

REGIONE
BASILICATA



Provincia MATERA



COMUNE DI ALIANO (MT)



**PROGETTO DEFINITIVO RELATIVO ALLA REALIZZAZIONE DI UN
IMPIANTO EOLICO COSTITUITO DA 6 AEROGENERATORI E
DALLE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA R.T.N.**

RELAZIONE GEOLOGICA

ELABORATO

A.2

PROPONENTE:



SKI 04 s.r.l.
via Caradosso n.9
Milano 20123
P.Iva 11479190966

PROGETTO E SIA:



ATECH srl
Via Caduti di Nassirya, 55
70124- Bari (BA)
pec: atechsrl@legalmail.it
Ing. Alessandro Antezza



Il DIRETTORE TECNICO
Ing. Orazio Tricarico



CONSULENZA:

Il Geologo
Giuseppe Amorosi



SOLARITES s.r.l.
piazza V. Emanuele II n.14
Ceva (CN) 12073

0	MAGGIO 2022	B.C.C	A.A. - O.T.	A.A. - O.T.	Progetto Definitivo
EM./REV.	DATA	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Sommario

PREMESSA.....	3
INQUADRAMENTO GEOGRAFICO	5
INQUADRAMENTO GEOLOGICO.....	6
CENNI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROLOGICI GENERALI	9
INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE.....	13
Sondaggio stratigrafico	13
Indagine sismica	14
CARATTERI GEOTECNICI	16
CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO.....	17
MODELLAZIONE SISMICA DELL'AREA INVESTIGATA	20
Pericolosità sismica di base ed effetti sismoindotti nelle aree in dissesto	20
Pericolosità sismica di base – accelerazione sismica attesa	23
Modello sismico del sito - valutazione dell'azione sismica.....	26
Modello sismico del sito – definizione delle condizioni stratigrafiche e topografiche	27
Modello sismico del sito - effetti di amplificazione locale	29
NOTE CONCLUSIVE	30

ALLEGATO A - CARTOGRAFIA TEMATICA

- TAVOLA G1 - COROGRAFIA (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G2 - CARTA GEOLOGICA (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G3 - CARTA GEOMORFOLOGICA (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G4 - CARTA IDROGEOLOGICA (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G5 - PROFILI GEOLOGICI (in scala 1:5.000)

ALLEGATO 1A - INDAGINI GEOGNOSTICHE

ALLEGATO B - CARTOGRAFIA TEMATICA

- TAVOLA G1B - COROGRAFIA CON UBICAZIONE INDAGINI (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G2B - CARTA GEOLOGICA (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G3B - CARTA GEOMORFOLOGICA (in scala 1:5.000)
- TAVOLA G4B - MODELLO GEOLOGICO (in scala 1:100)
- TAVOLA G5b - CARTA DEL RISCHIO (in scala 1:5.000)

ALLEGATO 1B - INDAGINI GEOGNOSTICHE (INDAGINI GEOFISICHE)

PREMESSA

Nella presente relazione vengono riportati i risultati dello studio geologico e geologico-tecnico preliminare, compiuto sui terreni interessati dalla progettazione di un "Parco Eolico per la produzione di energia elettrica da 39.6 MW in Agro del Comune di Aliano, Loc. "Le Serre".

A tal proposito lo scrivente Dott. Giuseppe Amorosi, geologo, iscritto all'O.R.G. Basilicata con il N°228, ha eseguito i necessari studi e ha redatto la seguente relazione volta alla definizione di un quadro geologico-ambientale funzionale e di ausilio alle più opportune scelte tecniche da adottare nelle successive fasi progettuali.

Il presente studio, volto a definire il modello geologico-geotecnico del sottosuolo, illustra e caratterizza gli aspetti stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici, litotecnici e fisici, preliminari con lo scopo precipuo di valutare, nella fase esecutiva, il conseguente livello di pericolosità geologica ed il comportamento prima e dopo la realizzazione dell'intervento in progetto, così come richiesto dalla normativa tecnica vigente ed in particolare della **CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP.** Istruzioni per l'applicazione dell' "Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018, del DM 17 Gennaio 2018 Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni" e delle loro relative norme di attuazione, in ottemperanza della **LEGGE REGIONE BASILICATA 6 agosto 1997 n. 38** e tenendo in debito conto le prescrizioni del *Piano dell'Autorità di Bacino della Basilicata* di cui alla **DELIBERA n. 26 del 5 dicembre 2001** (G.U. n. 11 del 14 gennaio 2002).

