievi aspri e acclivi quasi totalmente privi di copertura. L'esempio più eclatante di tale conformazione è costituito dal Pizzo Fico.

Queste differenze litologiche causano la presenza di differenti potenziali fenomeni di dissesto in quanto i materiali affioranti nella zona più occidentale risultano molto compatti e a blocchi anche plurimetrici che possono essere potenzialmente soggetti a ribaltamento.

L'area orientale presenta, nei suoi depositi limoso argillosi, tracce ed evidenze di soliflusso.

In linea generale i processi morfogeneteci sono molto attivi, le acque erodono intensamente i termini più argillosi mentre, le rocce presentano una serie di fratture secondarie dovute all'alternanza gelo - disgelo e agli stress post tettonici.

Ai piedi dei versanti si osservano coltri detritiche che si adagiano ai fianchi dei versanti occultando il contatto con le formazioni argilloso pelitiche.

Le forme erosive e franose si concentrano lungo gli assi degli impluvi che solcano le valli laterali.

In particolare, i versanti argillosi a Sud del Pizzo Fico presenta fenomeni di ribaltamento e instabilità.

I terreni affioranti nell'area sono tutti di origine sedimentaria ed appartengono a varie formazioni geologiche.

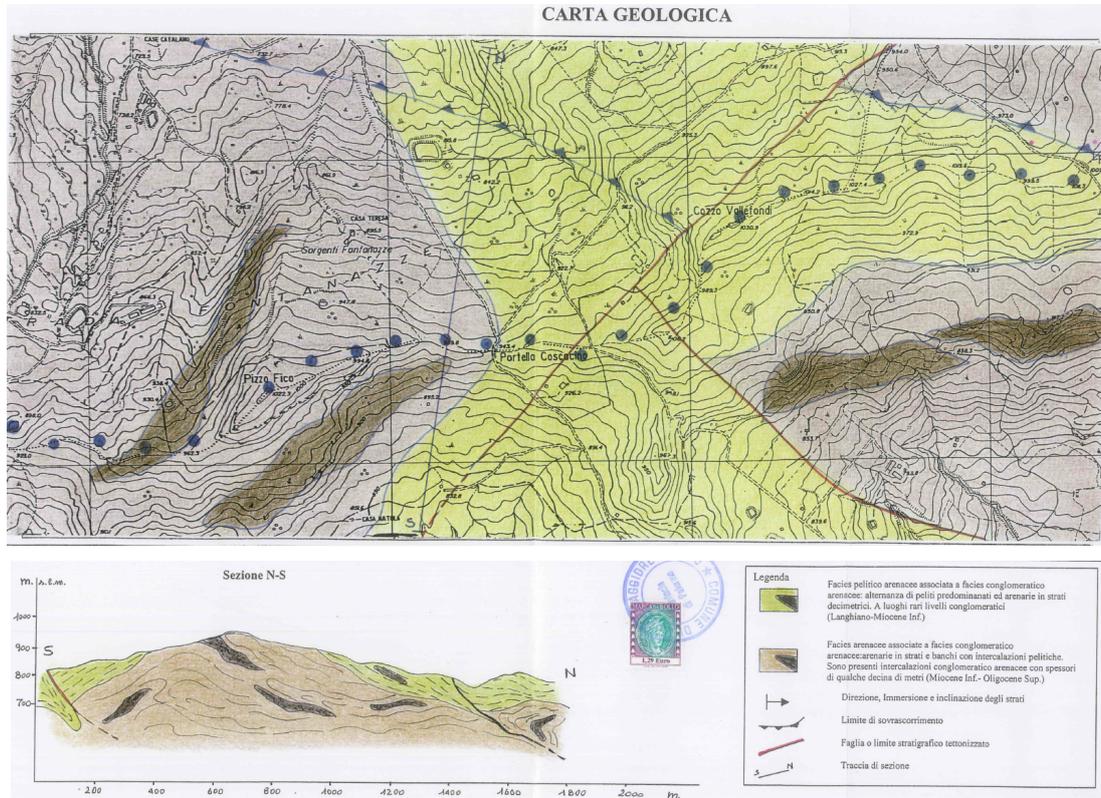


Figure 5 - Carta geologica contenuta nella relazione geologica redatta per l'impianto esistente

3. SOPRALLUOGO DICEMBRE 2019

Di seguito vengono proposte alcune immagini e le considerazioni principali a seguito del sopralluogo.

Tutte le aree presentano successioni di materiali appartenenti a litologie di mare profondo e scarpata continentale associabili a fenomeni di deposizione di tipo torboidico o da flusso canalizzato.

Dalle evidenze sul campo risultano presenti alternanze di materiali litoidi compatti e materiali fini di natura limoso-argilloso- marnoso. Gli strati litoidi inoltre presentano disturbi di natura tettonica al loro interno (fratturazione).



Figure 6 - Dettaglio degli affioramenti arenacei nei pressi del Pizzo Fico



Figure 7 - Dettaglio della stratificazione dei livelli torbititici



Figure 8 - Visione generale dell'area orientale dell'area di progetto

Tutta l'area presenta, al piede dei versanti, accumuli di blocchi di grosse dimensioni causati da fenomeni di erosione differenziale.

Gli strati litoidi, generalmente costituiti da livelli arenacei, poggiano su strati di natura limoso-argillosa.

Questo implica che spesso si verificano scalzamenti al piede degli ammassi rocciosi che comportano fenomeni di ribaltamento. Tali fenomeni allo stato attuale non coinvolgono le strutture in progetto in quanto queste ultime sono poste nelle porzioni sopraelevate della cresta. Nel caso di realizzazione di scavi e sbancamenti sarà necessario considerare soluzioni che permettano di evitare tali fenomeni.

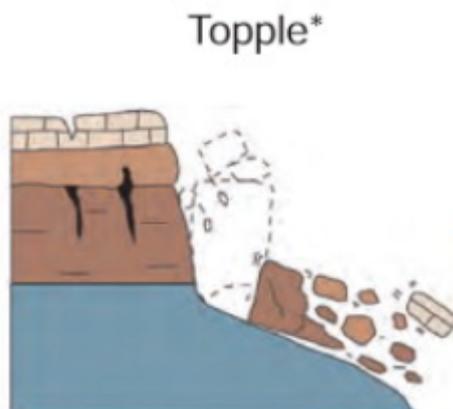


Figure 9 - Fenomeno di topple

Nelle aree dove le granulometrie di tipo limoso-argillose sono associate a pendenze superiori a 30-35°, sono presenti tracce di soliflusso.

L'area essendo posta per quasi tutta la sua interezza in cresta ai rilievi non presenta quasi mai venute di acqua e fenomeni di corrivazione superficiale, ma in ogni caso, massima attenzione andrà data alla gestione delle acque piovane e di ruscellamento, al fine di evitare fenomeni di erosione concentrata e accelerata.

4. IDROGEOLOGIA

Le aree di progetto rappresentano creste di rilievo che fungono da spartiacque naturali creando bacini imbriferi su entrambi i versanti.

La permeabilità e la presenza di acqua nella zona occidentale è relegata alla eventuale presenza di acque negli strati arenacei fratturati. Non è da escludersi la presenza di acqua in prossimità dei contatti tra litologie più o meno drenanti.

Il reticolo idrografico presente rispecchia la struttura tettonica a falde con corsi d'acqua e rii con orientazione EO. Nell'area sono visibili venute d'acqua a quote più basse rispetto all'area di progetto mentre la cresta del rilievo sembra presentare caratteristiche tali da permettere un veloce allontanamento delle acque infiltrate.

5. VULNERABILITÀ DEL TERRITORIO

Vengono riportate nelle pagine seguenti, le tavole relative alle vulnerabilità geomorfologiche ed idrogeologiche dell'area.

In sintesi, le aree interessate dagli aerogeneratori non interferiscono con areali a pericolosità da frana od idraulica, ma sono ubicati in prossimità di aree con dissesti attivi. In fase esecutiva del progetto si provvederà ad indagare nel dettaglio tali aree.

5.1. RETICOLO IDROGRAFICO E RISCHIO IDRAULICO

Date le caratteristiche delle unità geologiche presenti, quali la permeabilità per fratturazione delle quarzoareniti e la permeabilità primaria e secondaria delle litologie dell'area potrebbero determinare la formazione, ai piedi degli ammassi rocciosi, di sorgenti.

In ogni caso le opere previste non interferiscono sostanzialmente con la circolazione idrica superficiale.

Nelle pagine seguenti viene riportato il reticolo idrografico, che non risulta interferire con le WTG in progetto.

Il rischio idraulico risulta assente secondo la cartografia PAI

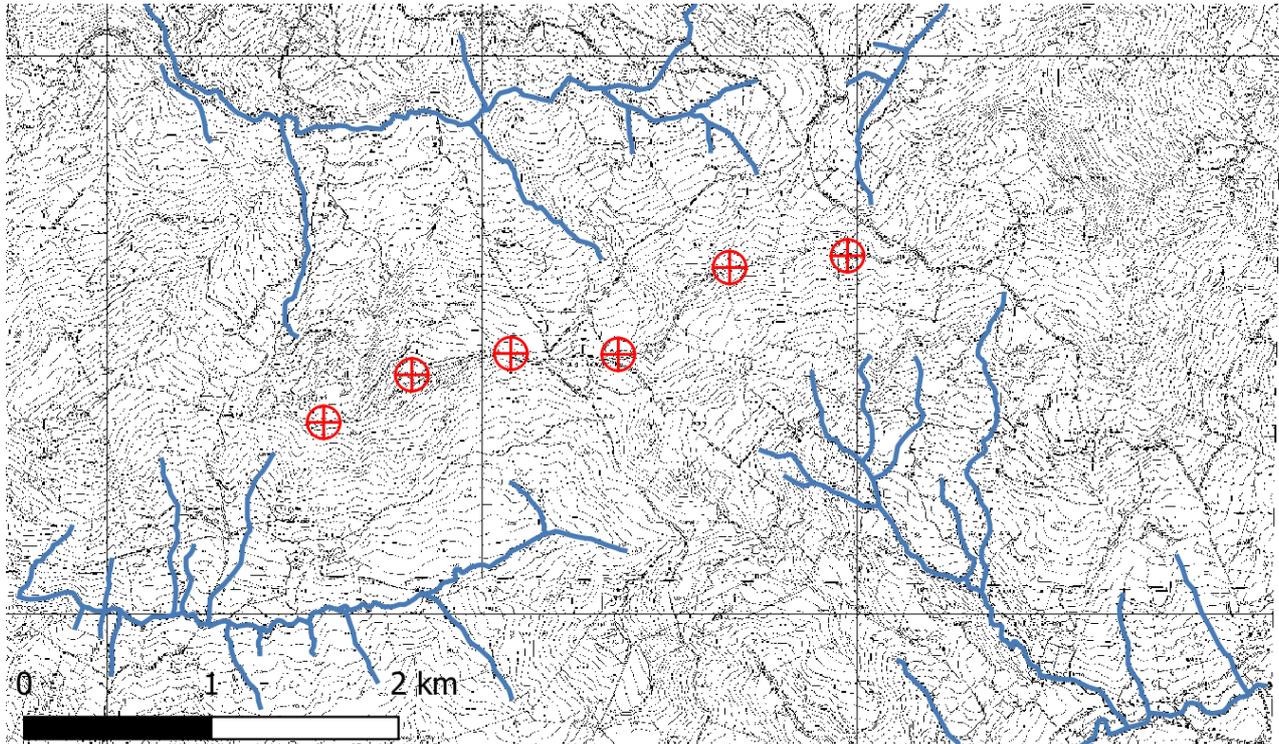


Figure 10 - Reticolo idrografico dell'area di progetto

5.2. DISSESTO GEOMORFOLOGICO

Gli aerogeneratori non sono ubicati in aree soggette a rischi, ma si trovano in prossimità di aree con dissesti attivi, anche se caratterizzati da un rischio mediamente basso.

La porzione rocciosa dà origine a balze, picchi e scarpate separate da ampie vallate argillose, che facilitano processi morfogenetici molto attivi.

Le acque erodono intensamente i termini più argillosi e gli orizzonti rocciosi presentano una serie di fratture secondarie dovute all'alternanza gelo-disgelo, tettonica ed erosione degli strati argillosi intercalati.

L'area inoltre è suddivisa in due settori distinti sulla base geologica. Il settore occidentale presenta caratteristiche più rocciose e può essere soggetto a fenomeni di ribaltamento e caduta di massi dai versanti di progetto.

Il settore più orientale è più soggetto a soliflussi ed eventualmente reptazioni

A seguito di questa erosione differenziale, si staccano blocchi che formano coltri detritiche sui fianchi dei versanti occultando il contatto con i depositi Argilloso limosi.

Le forme erosive e franose si concentrano lungo gli impluvi e sui versanti più acclivi, in particolare i versanti argillosi. Nel settore orientale, sono interessati da fenomeni franosi complessi ma non interessano i siti in cui sono previste le WTG. Il settore occidentale presenta pericolosità dovute a crolli e sprofondamenti dovuti al disgiungimento di blocchi sui versanti.

Le forme di dissesto geomorfologico mappate nelle carte PAI mostrano fasce caratterizzate da fenomeni di crollo ed accumulo, aree soggette a soliflusso. Anche in questo caso non interessano le aree di progetto delle nuove WTG, ma andranno verificate le condizioni sito specifiche preliminarmente alla ubicazione finale.

Viene anche proposta la carta delle pendenze, da cui risultano evidenti le creste rocciose, di limitata ampiezza, ed i versanti maggiormente acclivi, che formano fasce di ampiezza mediamente simile al piede dei versanti semiverticali. Il resto del territorio presenta pendenze inferiori ai 35°

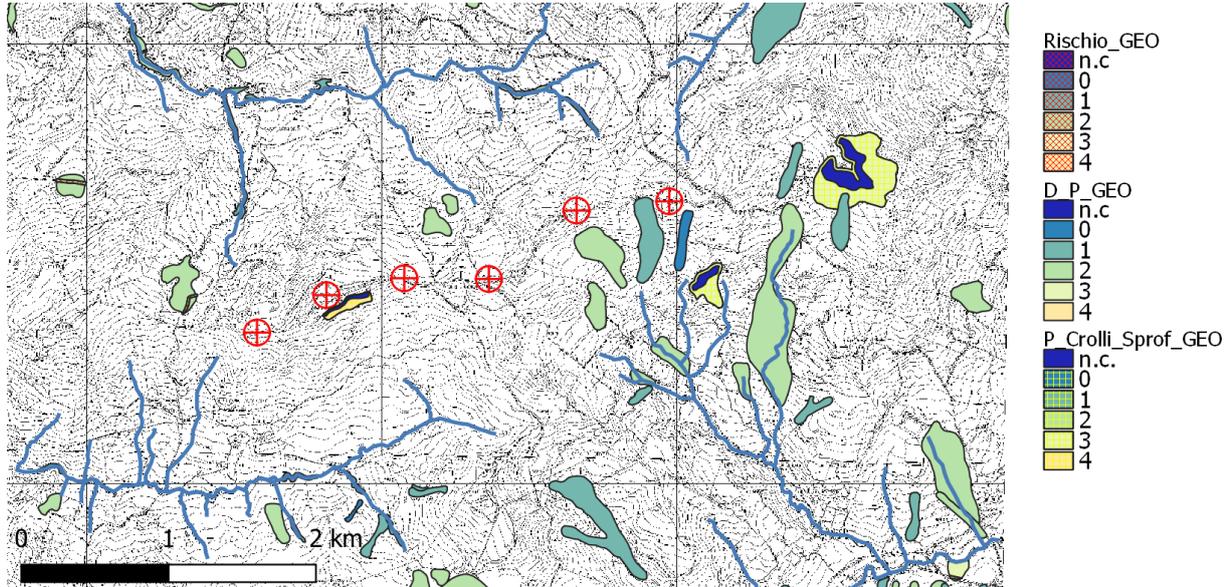


Figure 11 - Mappa della pericolosità e del rischio geologico e idrogeologico

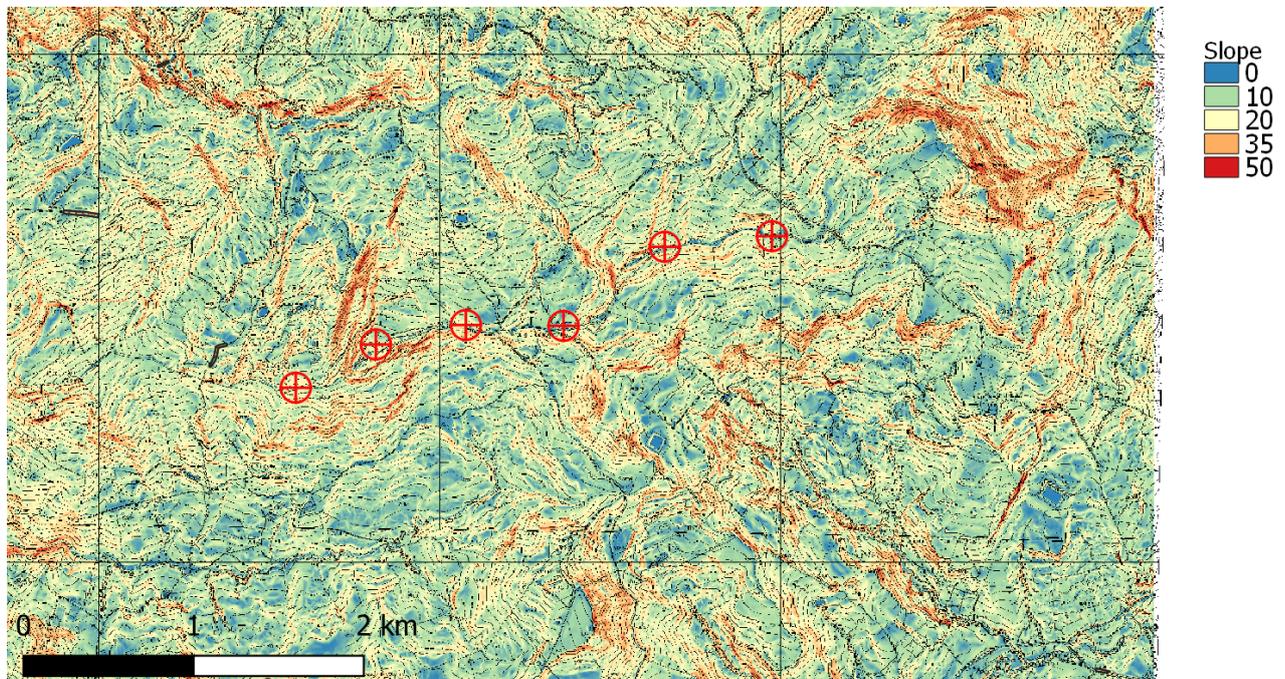


Figure 12 - Carta della pendenze

6. ASSETTO STRATIGRAFICO GEOTECNICO LOCALE

6.1. PREMESSA

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche e delle stratigrafie è stata realizzata una ricerca sui dati geotecnici e stratigrafici presenti in letteratura.

Purtroppo, non è risultata disponibile la documentazione riguardante la campagna geotecnica svolta in passato per la realizzazione del campo eolico esistente

In ogni caso sono state valutate tutte le informazioni disponibili relative a progetti realizzati nelle aree limitrofe.

Successivamente è stata valutata la correlabilità dei dati reperiti alle aree limitrofe con quella di impianto considerando differenti fattori quali l'estrema variabilità geologica dell'area anche a breve distanza e all'interno della stessa Unità o Formazione geologica.



Figure 13 - Mappa delle aree indagate geotecnicamente (Bianco) e aree di progetto aerogeneratori Valledolmo (rosso) aerogeneratori in progetto (giallo)

Come si può notare l'area di Valledolmo è piuttosto prossima all'area dove verrà realizzato il parco eolico. Pur avendo un assetto geologico simile, le due aree presentano alcune particolarità che rendono comunque complessa una diretta correlabilità. A titolo d'esempio, l'area di Valledolmo ha una componente argilloso limosa più elevata, mentre nelle altre aree sono state indagate facies e/o formazioni più profonde in aree topograficamente più basse di quella in progetto. Si renderà dunque necessario un approfondimento di indagine a scopo di verifica.

I dati del campo eolico di Montemaggiore a disposizione consistono nelle considerazioni conclusive utilizzate dal progettista dell'attuale parco eolico per la verifica delle opere fondazionali. Risulta mancante la bibliografia relativa alla campagna di indagine e all'ubicazione dei singoli carotaggi, alle loro stratigrafie e ai singoli dati geotecnici raccolti con indagini sul campo e da laboratorio.

Verranno dunque trattati nel dettaglio i dati raccolti nell'area di Valledolmo e, in seguito, confrontati con i conclusivi raccolti per l'area di Montemaggiore in attesa che venga realizzata una campagna di indagini sitespecifica.

6.2. DATI DA BIBLIOGRAFIA IMPIANTO DI VALLEDOLMO

6.2.1. CAMPAGNA DI INDAGINI AEROGENERATORI VALLEDOLMO

La definizione di questo modello geotecnico, era stato condotto sulla base delle analisi disponibili, realizzate durante la progettazione dell'attuale parco eolico di Valledolmo, che erano consistite in una campagna di indagini in sito ed in laboratorio, consistente in:

1. 9 sondaggi a carotaggio continuo (profondità max 20 m dal p.c.)
2. prove penetrometriche dinamiche in foro (S.P.T.)
3. prove con pocket penetrometer
4. prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
5. determinazioni di granulometria e plasticità dei terreni;
6. determinazione delle proprietà fisiche di stato (contenuto d'acqua, peso dell'unità di volume, porosità, ecc.)
7. prove di compressione triassiale consolidate isotropicamente e non drenate (TX-CIU) con misura di sovrappressioni neutre, finalizzate alla definizione dei parametri di resistenza in condizioni drenate ed alla stima dei moduli di deformabilità in condizioni non drenate dei terreni a grana fina;
8. prove di taglio diretto (TD) eseguite in condizioni drenate, finalizzate alla determinazione dei parametri di resistenza dei terreni a grana fina (eseguite in alternativa alle precedenti);
9. prove di compressione edometrica, finalizzate alla definizione del grado di sovraconsolidazione dei terreni a grana fina e dei parametri di compressibilità degli stessi.