La consultazione delle norme di attuazione del **PIANO STRALCIO PER LA DIFESA DAL RISCHIO IDROGEOLOGICO** e della cartografia ad esso allegato ha confermato che l'area in oggetto non è soggetta a rischio idraulico ed idrogeologico, per cui l'area non è soggetta a prescrizioni particolari o restrizioni ai sensi dello stesso **Piano**.

In seguito alla pubblicazione dell'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, alla Deliberazione della Giunta Regionale di Basilicata n. 2000 del 4 novembre 2003 ed infine alla Legge Regionale n°9 del 2011 che ha aggiornato la classificazione sismica del territorio regionale, nella quale il territorio comunale di Aliano viene classificato come **zona 3a**, si è resa necessaria la caratterizzazione geotecnica e sismica dell'area in esame al fine di verificare le caratteristiche di tale area alla luce della nuova normativa tecnica per le costruzioni in zona sismica (**D.Min. Infrastrutture 17 gennaio 2018**).

E' stata eseguita con la ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio.

In considerazione dell'intervento da realizzare e della complessità del contesto geologico sono state eseguite specifiche indagini finalizzate alla documentata ricostruzione del modello geologico.

Esso è stato sviluppato in modo da costituire utile elemento di riferimento per il progettista per inquadrare i problemi geotecnici e per definire il programma delle indagini geotecniche.

I metodi e i risultati delle indagini verranno esaurientemente esposti e commentati in questa Relazione Geologica.

Sono stati effettuati numerosi sopralluoghi nella zona interessata e si è portato a termine il seguente piano di lavoro:

- Ricerca bibliografica di pubblicazioni e studi di carattere geologico effettuati nell'area d'interesse;
- Rilevamento geologico e geomorfologico di un'area sufficientemente ampia e delle zone specificatamente interessate dalle opere di progetto;
- Raccolta ed analisi di informazioni e dati provenienti da precedenti studi di carattere geologico ricadenti nell'area oggetto d'intervento ed in aree attigue.
- Indagini dirette ed indirette consistenti in n°1 sondaggio meccanico (30 mt.), n°1 prospezione sismica a rifrazione e n°1 prospezione MASW.

Obiettivo dello studio è stato quello di fornire un quadro di riferimento geologico e tecnico dei terreni affioranti nell'area esaminata al fine di una congrua valutazione delle caratteristiche geostrutturali e delle conseguenti scelte progettuali.

In particolare si dà evidenza del quadro geologico, geomorfologico e idrogeologico con riferimento all'acclività dei versanti ed al rischio frana, anche in relazione ai possibili impatti che la realizzazione dell'impianto e le opere civili connesse (strade di accesso, fondazioni, cavidotti interrati), potrebbero comportare sulla componente suolo e sottosuolo.

Ciò anche al fine di orientare le successive fasi di lavoro da realizzare per la progettazione esecutiva che prevedono la:

- Realizzazione campagna indagini geognostiche;
- Predisposizione di un puntuale studio di compatibilità geologica e geotecnica;
- Parametrizzazione geotecnica dei terreni di fondazione.

Lo studio ha peraltro puntato ad individuare preliminarmente le possibili problematiche di ordine geologico tecnico per poter pianificare e programmare le più opportune misure di prevenzione, protezione e mitigazione della pericolosità geomorfologica.

INQUADRAMENTO GEOGRAFICO

Il Comune di Aliano è ubicato a 498 m s.l.m., domina la Val d'Agri e il torrente Sauro nella parte centro-occidentale della provincia al confine con la parte centro-orientale della provincia di Potenza.

Confina a nord con i comuni di Stigliano (14 km) e Gorgoglione (20 km), ad est con Sant'Arcangelo (PZ) (17 km), a sud con Roccanova (PZ) (21 km) e ad ovest con Missanello (PZ) (14 km).

Fa parte della Comunità Montana Collina Materana. Dista 83 km da Matera e 76 km dal capoluogo di regione Potenza.