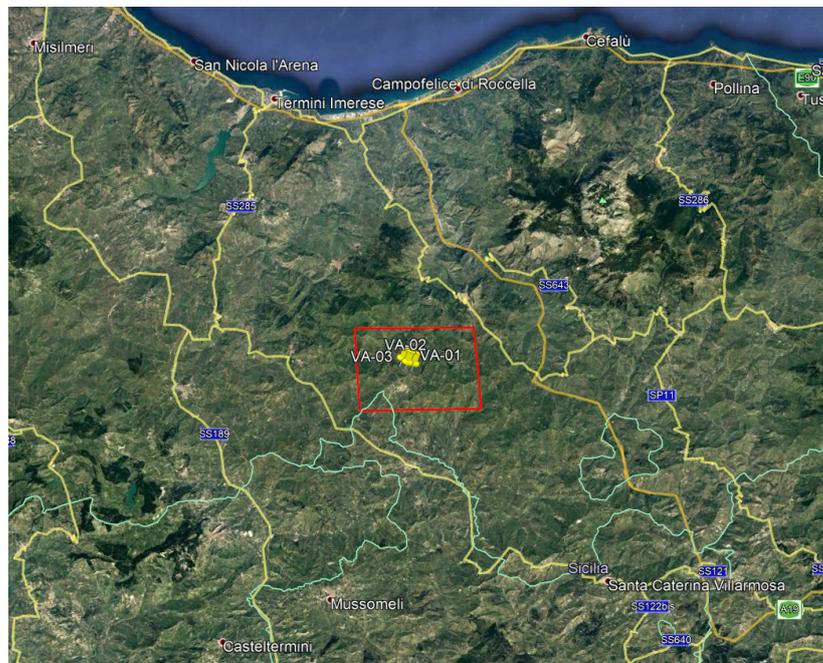


Figure 14 - Area di progetto di Valledolmo

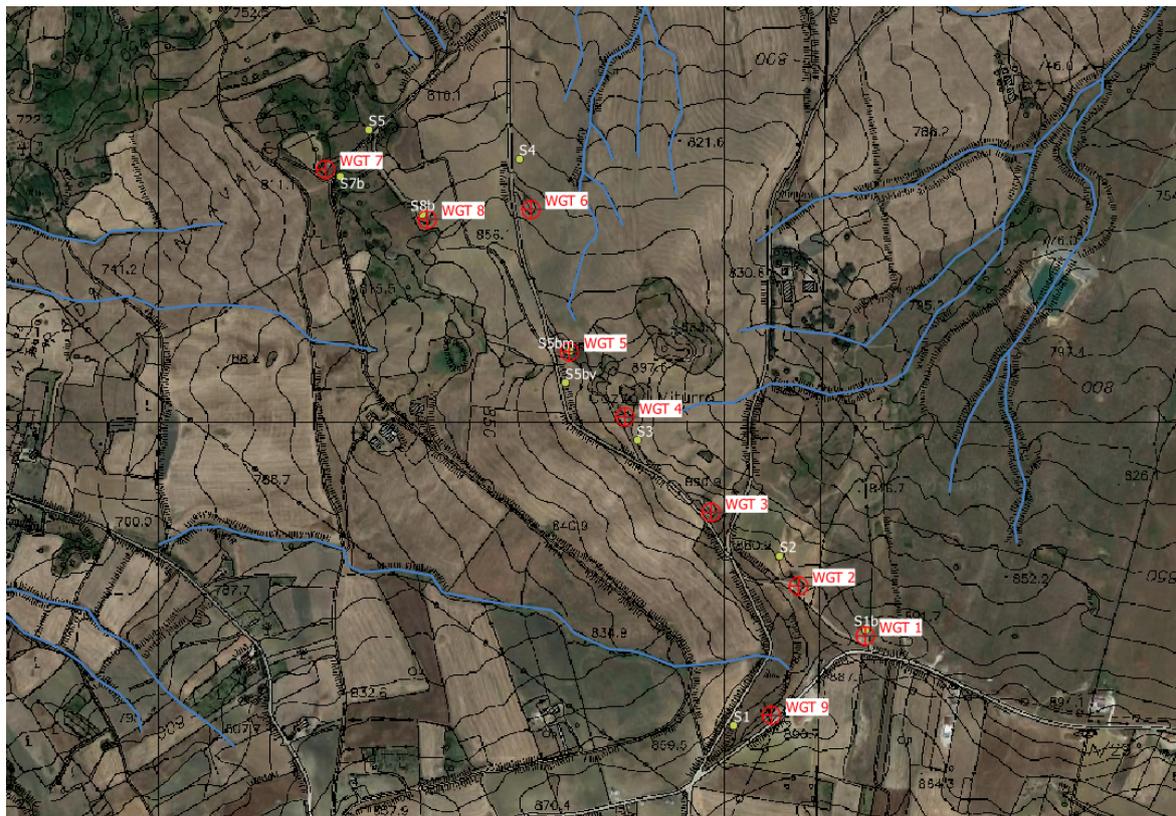


Figure 15 - Sondaggi e posizione dei generatori esistenti di Valledolmo

L'approccio della campagna d'indagini era stato quello di adottare fondazioni superficiali

A questo scopo, nei terreni più superficiali, al fine di evidenziare possibili problematiche per le fondazioni superficiali (ad esempio superfici di scorrimento di eventuali cinematiche di rottura delle fondazioni superficiali) erano state condotte prove finalizzate alla determinazione dei parametri di resistenza e deformabilità dei terreni, mentre per i terreni più profondi, che non avrebbero dovuto essere interessati da meccanismi di rottura, erano state condotte solo prove di compressione edometrica.

6.2.2. STRATIGRAFIE AREA DI VALLEDOLMO

In funzione delle litologie incontrate nelle diverse verticali dei sondaggi sono state realizzati 9 profili stratigrafici, una per ogni WGT, In cui sono state definite le caratteristiche delle litologie incontrate.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 1

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 1, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S1b, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S1b

- 0,00-1,00 m Terreno Vegetale.
- 1,00-2,70 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 2,70-4,00 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 4,00-8,10 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore

grigio.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 2

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 2, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S2, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S2

- 0,00-0,60 m Terreno Vegetale.
- 0,60-2,80 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 2,80-5,10 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 5,10-20,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 3

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 3, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S2 ed S3, eseguiti in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S3

- 0,00-0,80 m Terreno Vegetale.
- 0,80-3,50 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 3,50-5,40 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 5,40-20,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

Ricostruzione stratigrafica tra S2 ed S3

- 0,00-0,60 m Terreno Vegetale.
- 0,60-3,70 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 3,70-5,20 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- Da 5,20 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 4

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 4, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S3, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S3

- 0,00-0,80 m Terreno Vegetale.
- 0,80-3,50 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 3,50-5,40 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 5,40-20,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 5

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 5, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S5bm, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S5bm

- 0,00-0,20 m Terreno Vegetale.
- 0,20-1,70 m Livello arenaceo debolmente cementato, disgregato meccanicamente durante il carotaggio di colore nocciola chiaro.
- 1,70-2,50 m Livello limoso-sabbioso, con inclusi marrone-ocracei.
- 2,50-4,50 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base. E' presente una intercalazione (3,00-3,50 m) di arenaria disgregata, di colore biancastro.
- 4,50-10,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 6

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 6, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S4, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S4

- 0,00-1,20 m Terreno Vegetale.
- 1,20-3,50 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 3,50-4,40 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 4,40-20,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 7

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 7, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S5 ed S7b, eseguiti in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S5

- 0,00-0,30 m Terreno Vegetale.
- 0,30-1,30 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 1,30-2,10 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 2,10-20,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

Sondaggio S7b

- 0,00-0,40 m Terreno Vegetale.
- 0,40-3,50 m Argille alterate di colore nocciola con patine ocracee di ossidazione, con abbondanti livelli arenacei disgregati ed inclusi centimetrici più cementati.
- 3,50-6,00 m Argille localmente lievemente alterate, plastiche, con patine di

ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.

- 6,00-8,30 m Formazione integra del Flysch Numidico in facies pelitica costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

È da rilevare che il sondaggio S7b è stato fatto ad una quota di circa +7,00 m dal piano campagna effettivo di ubicazione dell'aerogeneratore.

Ricostruzione stratigrafica tra S5 ed S7b

- 0,00-0,30 m Terreno Vegetale.
- 0,30-1,30 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 1,30-2,10 m Argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- Da 2,10 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

L'allegata sezione litostratigrafica, in scala 1:200, ricostruisce i rapporti dei litotipi riscontrati e gli spessori relativi.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 8

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 8, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S8b, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S8b:

- 0,00-0,70 m Terreno Vegetale.
- 0,70-2,80 m Argille alterate di colore nocciola con patine ocracee di ossidazione, con abbondanti livelli arenacei disgregati ed inclusi centimetrici più cementati.
- E' presente un livelletto (0,80-0,90 m) arenaceo.
- 2,80-3,90 m Argille localmente lievemente alterate, plastiche, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 3,90-8,30 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

Da notare che il sondaggio è stato attrezzato con piezometro a tubo aperto; è stata rilevata presenza di acqua superficiale in foro sia nel corso del sondaggio (alla quota iniziale di 2 m con stabilizzazione alla profondità di 3,60 m), sia nel corso del sopralluogo Eseguito all'epoca della realizzazione dell'impianto.

PROFILO STRATIGRAFICO VERTICALE WGT 9

La ricostruzione della stratigrafia di sottosuolo, al di sotto dell'aerogeneratore WTG 9, è stata effettuata sulla base dei dati ricavati dal sondaggio S1, eseguito in prossimità della suddetta postazione eolica che viene di seguito riassunta:

Sondaggio S1

- 0,00-1,30 m Terreno Vegetale.
- 1,30-3,50 m Argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee.
- 3,50-6,20 m Argille localmente lievemente alterate, plastiche, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base.
- 6,20-20,00 m Formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

6.2.3. SEZIONI STRATIGRAFICHE AREA VALLEDOLMO

Durante le indagini per il parco eolico di Valledolmo furono eseguiti 10 carotaggi. Le litologie incontrate e le condizioni geologiche e geomorfologiche tra le due aree in questa fase possono essere considerabili paragonabili alla porzione più orientale dell'impianto di Montemaggiore essendo le due aree accumulate dalle caratteristiche degli affioramenti indagati. Per le considerazioni preliminari sulla qualità e sulla portanza del sito geotecniche del sito si è deciso di utilizzare i suddetti carotaggi in attesa di avere più dati sitospecifici.

Per l'area di Valledolmo si era stata eseguita una omogeneizzazione delle interpretazioni stratigrafiche che non è stato possibile dettagliare ulteriormente in quanto non era disponibile materiale fotografico sui carotaggi eseguiti in passato.

Le sezioni stratigrafiche sitospecifiche per l'area di Valledolmo provengono dal documento R.636.15.00.404.0 (Relazione geologico tecnica FONDAZIONI AEROGENERATORI). Per l'area di progetto di Montemaggiore Belsito, si rimanda al completamento delle necessarie indagini.

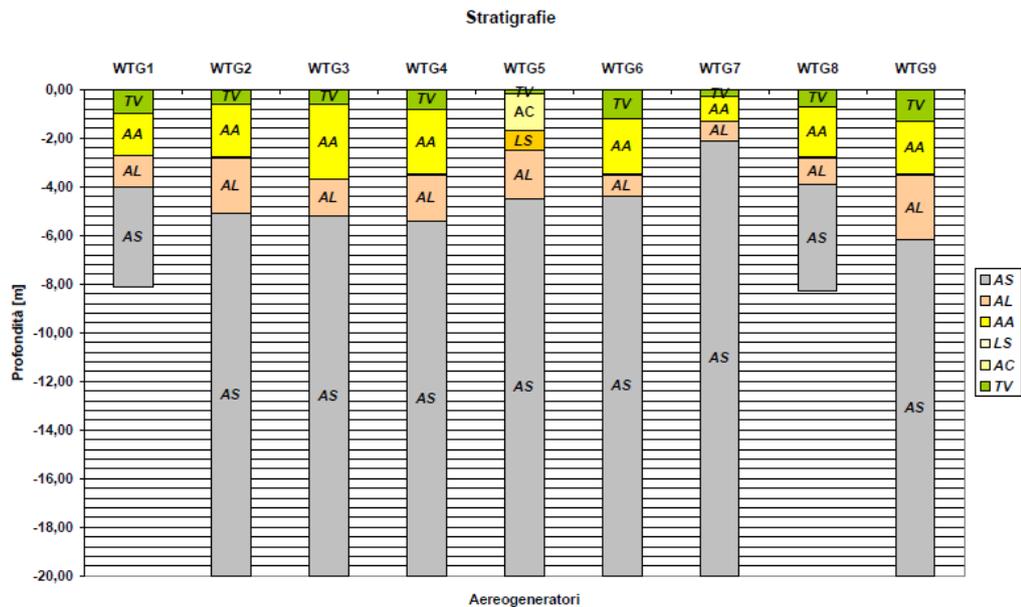


Figure 16 - Ricostruzione stratigrafica area di Valledolmo

6.2.4. DEFINIZIONE DELLE "STRATIGRAFIE TIPO" PER AREA DI INTERVENTO (AREA DI VALLEDOLMO)

Le stratigrafie ottenute dai sondaggi hanno mostrato in tutti i siti interessati, la presenza di tre litotipi al di sotto dello strato di terreno superficiale (TV) di modesto spessore.

I tre litotipi sono riconoscibili per la loro colorazione, si tratta in particolare di:

- Strato 1 (AA): argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee;
- Strato 2 (AL): argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base;
- Strato 3 (AS): formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio.

In corrispondenza dell'aerogeneratore 5, tra il terreno vegetale e gli strati sopra descritti, sono presenti due ulteriori strati superficiali:

- Strato 4 (AC): Livello arenaceo debolmente cementato, disgregato meccanicamente durante il carotaggio di colore nocciola chiaro.
- Strato 5 (LS): Livello limoso-sabbioso, con inclusi marrone-ocracei.

In corrispondenza dell'aerogeneratore 8 il livello (AA) contiene abbondanti livelli arenacei disgregati e inclusi cementati.

Sulla base dei sondaggi, la cui ubicazione è indicata in allegato 1, nella relazione geologica-tecnica sono state già ricavate le stratigrafie in corrispondenza dei 9 siti scelti per l'installazione degli aerogeneratori.

Nel sondaggio S8B alla profondità di 3,60 m dal piano campagna è stata rilevata la presenza di acqua in foro, correlabile al vicino affioramento di arenaria dove è presumibile che sia presente una falda localizzata piuttosto superficiale.

6.2.5. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI (AREA VALLEDOLMO)

La caratterizzazione fisico meccanica dei terreni fu effettuata per la realizzazione degli impianti esistenti per i soli strati 1 (AA), 2 (AL) e 3 (AS), che risultarono significativi ai fini della determinazione del carico limite, dei cedimenti e delle verifiche di stabilità per le soluzioni di fondazioni allora utilizzate.

Gli strati 4 e 5 sono presenti solo in corrispondenza dell'aerogeneratore 5 a quote superiori rispetto alla quota di imposta dell'aerogeneratore.

Terreno vegetale, (TV)

In considerazione dei modesti spessori di terreno vegetale e delle usuali quote di imposta delle fondazioni degli aerogeneratori, questo strato non è stato caratterizzato dal punto di vista meccanico. Per esso si assume un peso dell'unità di volume pari a 19 kN/m³.

- Strato 1 - argille alterate di colore nocciola con patine di ossidazione ocracee (AA)
- Strato 2 - argille localmente lievemente alterate, con patine di ossidazione ocracee, passanti alla sottostante formazione di base (AL):

Gli strati (AA) e (AL) si differenziano per una colorazione leggermente diversa e soprattutto per la natura della alterazione che è significativa nel primo strato e lieve nel secondo; i parametri geotecnici deducibili dall'elaborazione dei risultati delle prove di laboratorio forniscono valori simili, tuttavia per l'imposta delle fondazioni degli aerogeneratori esistenti era stato deciso di evitare lo strato (AA) anche attraverso l'esecuzione di scavi più profondi e la sostituzione di terreno con calcestruzzo magro di riempimento (WTG5) o con materiale provenienti da cave di prestito adeguatamente compattati (WTG2, WTG3, WTG6, WTG9).

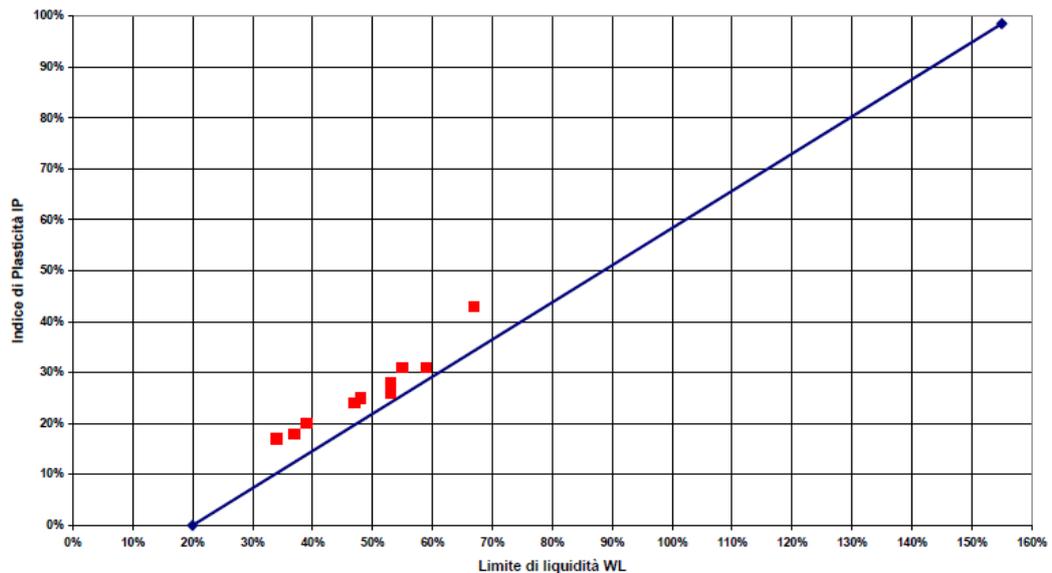
Dal punto di vista granulometrico, questi terreni possono essere classificati come argille limose e in alcuni casi come limi argillosi. Si tratta di terreni di media-alta plasticità.

Il loro peso dell'unità di volume è mediamente pari a 19 kN/m³.

- Strato 3 : formazione integra del Flysch Numidico, in facies pelitica, costituita da argille con struttura a scaglie e/o superfici concoidi più o meno evidenti, di colore grigio (AS).

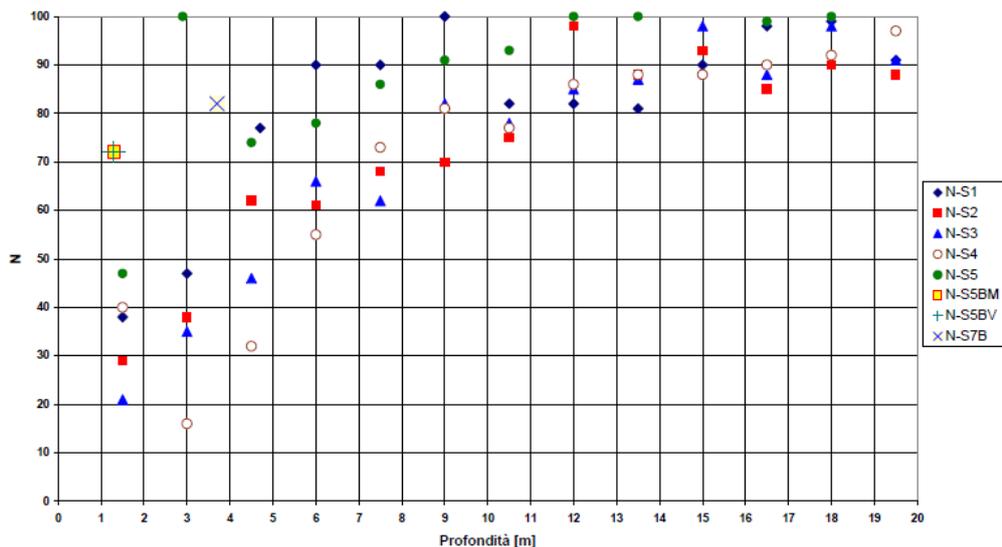
Dal punto di vista granulometrico, questo terreno può essere classificato come limo argilloso e in alcuni casi argilla limosa. Si tratta di un terreno di media-alta plasticità e di elevata consistenza. Il suo peso dell'unità di volume è mediamente pari a 20 kN/m³.

Carta di plasticità di Casagrande



Negli strati AA, AL e AS, a diverse profondità, sono state eseguite prove di laboratorio (prove triassiali consolidate e non drenate TX-CIU - sondaggi S2, S3, S4, S5, prove di taglio diretto TD - sondaggi S2, S4, prove edometriche - sondaggi S1, S2, S3, S4, S5) e prove in sito (SPT), oltre a prove con il pocket-penetrometer sulle carote prelevate nel corso dei sondaggi.

Risultati SPT

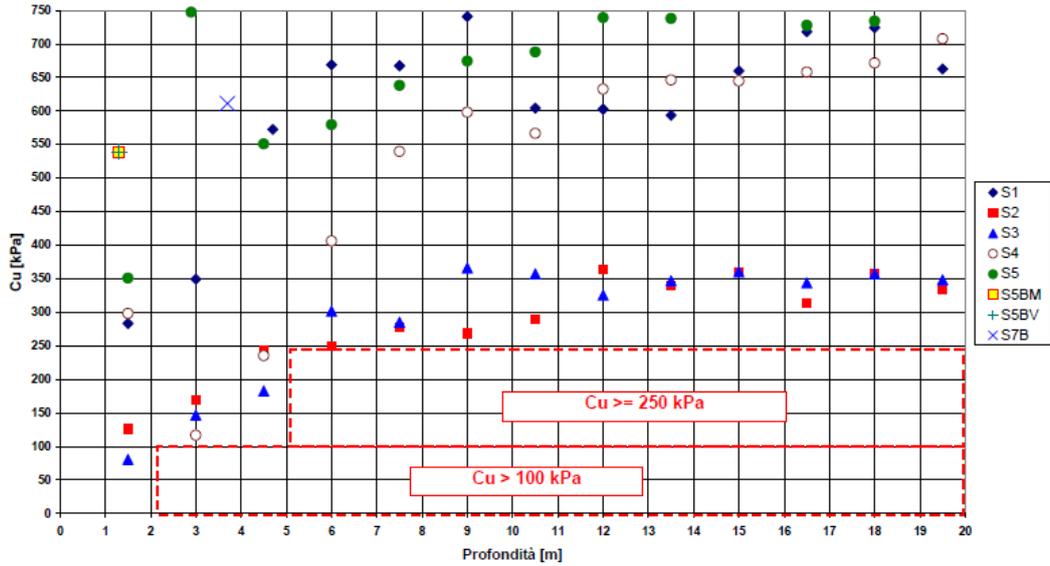


Nel grafico inserito in precedenza sono riportati i risultati delle prove SPT, espressi in numero

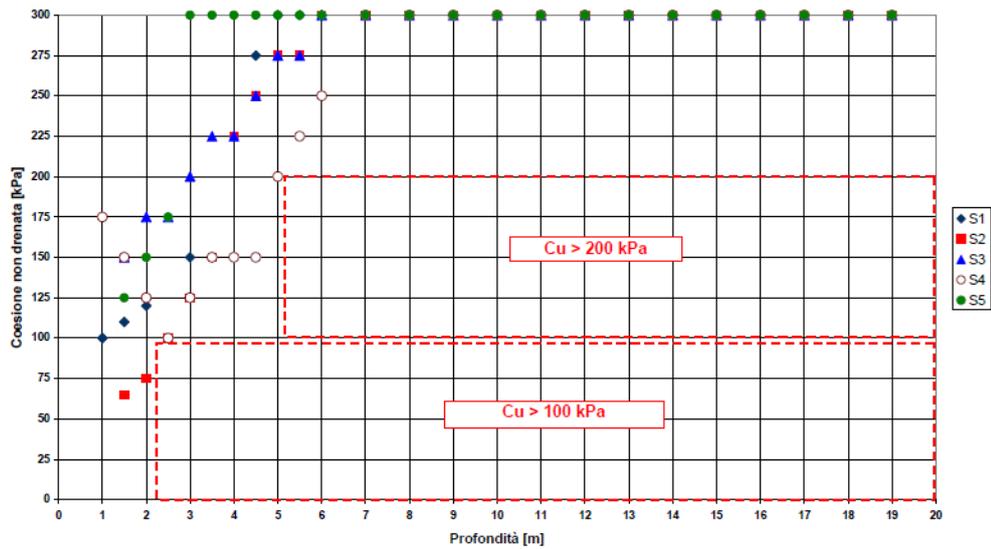
di colpi, in funzione della profondità dal piano campagna.

La resistenza non drenata (o coesione non drenata), c_u , può essere ricavata dalle prove eseguite con il pocket penetrometer sulle carote prelevate nel corso dei sondaggi e dall'interpretazione delle prove SPT.