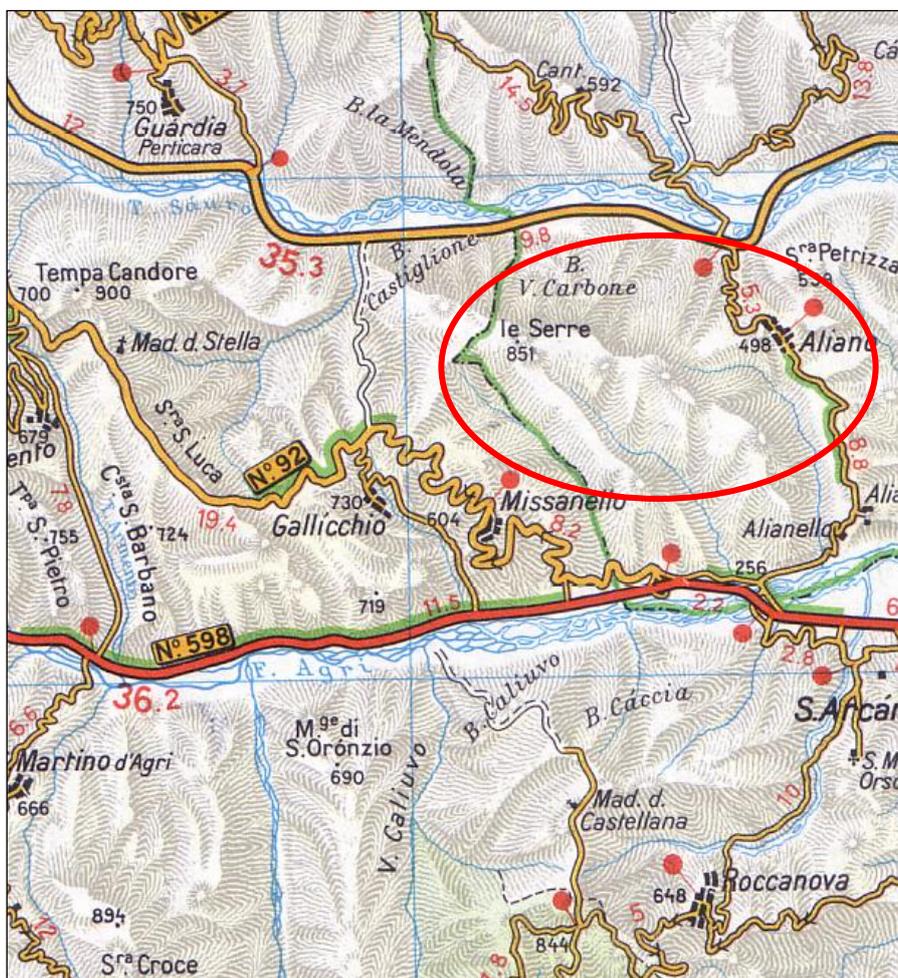


Fig.1: Inquadramento geografico

Su tale territorio si prevede la realizzazione di un parco eolico, per la produzione di energia elettrica da fonti rinnovabili, con l'installazione di n° 6 aerogeneratori.

Circa la precisa ubicazione degli stessi, le caratteristiche costruttive di tutte le opere previste, i fogli e le particelle catastalmente individuate, si rimanda agli elaborati tecnici. Strutturalmente, per ciò che attiene gli aerogeneratori, si prevede la realizzazione di fondazioni a pianta rettangolare o circolare di circa 12 m. di diametro, alte circa 1,80/3,00 m e posta ad una profondità di circa 3 m dal p.c., poggianti su pali trivellati in c.a. Ø 800/1000 mm, lunghi all'incirca 15-20 m.