Coesione non drenata dedotta da SPT



Penetrometro tascabile

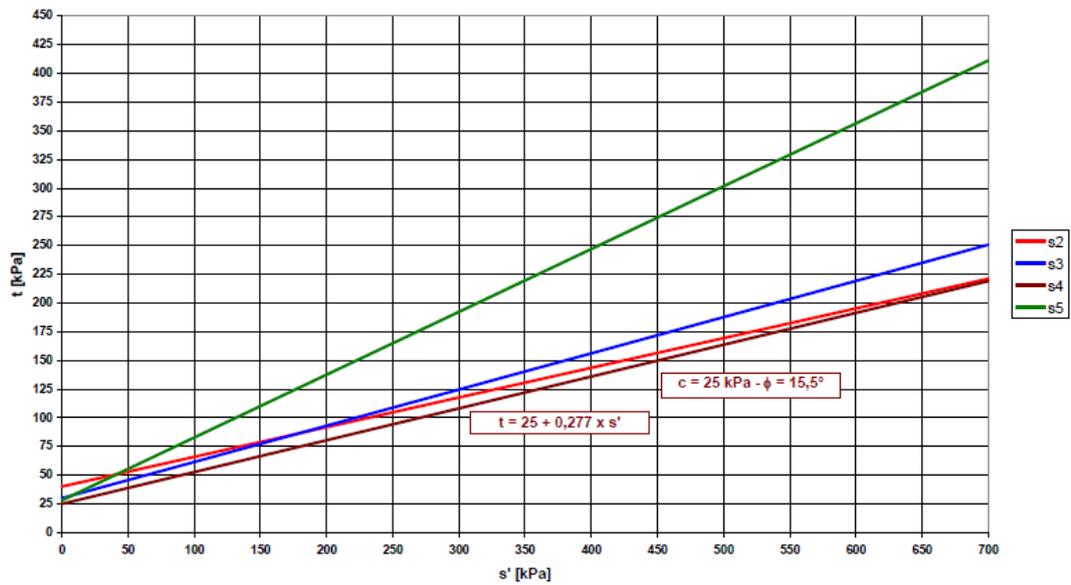


Sono poi riportati i valori della coesione non drenata ottenuta da tali prove in funzione della profondità; si nota che:

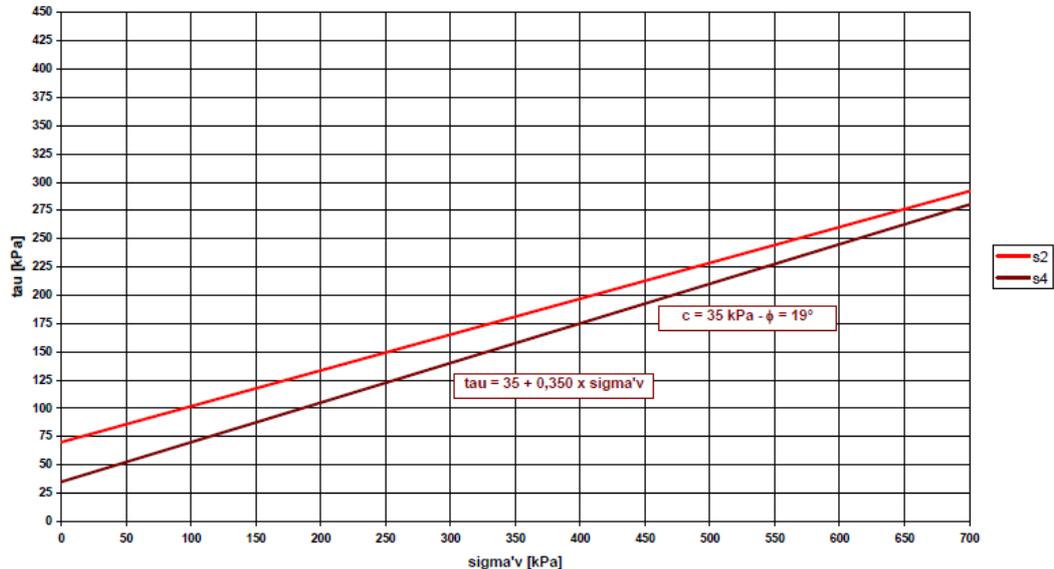
- trascurando i primi 2 metri che non sono in nessun caso interessati dal piano di posa delle fondazioni, nell'ambito dei primi 5 m di profondità la cu assume valori variabili tra 100 e 300 kPa;
- al di sotto di tale profondità, la cu assume valori sempre superiori a 200 kPa. Si adottano, cautelativamente, due valori di coesione non drenata:
 - Profondità 2 – 5 m: $c_u = 100$ kPa;
 - Profondità 5 – 20 m, $c_u = 200$ kPa.

Per quanto riguarda i parametri di resistenza in condizioni drenate, si sono utilizzati i risultati delle prove TX-CIU e TD.

Prove Triassiali - TX-CIU



Prove di taglio diretto



I parametri geotecnici sono stati dedotti da un numero limitato di prove, 3 di tipo TX-CIU e 1 di tipo TD per gli strati meno profondi (fino a 5 m) e solo 1 prova di tipo TXCIU e 1 di tipo TD per gli strati più profondi (oltre 5 m); tutte le prove sono caratterizzate da un'intercetta coesiva non inferiore a 25 kPa; i valori dell'angolo di attrito ottenuto sono sempre superiori a 15° per gli strati meno profondi e a 20° per gli strati più profondi.

Sono stati adottati, cautelativamente, due coppie di parametri c' e ϕ :

- Profondità 2 – 5 m, $c' = 25$ kPa, $\phi = 15^\circ$;
- Profondità 5 – 20 m, $c' = 25$ kPa, $\phi = 20^\circ$.

Per quanto riguarda i parametri di deformabilità si fa riferimento a correlazioni empiriche con la resistenza non drenata, che pongono il modulo di Young pari a:

$$E_U = \alpha \cdot c_u$$

con il coefficiente α che, per i terreni in esame, può essere posto pari a 300.

Facendo riferimento al valor medio della coesione non drenata, si può ipotizzare che il modulo non drenato sia pari a 45 MPa (ottenuto per un valore medio della c_u di 150 kPa).

Dalle prove edometriche fu ricavato un valor medio del modulo di compressione edometrico che, in corrispondenza degli stati tensionali in sito e tenendo conto delle variazioni tensionali indotte dall'opera esistente, può essere posto pari a circa 10 MPa. Da esso, ipotizzando un coefficiente di Poisson pari a 0,2, si può ricavare una stima modulo di Young in condizioni drenate. Esso risulta pari a 9 MPa.

Riassumendo i terreni in questione possono essere schematizzato con i parametri:

Tabella 1: Parametri fisico meccanici degli Strati superficiali (AA) e (AL)

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume [kN/m ³]	19,0
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100 (da circa 2,00 m a circa 5,00 m)

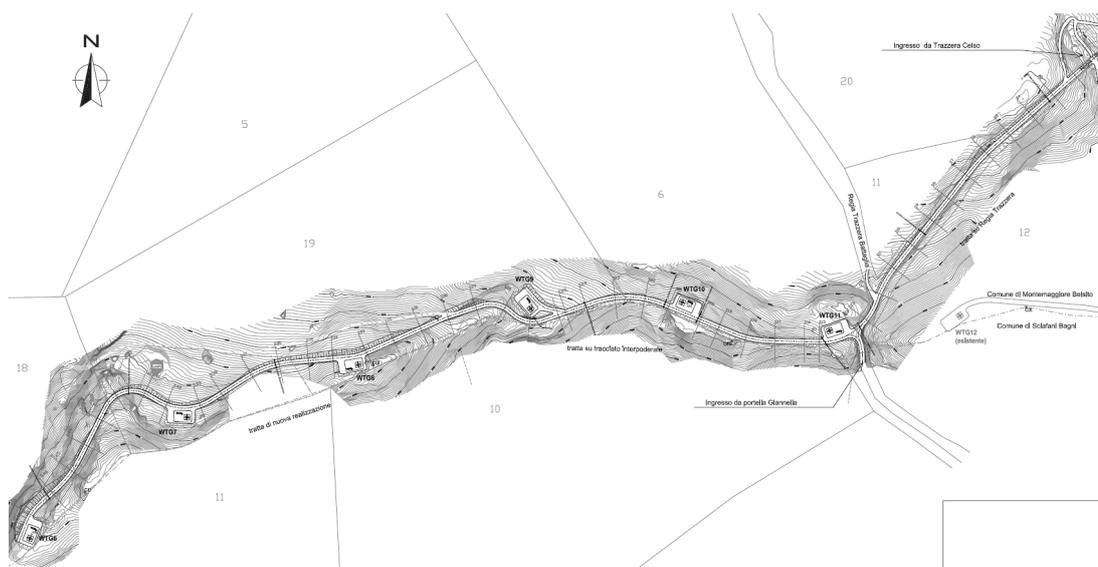
Coesione efficace, c' [kPa]	25
Angolo d'attrito, φ' [°]	15
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	45
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	9
Coefficiente di Poisson, ν' [-]	0,2

Tabella 2: Parametri fisico meccanici degli Strati profondi (AS):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume [kN/m ³]	20,0
Coesione non drenata, c_u [kPa]	200 (da circa 5,00 m a 20,00 m)
Coesione efficace, c' [kPa]	25
Angolo d'attrito, φ' [°]	20
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	45
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	9
Coefficiente di Poisson, ν' [-]	0,2

6.3. CARATTERIZZAZIONE FISICO-MECCANICA DEI TERRENI (AREA DI MONTAMAGGIORE)

A seguire vengono inseriti gli estratti dalla relazione geotecnica "RELAZIONE DI CALCOLO E GEOTECNICA PER IL CALCOLO DELLE FONDAZIONI". Tale relazione non contiene la parte inerente la trattazione dei dati geotecnici inserendo solo i dati finali e conclusivi senza trattare nel dettaglio come questi ultimi siano stati ottenuti a partire dai dati ricavati durante la campagna di indagini.



6.4. DATI DA BIBLIOGRAFIA AREA DI MONTAMAGGIORE BELSITO

6.4.1. CAMPAGNA DI INDAGINI IMPIANTO DI MONTEMAGGIORE BELSITO

Per la realizzazione del progetto furono eseguite le seguenti indagini:

- 5 Carotaggi a una profondità di 17 m;
- prelievo di campioni indisturbati e rimaneggiati;
- determinazioni di granulometria e plasticità dei terreni;
- determinazione delle proprietà fisiche di stato (contenuto d'acqua, peso dell'unità di volume, porosità, ecc.)
- prova di taglio triassiale consolidata isotropicamente drenata (Tx CID);
- prova di taglio diretto consolidata anisotropicamente drenata (DS CK0D) su campioni indisturbati

6.4.2. DEFINIZIONE DELLE "STRATIGRAFIE TIPO" PER AREA DI INTERVENTO (AREA DI MONTEMAGGIORE BELSITO)

Da quanto sopra è possibile caratterizzare l'area di progetto dal punto di vista litostratigrafico con la presenza di tre litotipi, il primo, costituente la coltre superficiale (CS-S) costituito da suolo agrario e terreno a consistenza sabbiosa mentre gli altri due litotipi denominati (SL) e (AR) costituiti da un intervallo litologico passante da arenarie, arenarie massive ed arenarie friabili fino alle sabbie (in riferimento anche a dati ricavati per l'area in esame dalla bibliografia tecnica esistente).

Viene quindi riportata la seguente classificazione geotecnica dei terreni afferenti l'area di progetto:

- (CS-S) - Coltre superficiale costituita da terreno agrario:
 - La coltre superficiale raggiunge uno spessore di circa un metro, presenta caratteristiche meccaniche più scadenti e si presenta a granulometria sabbiosa-limosa di colore marrone scuro
- (AR) - Arenarie massive e arenarie friabili:
 - Ha caratteristiche geotecniche migliori del precedente, è costituito da arenarie massive e arenarie friabili di colore grigio e di colore giallastro con argille consistenti di colore bruno e di colore grigio. Le arenarie massive e le arenarie friabili a volte si alternano in banchi di potenza variabile nell'ordine del metro.
- (SL) - Sabbia limosa con strati di arenaria più o meno cementata
 - Sono terreni costituiti da sabbie limose di colore giallo-bruno frammiste a frammenti litici arenacei, a volte presenti in orizzonti associati alle arenarie

6.4.3. CARATTERIZZAZIONE FISICO MECCANICA DEI TERRENI (AREA DI MONTEMAGGIORE BELSITO)

Tabella 3: Parametri fisico meccanici degli Strati di copertura (CS-S):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	19
Peso dell'unità di volume saturo γ_s [kN/m ³]	20
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100

Coesione efficace, c' [kPa]	0
Angolo d'attrito, φ' [°]	24
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	30
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	10

Tabella 4: Parametri fisico meccanici degli Strati arenacei (AR):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	19
Peso dell'unità di volume saturo γ_s [kN/m ³]	20
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100
Coesione efficace, c' [kPa]	0
Angolo d'attrito, φ' [°]	24
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	30
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	10

Tabella 5: Parametri fisico meccanici degli Strati sabbioso limosi (SL):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	20
Peso dell'unità di volume saturo γ_s [kN/m ³]	21
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100
Coesione efficace, c' [kPa]	0
Angolo d'attrito, φ' [°]	26
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	30
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	10

6.5. CONSIDERAZIONI FINALI

In base ai dati analizzati, le prime considerazioni sono le seguenti:

Geotecnica

Le analisi geotecniche effettuate a valle delle indagini condotte in passato, per quanto riguarda prove di taglio o prove triassiali, hanno fornito indicazioni interessanti anche se risultano in numero inferiori ad una per aereogeneratore per il campo eolico esistente. È stato inoltre consultato il set di analisi e dati raccolti per l'area del limitrofo impianto eolico di Valledolmo (PA). Nonostante non siano disponibili i certificati d'analisi, si ritiene in via preliminare e con le dovute accortezze cautelative, di poter ritenere valide e replicabili le condizioni riscontrate dalle indagini passate per il dimensionamento del nuovo impianto. Tali condizioni saranno comunque verificate da un'opportuna campagna di indagini di dettaglio durante la fase esecutiva del progetto.

Geofisica

Le indagini svolte in passato includevano indagini geofisiche di modesta interpretazione. Al fine di ottenere un valore utilizzabile per la progettazione preliminare, è stato ritenuto ragionevole l'utilizzo di valori tipici per il Flysh Numidico nell'area, che indicano una classe B.

7. MICROZONAZIONE SISMICA E PERICOLOSITA' SISMICA DEL SITO

7.1. PREMESSA

Le aree in esame posta a cavallo del confine tra il comune di Montemaggiore Belsito e Sclafani Bagni sismica 2 a cui corrisponde un'accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico pari a 0.25 ag/g, mentre dal punto di vista della pericolosità sismica (espressa in termini di accelerazione massima del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni riferiti a suoli molto rigidi), il territorio comunale rientra per la maggior nella fascia di valori 0,100 - 0,125 g, e per una porzione nella fascia 0.125 - 0.150 g.

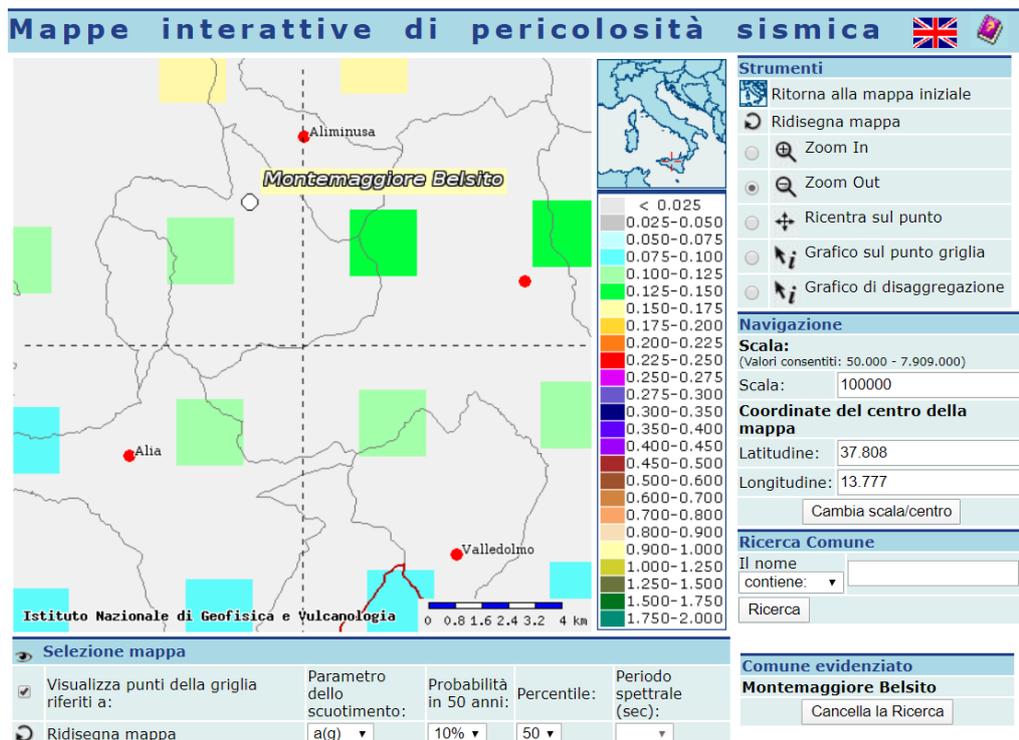


Figure 17 - Mappa di pericolosità sismica

7.2. FAGLIE ATTIVE E FONTI SISMOGENETICHE

Per verificare la presenza di faglie attive e capaci (FAC) nel territorio in esame, si è fatto riferimento al Progetto ITHACA (ITaly HAZards from Capable faults) - Catalogo delle faglie attive e capaci e al DISS 3.2.0 (Database of Individual Seismogenic Sources).

La loro consultazione non ha evidenziato la presenza di tali elementi strutturali nei territori comunali analizzati.

La presenza di faglie è comunque evidente nel territorio e sono state cartografate in letteratura.

Per la loro definizione si è quindi fatto riferimento alle linee guida regionali, dove una faglia può definirsi "attiva" quando mostra evidenze di almeno un'attivazione negli ultimi 40.000 anni, prescrivendo, in tal caso, le necessarie analisi paleosismologiche per l'accertamento delle sue caratteristiche geometriche e sismogenetiche e l'adozione delle opportune zone di rispetto.

Per la definizione del pericolo derivante dall'eventuale presenza di FAC, sono stati quindi consultati i cataloghi ITHACA-ISPRA e i dati presenti nel DISS dell'INGV. In essi non è stata rilevata la presenza di strutture di tale tipo.

Le evidenti, e visibili, faglie che sono state rilevate durante gli studi pregressi o riscontrate nella consultazione di carte geologiche realizzate nell'area in studio possono pertanto essere classificate come Faglie Potenzialmente attive e Capaci (FPAC).

Le FPAC sono riportate nella Carta Geologica e, per queste faglie, la cui identificazione è stata effettuata essenzialmente con l'ausilio di dati di letteratura, non è prevista alcuna zonazione, come definito nelle Linee Guida.



Figure 18 - Progetto ITHACA (ITaly HAZards from CAPable faults) - Catalogo delle faglie attive e capaci (FAC)

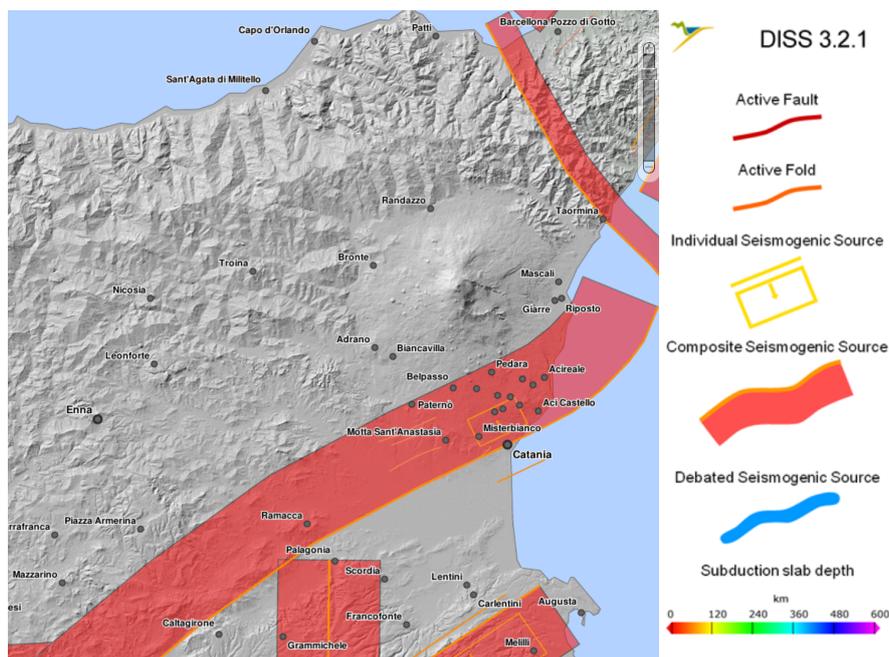


Figure 19 - Zone sismogenetiche DISS 3.2.0 (Database of Individual Seismogenic Sources)

7.3. SISMICITÀ STORICA E PERICOLOSITÀ SISMICA DEL TERRITORIO

Numerosi sono i grandi terremoti che hanno colpito la Sicilia in epoca storica, ma per quelli antecedenti al 1600 non si hanno informazioni sufficienti che consentano la ricostruzione accurata degli effetti macrosismici, determinando quindi imprecisione nella definizione della mappa delle massime intensità.

Di seguito sono descritti gli eventi principali che dal XVII secolo hanno avuto effetti macrosismici significativi nella Sicilia Settentrionale.

L'inquadramento storico della sismicità della zona può iniziare con il riferimento ai grandi terremoti che hanno colpito la Sicilia in epoca storica e al risentimento che questi ultimi hanno indotto nell'area in studio.

L'evento dell'11 gennaio 1693 è storicamente ricordato come uno dei più catastrofici mai avvenuto sul territorio nazionale. Il terremoto rase al suolo la città di Catania, Lentini e Noto. Il terremoto fu avvertito con spavento in tutta l'isola. A Palermo si lamentarono leggeri danni.

Il terremoto siciliano del 1693, VIII grado della scala Mercalli, rappresenta uno dei pochi eventi per i quali sia stato possibile ricostruire l'intero quadro macrosismico con apprezzabile dettaglio grazie ad una approfondita relazione stesa dal Duca di Camastra indirizzata al Vicere di Sicilia che lo aveva incaricato di una ricognizione nei paesi colpiti dal terremoto.

I dati analizzati suggeriscono un movimento di tipo inverso (thrust) con cinematica transpressiva (compressione e scorrimento) lungo piani ad andamento NE-SW.

È importante capire la geologia di questo settore: esso costituisce una porzione della Catena Maghrebide Siciliana, che si sviluppa in direzione E-W, sottoposta a processi di assottigliamento crostale, collegata al Bacino Tirrenico, caratterizzato da processi di oceanizzazione.

Questi processi di assottigliamento crostale sarebbero stati accoppiati circa 3,5 milioni di anni fa, nel settore sud-tirrenico prospiciente la costa settentrionale siciliana, ad un regime tettonico trascorrente che ha causato l'attivazione di un'ampia zona di taglio destro orientata circa E-O.

Nelle aree di esame l'attività sismica registrata è dipendente agli eventi definiti come "Sicilia settentrionale" e "Valle del Belice" tuttavia, è da considerarsi che gli eventi maggiori sopracitati presumibilmente hanno interessato l'area ma non sono stati registrati.