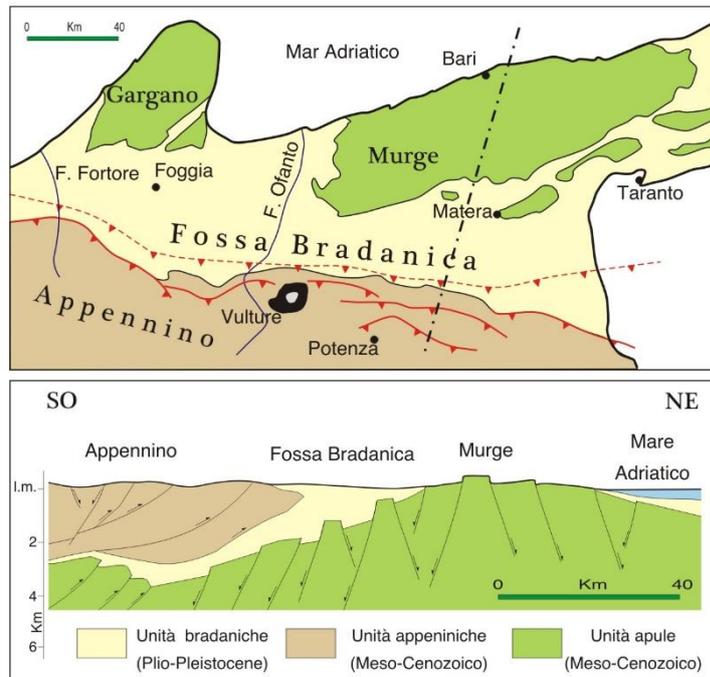


Fig.3 : Schema stratigrafico strutturale della Fossa Bradanica

I primi sedimenti della serie bradanica sono costituiti da argille marnose (emipelagiti di bacino poco profondo) spesse 100-150 m, di età via via più recente procedendo da ovest verso est, in conseguenza della migrazione del bacino nella stessa direzione. Le emipelagiti evolvono a sedimenti siltosi e sabbiosi spessi fino a 2000 m che rappresentano depositi di bacino profondo dovuti ad un'intensa sedimentazione torbidityca.

Sui depositi torbidityci poggiano altri sedimenti marini pleistocenici rappresentati da argille siltose di mare poco profondo, spesse alcune centinaia di metri; tali depositi affiorano diffusamente in tutta la Fossa Bradanica e sono noti in letteratura con il termine formazionale di *Argille subappennine*.

La successione bradanica si chiude con depositi clastici (sabbie e conglomerati) di ambiente litorale (spiaggia e delta) e di ambiente continentale (piana alluvionale di tipo braided e fluvio-lacustre) che testimoniano la regressione marina e la contestuale emersione dell'area iniziata nel Pleistocene inferiore (1.8 Ma); tali depositi sono noti in letteratura con i termini formali di *Sabbie di Aliano* (di ambiente marino) e *Conglomerato di Castronuovo e di Serra Corneta* (in parte di ambiente costiero e in parte di ambiente continentale).

Il bacino bradanico si inizia a delineare nel Pliocene inferiore (5 Ma); esso deve la sua formazione alla subduzione verso ovest della litosfera adriatica (Royden et al., 1994), un processo che nell'Appennino meridionale è già attivo a partire dal Miocene inferiore (23 Ma).

Durante questa fase si ha la flessura dell'avampaesè apulo che subisce un'intensa fratturazione con la formazione di una struttura a gradinata (horst e graben) con settori ribassati verso ovest. Come conseguenza di ciò si ha l'ingressione marina ed un

progressivo approfondimento del bacino. Tale approfondimento è guidato dalla retroflessione della litosfera adriatica e dal carico litostatico della catena appenninica il cui fronte progressivamente si sposta verso ovest sovrapponendosi agli stessi depositi di avanfossa. A partire dal Pleistocene inferiore-medio (0.6-0.7 Ma), l'arretramento della litosfera rallenta a causa della resistenza a subdurre della spessa litosfera continentale adriatica (Doglioni et al., 1994) Inizia una fase di sollevamento regionale e di regressione marina testimoniata dalla presenza di un trend regressivo nei sedimenti bradanici (argille-sabbie-conglomerati). Con il colmamento del bacino si ha l'emersione dell'intera area che da quel momento in poi non subisce movimenti significative e ciò si riflette sull'assenza di deformazioni importanti; l'assetto geologico generale è caratterizzato da una giacitura degli strati suborizzontale o clinostratificata secondo l'originaria superficie deposizionale.

CENNI GEOLOGICI, GEOMORFOLOGICI E IDROLOGICI GENERALI

L'area interessata dal progetto ricade nel del foglio 211 Sant'Arcangelo, della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

E' stato effettuato un accurato rilievo geologico dell'area estendendolo anche alle superfici di contorno per una migliore estrapolazione della locale litostratimetria.

Le formazioni affioranti appartengono ai depositi del Bacino di Sant'Arcangelo. Tale bacino sedimentario, già definito piggyback basin, ubicato in una posizione più interna rispetto all'avanfossa bradanica, si è formato in seguito alla fase tettonica mediopliocenica.

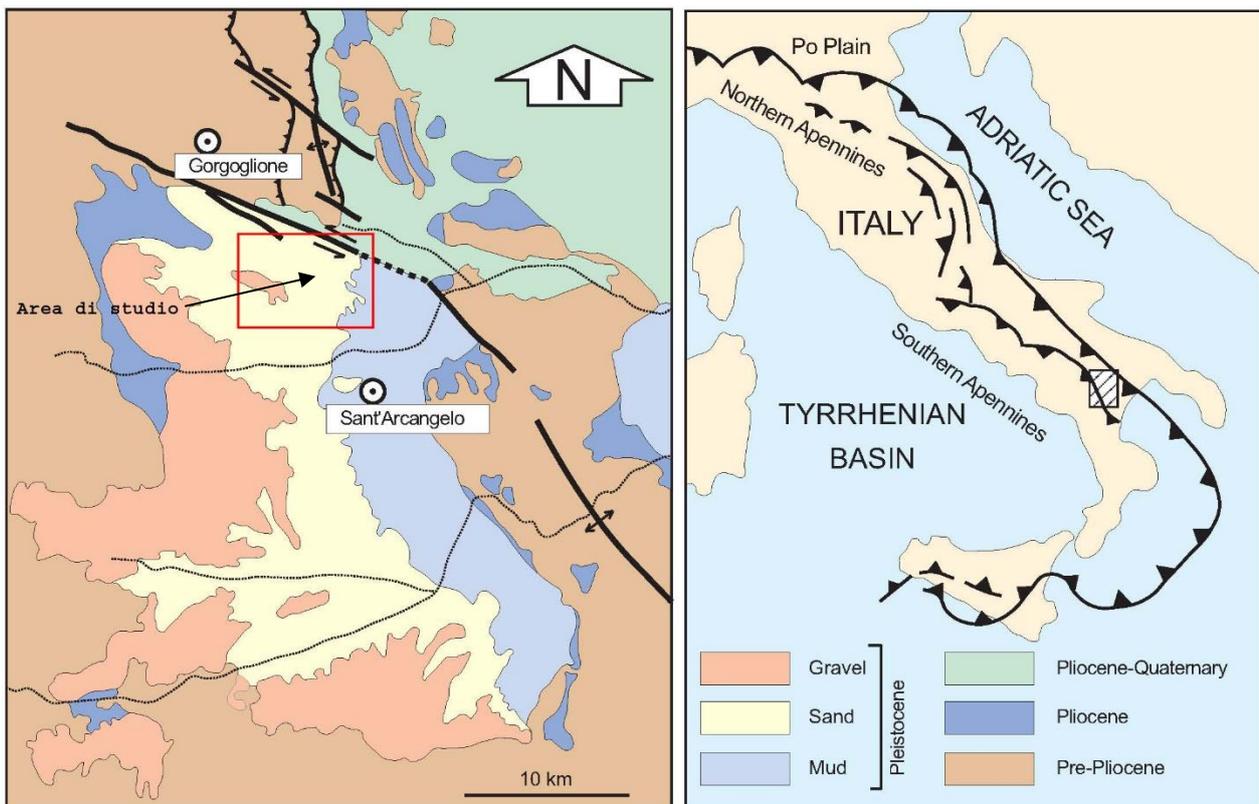


Fig.4 : Schema stratigrafico strutturale del Bacino di Sant'Arcangelo

Il bacino è formato da depositi riferibili a quattro cicli sedimentari corrispondenti ad altrettante sequenze deposizionali, separati da superfici di discordanza.

Il sito oggetto di studio fa parte, nel quadro del Bacino di Sant'Arcangelo, del ciclo del Sauro, ed è caratterizzato, dal basso verso l'alto, da argille, sabbie e conglomerati.