Vista la complessiva pericolosità sismica, il comune di Montemaggiore Belsito e di Sclafani Bagni sono inseriti in Zona Sismica 2.

Numero di eventi: 6

Effetti	In occasione del terremoto del:					
I [MCS]	Data	Ax	Np	Io Mw		
7	1823 03 05 16:37	Sicilia settentrionale	107	6.47 ±0.15		
NF	1892 03 16 12:38	ALICUDI	28	7 5.29 ±0.31		
NF	1905 09 08 01:43	Calabria meridionale	895	7.04 ±0.16		
6-7	1968 01 15 02:01	Valle del Belice	163	10 6.33 ±0.13		
3	1993 06 26 17:47	POLLINA	47	6 4.95 ±0.09		
NF	2005 11 03 09:19	Costa siciliana settentrion.	61	4-5 3.86 ±0.22		

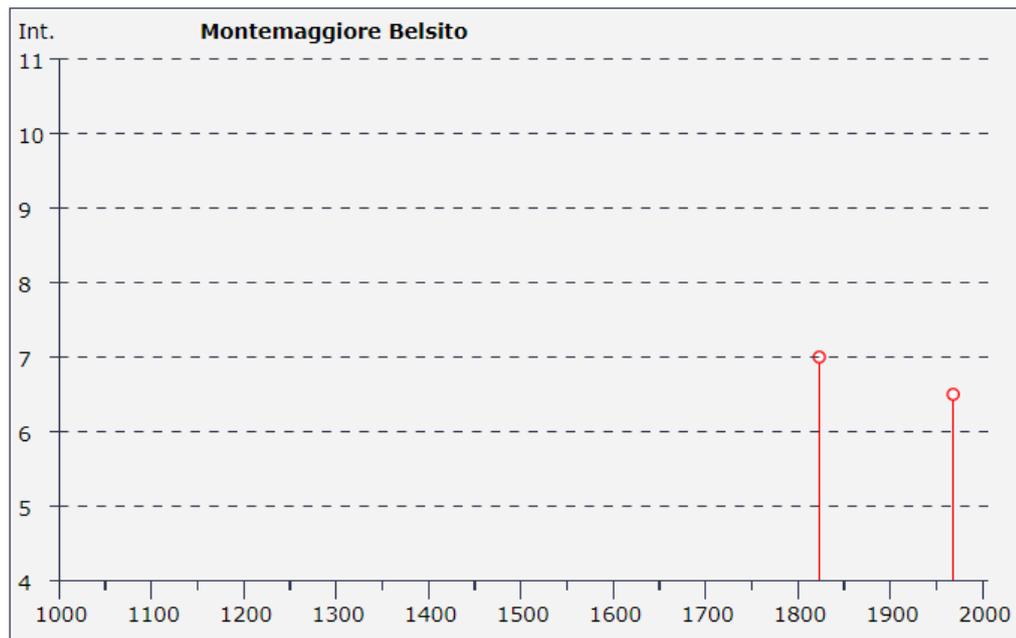


Figure 20 - Sismi principali di Montemaggiore Belsito

7.4. STIMA CATEGORIA SUOLO

Stima categoria di sottosuolo secondo le norme tecniche per le Costruzioni 17-01-2018 (NTC 2018).

Secondo la normativa vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipendente dal valore V_s eq definito dalla seguente equazione:

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

Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità.

Le velocità sismiche di riferimento provengono da studi eseguiti in zona che evidenziano velocità, per le litologie prese in considerazione, tali da porre le litologie prese in esame nella categoria B ovvero:

“ Rocce tenere e depositi a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fine molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra i 360 m/s e 800 m/s”

7.5. SISMICITÀ DELL'AREA

7.5.1. PREMESSA

Di seguito viene fornito un inquadramento generale sulla classificazione sismica dell'area in esame nel rispetto delle disposizioni delle Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni del Decreto Ministeriale del 17/01/2018.

- A) Secondo la normativa vigente la tipologia del suolo di fondazione è dipendente dal valore $V_{s,eq}$ definito dalla seguente equazione:

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

- B) Per depositi con profondità H del substrato superiore a 30 m, la velocità equivalente delle onde di taglio $V_{s,eq}$ è definita dal parametro
- C) $V_{s,30}$, ottenuto ponendo $H=30$ m nella precedente espressione e considerando le proprietà degli strati di terreno fino a tale profondità
- D) Le verifiche strutturali nei diversi stati limiti vanno condotte adottando le azioni sismiche che sono funzione della "pericolosità sismica" dell'area in esame. La "pericolosità sismica" è definita a partire dall'accelerazione orizzontale massima attesa a_g in condizioni di campo libero su suolo rigido, con piano campagna orizzontale.

Le azioni di progetto dovute al sisma si ricavano dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali definite in funzione dei parametri:

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito

F_0 = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale

T_{c^*} = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

I valori di tali parametri sono riportati nella tabella esposta nell'Allegato A del decreto, grazie alla quale i parametri dell'area in esame vengono ottenuti per interpolazione lineare tra quattro punti di una griglia di punti prefissati sul territorio

Utilizzando il software dedicato si ricavano gli spettri di risposta elastica delle componenti orizzontali di moto, per i diversi periodi di ritorno considerati dal D.M.

7.5.2. MICROZONIZZAZIONE SISMICA

La microzonazione sismica ha lo scopo di riconoscere ad una scala sufficientemente piccola (scala comunale o sub comunale) le condizioni di sito che possono modificare sensibilmente le caratteristiche del moto sismico atteso (risposta sismica locale) o possono produrre deformazioni permanenti rilevanti per le costruzioni e le infrastrutture.

In sostanza lo studio di microzonazione restituisce una mappa del territorio nella quale sono indicate:

- le zone in cui il moto sismico viene modificato rispetto a quello atteso in condizioni ideali di terreno rigido (suolo A della norma nazionale) e pianeggiante, a causa delle caratteristiche litostratigrafiche del terreno e geomorfologiche del territorio.
- le zone in cui sono presenti o suscettibili di attivazione fenomeni di deformazione permanenti del territorio indotti o innescati dal sisma (instabilità di versante, assestamenti, liquefazioni, fagliazione superficiale).

Nel caso in esame, la copertura superficiale appare superiore alla profondità di posa delle fondazioni, ed il bedrock sismico ($V_s > 800$ m/sec) non viene raggiunto; si avrà pertanto un'amplificazione sismica locale dovuta alla presenza del "letto" superficiale di sedimenti.

7.5.3. EFFETTI DI AMPLIFICAZIONE TOPOGRAFICA

Le verifiche sugli effetti di amplificazione topografica si basano puramente su criteri di tipo morfometrico/morfologico; per le sezioni e le misurazioni si è fatto riferimento alla cartografia disponibile.

Categoria topografica	Ubicazione opera	St
T1 (sup. pianeggiante, pendii e rilievi isolati con incl. media <= 15°)	-	1.0
T2 (pendii con inclinazione media > 15°)	Sommità del pendio	1.2
T3 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media compresa tra 15-30°)	Cresta del rilievo	1.2
T4 (rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base ed inclinazione media > 30°)	Cresta del rilievo	1.4

Figure 21 - Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica (tabella 3.2.IV della N.T.C.):

Nel caso specifico, a fini cautelativi e vista l'orografia variabile del sito si è deciso di utilizzare una categoria T3, il valore di riferimento è St = 1.2

7.6. PERICOLOSITÀ SISMICA DI BASE

Data: 05/05/2020

Vita nominale (Vn): 50 [anni]

Classe d'uso: II

Coefficiente d'uso (Cu): 1

Periodo di riferimento (Vr): 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLO: 30 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLD: 50 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLV: 475 [anni]

Periodo di ritorno (Tr) SLC: 975 [anni]

Tipo di interpolazione: Media ponderata

Coordinate geografiche del punto

Latitudine (WGS84): 37,8095016 [°]

Longitudine (WGS84): 13,7832136 [°]

Latitudine (ED50): 37,8105621 [°]

Longitudine (ED50): 13,7840586 [°]

Coordinate dei punti della maglia elementare del reticolo di riferimento che contiene il sito e valori della distanza rispetto al punto in esame

Punto	ID	Latitudine (ED50) [°]	Longitudine (ED50) [°]	Distanza [m]
1	46513	37,834690	13,743290	4474,34
2	46514	37,834530	13,806400	3309,44
3	46736	37,784530	13,806160	3485,84
4	46735	37,784690	13,743110	4606,80

Parametri di pericolosità sismica per TR diversi da quelli previsti nelle NTC, per i nodi della maglia elementare del reticolo di riferimento

Punto 1

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,039	2,415	0,240
SLD	50	0,050	2,384	0,267
	72	0,059	2,420	0,278
	101	0,068	2,408	0,287
	140	0,078	2,420	0,295
	201	0,090	2,424	0,306
SLV	475	0,124	2,471	0,321
SLC	975	0,159	2,512	0,331
	2475	0,215	2,560	0,340

Punto 2

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,040	2,419	0,244
SLD	50	0,052	2,383	0,268
	72	0,060	2,414	0,280
	101	0,071	2,397	0,287
	140	0,081	2,415	0,294
	201	0,094	2,406	0,305
SLV	475	0,131	2,445	0,318
SLC	975	0,169	2,482	0,327
	2475	0,229	2,545	0,335

Punto 3

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,037	2,420	0,234
SLD	50	0,046	2,409	0,270
	72	0,054	2,432	0,281
	101	0,061	2,447	0,294
	140	0,070	2,442	0,305
	201	0,080	2,489	0,314
SLV	475	0,108	2,542	0,332
SLC	975	0,136	2,589	0,345
	2475	0,179	2,641	0,357

Punto 4

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,036	2,415	0,230
SLD	50	0,045	2,417	0,267
	72	0,053	2,434	0,279
	101	0,060	2,462	0,292
	140	0,068	2,452	0,304
	201	0,077	2,494	0,315
SLV	475	0,103	2,566	0,334
SLC	975	0,129	2,609	0,349
	2475	0,170	2,664	0,363

Punto d'indagine

Stato limite	Tr [anni]	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]
SLO	30	0,038	2,418	0,237
SLD	50	0,049	2,398	0,268
SLV	475	0,117	2,503	0,326
SLC	975	0,149	2,545	0,337

7.7. PERICOLOSITÀ SISMICA DI SITO

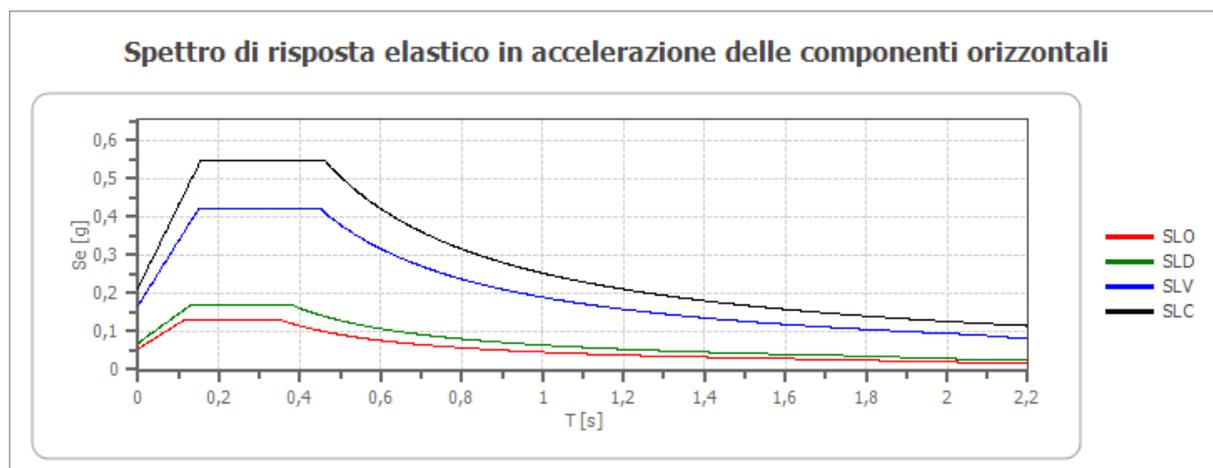
Coefficiente di smorzamento viscoso ξ : 5 %
 Fattore di alterazione dello spettro elastico $\eta=[10/(5+\xi)]^{(1/2)}$: 1,000
 Categoria sottosuolo: B
 Categoria topografica:
 T3: Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media compresa tra 15° e 30°

Stabilità di pendii e fondazioni

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0,011	0,014	0,040	0,052
kv	0,005	0,007	0,020	0,026
amax [m/s ²]	0,533	0,685	1,652	2,105
Beta	0,200	0,200	0,240	0,240

Fronti di scavo e rilevati

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	--	0,033	0,064	--
kv	--	0,016	0,032	--
amax [m/s ²]	0,533	0,685	1,652	2,105
Beta	--	0,470	0,380	--

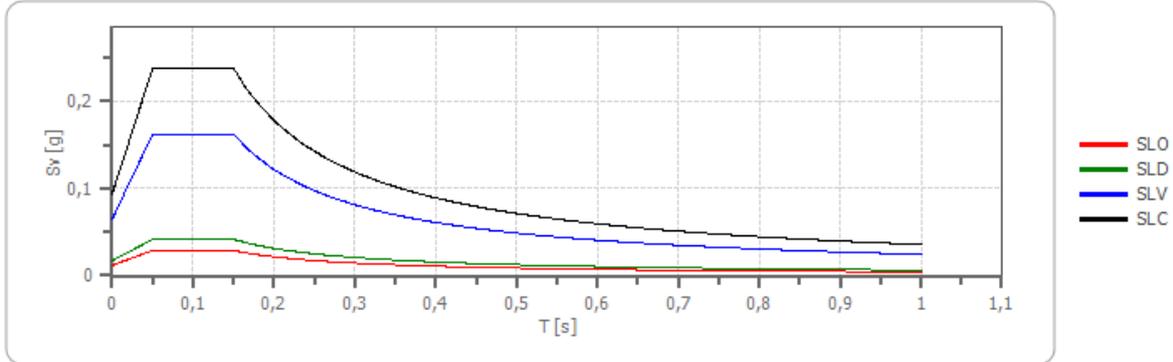
Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali


	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,038	2,418	0,237	1,200	1,470	1,200	1,440	1,000	0,116	0,349	1,751	0,054	0,131
SLD	1,0	0,049	2,398	0,268	1,200	1,430	1,200	1,440	1,000	0,128	0,384	1,794	0,070	0,168
SLV	1,0	0,117	2,503	0,326	1,200	1,380	1,200	1,440	1,000	0,150	0,450	2,068	0,169	0,422
SLC	1,0	0,149	2,545	0,337	1,200	1,370	1,200	1,440	1,000	0,154	0,462	2,196	0,215	0,546

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



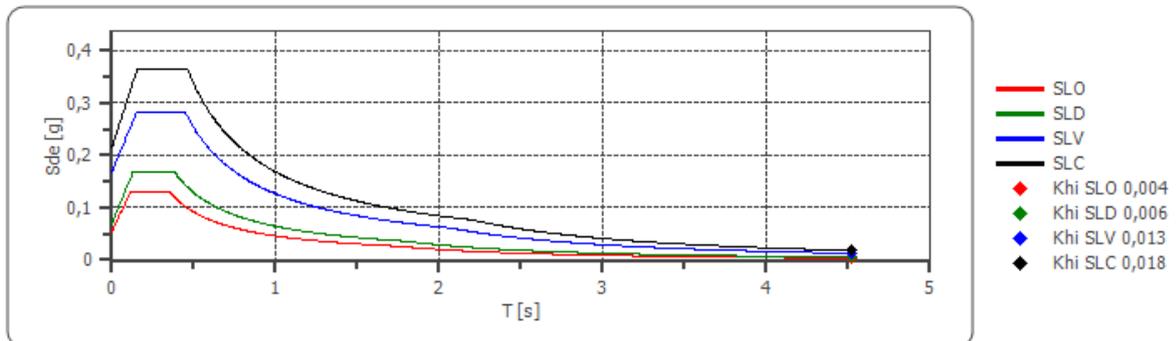
	cu	ag [g]	F0 [-]	Tc* [s]	Ss [-]	Cc [-]	St [-]	S [-]	η [-]	TB [s]	TC [s]	TD [s]	Se(0) [g]	Se(TB) [g]
SLO	1,0	0,038	2,418	0,237	1	1,470	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,029
SLD	1,0	0,049	2,398	0,268	1	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,042
SLV	1,0	0,117	2,503	0,326	1	1,380	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,065	0,162
SLC	1,0	0,149	2,545	0,337	1	1,370	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,093	0,237

Spettro di progetto

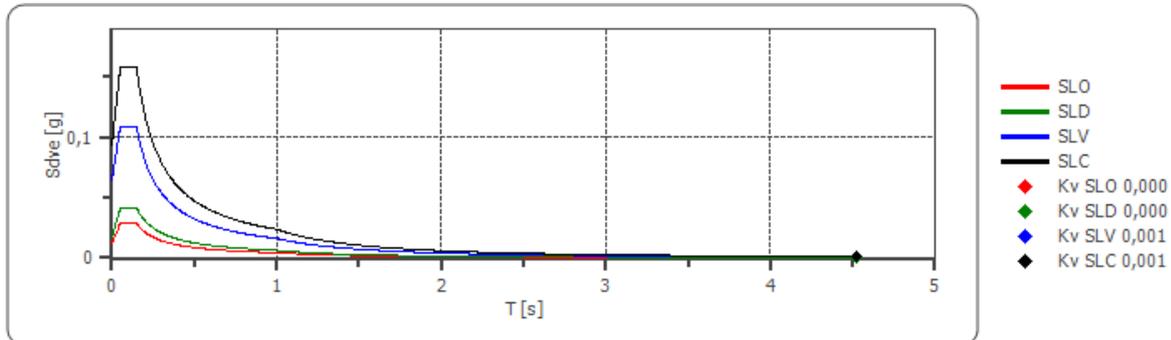
Fattore di struttura spettro orizzontale q: 1,50
 Fattore di struttura spettro verticale q: 1,50
 Periodo fondamentale T: 4,52 [s]

	SLO	SLD	SLV	SLC
khi = Sde(T) Orizzontale [g]	0,004	0,006	0,013	0,018
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	1,0	0,038	2,418	0,237	1,200	1,470	1,200	1,440	1,000	0,116	0,349	1,751	0,054	0,131
SLO verticale	1,0	0,038	2,418	0,237	1,200	1,470	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,012	0,029
SLD orizzontale	1,0	0,049	2,398	0,268	1,200	1,430	1,200	1,440	1,000	0,128	0,384	1,794	0,070	0,168
SLD verticale	1,0	0,049	2,398	0,268	1,200	1,430	1,200	1,200	1,000	0,050	0,150	1,000	0,017	0,042
SLV orizzontale	1,0	0,117	2,503	0,326	1,200	1,380	1,200	1,440	1,500	0,150	0,450	2,068	0,169	0,281
SLV verticale	1,0	0,117	2,503	0,326	1,200	1,380	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,065	0,108
SLC orizzontale	1,0	0,149	2,545	0,337	1,200	1,370	1,200	1,440	1,500	0,154	0,462	2,196	0,215	0,364
SLC verticale	1,0	0,149	2,545	0,337	1,200	1,370	1,200	1,200	1,500	0,050	0,150	1,000	0,093	0,158

8. CONCLUSIONI

Come riportato nell'incipit al report, questa relazione è stata redatta ricorrendo in parte a materiale disponibile in letteratura, alle indagini svolte in passato ed alle risultanze dei sopralluoghi.

Sono stati comunque controllati ed analizzati tutti i dati disponibili inerenti alle aree di progetto.

Ovviamente molte considerazioni dovranno essere verificate con le indagini geognostiche previste in fase esecutiva ma, in sintesi, in base alle assunzioni dei progettisti del parco eolico attuale ed in base alle verifiche condotte per questo report, si riportano di seguito le principali evidenze:

- a. I versanti, pur presentando forme morfologiche influenzate da processi erosivi, risultano nel complesso stabili benché siano presenti evidenze di fenomeni di crollo nelle porzioni più basse delle pareti rocciose del Pizzo Fico. Le numerose verifiche di stabilità che furono condotte, in funzione delle caratteristiche geotecniche e stratigrafiche ottenute dai sondaggi ed analisi eseguite nell'ambito dei lavori precedenti, non hanno evidenziato situazioni di instabilità. Si riserva di verificare tale condizione, una volta stabilita la posizione finale delle nuove WTG, effettuando ulteriori analisi di stabilità sito-specifiche;

- b. Sulle verticali su cui sono state edificate le turbine attuali, non sono risultate segnalazioni di processi morfogenetici importanti in atto. Si ricorda però che sono stati osservati piccoli dissesti (erosione accelerata e soliflussi) in prossimità delle WTG, quindi è fondamentale anche una corretta gestione delle acque;
- c. La successione stratigrafica, negli studi precedenti, è stata omogeneizzata al fine di definire stratigrafie tipo, a seconda dell'area dei campi eolici in progetto. Le caratteristiche geotecniche di queste "stratigrafie tipo" sono riportate nel paragrafo di riferimento;
- d. Caratterizzazione geotecnica: il numero di analisi geotecniche dovrà essere approfondito in fase di progetto esecutivo;
- e. Geofisica: Le indagini svolte in passato non includevano indagini geofisiche. Al fine di ottenere un valore utilizzabile per la progettazione preliminare, sono stati utilizzati quelli tipici per il Flysch Numidico nell'area, che indicano una classe B; in fase di progetto esecutivo dovranno essere effettuate delle prove specifiche
- f. Acque sotterranee: l'esecuzione dei sondaggi ha evidenziato la presenza potenziale di falde a profondità variabili dovute alla differente permeabilità degli strati costituenti i terreni più argillosi.

9. ALLEGATI

9.1. PARAMETRI GEOTECNICI AREA DI VALLEDOLMO

Tabella 6: Parametri fisico meccanici degli Strati superficiali (AA) e (AL)

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume [kN/m ³]	19,0
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100 (da circa 2,00 m a circa 5,00 m)
Coesione efficace, c' [kPa]	25
Angolo d'attrito, φ' [°]	15
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	45
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	9
Coefficiente di Poisson, ν' [-]	0,2

Tabella 7: Parametri fisico meccanici degli Strati profondi (AS)

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume [kN/m ³]	20,0
Coesione non drenata, c_u [kPa]	200 (da circa 5,00 m a 20,00 m)
Coesione efficace, c' [kPa]	25
Angolo d'attrito, φ' [°]	20
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	45
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	9
Coefficiente di Poisson, ν' [-]	0,2

9.2. PARAMETRI GEOTECNICI AREA DI MONTEMAGGIORE BELSITO

Tabella 8: Parametri fisico meccanici degli Strati di copertura (CS-S):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	19
Peso dell'unità di volume saturo γ_s [kN/m ³]	20
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100
Coesione efficace, c' [kPa]	0
Angolo d'attrito, φ' [°]	24
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	30
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	10

Tabella 9: Parametri fisico meccanici degli Strati arenacei (AR):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	19
Peso dell'unità di volume saturo γ_s [kN/m ³]	20
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100
Coesione efficace, c' [kPa]	0
Angolo d'attrito, φ' [°]	24
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	30
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	10

Tabella 10: Parametri fisico meccanici degli Strati sabbioso limosi (SL):

Parametro	Valore
Peso dell'unità di volume γ [kN/m ³]	20
Peso dell'unità di volume saturo γ_s [kN/m ³]	21
Coesione non drenata, c_u [kPa]	100
Coesione efficace, c' [kPa]	0
Angolo d'attrito, φ' [°]	26
Modulo di Young non drenato, E_u [MPa]	30
Modulo di Young drenato, E' [MPa]	10