Dal punto di vista geologico affiorano terreni appartenenti alla successione stratigrafica del pleistocene inferiore, che mostra caratteri tipici dei cicli sedimentari regressivi che evolvono dai termini argilloso-marnosi ad argilloso-sabbiosi, a sabbioso-argillosi, a sabbie ed a conglomerati.

Al fine dell'inquadramento più dettagliato della zona vengono di seguito descritti i terreni affioranti e costituenti il substrato; essi sono visibili in Tavola G2 - Carta

Geologica in scala 1:5.000, di seguito descritti a partire dai meno recenti:

L'Unità del argille grigio-azzurre:

si tratta di siltiti grigio-azzurre, sovraconsolidati costituenti la parte basale delle Sabbie di Aliano, nelle quali risultano intercalate aliquote via via decrescenti dal basso verso l'alto. Infatti considerando la posizione strutturale degli strati a prevalentemente immersione Nord le intercalazioni raggiungono anche spessori superiori ai 50 metri mentre si riducono nella parte apicale delle sabbie in corrispondenza dello spartiacque Agri-sauro;

La **Formazione delle Sabbie di Aliano**, che affiora essenzialmente alle quote basse dei versanti, è generalmente costituita da sabbie quarzoso-carbonatiche giallastre o avana-grigiastre, a grana fine o medio-fine e talora limose, ora del tutto sciolte ma sempre ben addensate ora mediamente cementate. A luoghi la formazione ospita livelli e/o lenti di: conglomerati poligenici ad elementi ben arrotondati ed aventi diametro massimo dell'ordine di 10 cm; sabbie e conglomerati rossastri o avana-grigiastri; argille siltose o di limi argilloso-sabbiosi, posizionati nella parte bassa della formazione. L'insieme si presenta ben stratificato, con strati e banchi aventi spessori variabili da qualche decimetro a qualche metro.

La **Formazione dei Conglomerati di Castronuovo** trovasi, rispetto alla precedente, in continuità stratigrafica e, a luoghi, in parziale eteropia. Essa impegna gran parte dei versanti ed è costituita essenzialmente da conglomerati poligenici a matrice sabbiosa o sabbioso-limosa, sciolti o localmente cementati, con elementi aventi diametri variabili da qualche mm a 20-30 cm. Spesso la formazione ospita lenti e strati di sabbie ben addensate, sabbie limose e limi, che talora danno luogo ad una vera e propria alternanza. La stratificazione, sempre ben evidente, è data da strati e da banchi potenti rispettivamente 20-30 cm e 1-2 m.

Nell'ambito dell'area investigata, la formazione mostra di possedere uno spessore residuo estremamente variabile: da qualche decina di metri ad oltre 120 m.

La **Formazione delle Sabbie e dei Conglomerati della Serra Corneta**, si è depositata in un ambiente ora litorale ora fluviale. Essa risulta essere costituita da conglomerati poligenici rossastri, spesso cementati, i cui elementi lapidei hanno diametri variabili da pochi mm a qualche decina di cm. Siffatti conglomerati a luoghi passano lateralmente a sabbie e limi sabbiosi giallastri o rossastri, di norma sciolti ma talora discretamente cementati. L'insieme si presenta ben stratificato in strati e banchi, aventi rispettivamente spessori dell'ordine di 50-60 cm e di 3-4 m.

Le **Coltri detriche di frana** sono diffusi processi di demolizione rapida e movimenti di

massa sono stati causa della genesi di ampie coltri franose accumulate lungo i versanti meno acclivi ed ai piedi degli stessi per ripetuti processi di smaltellamento gravitativo delle formazioni marine affioranti. Dette coltri presentano notevoli variabilità litologiche in dipendenza delle zone di alimentazione che hanno dato luogo a parti prevalentemente sabbiose o limo-argillose.

L'idrologia di superficie è piuttosto sviluppata in quanto i fossi, a lunga o a breve corsa, che interessano per intero le superfici oggetto di studio, si attestano tutti sulle pendici collinari.

Tanto è da attribuirsi al fatto che le acque meteoriche non vengono facilmente assorbite anche dalla stessa formazione sabbiosa che presenta una aliquota argillosa nella sua composizione granulometrica, sicchè le acque meteoriche rimangono tutte in superficie dando luogo di frequente ad una infiltrazione concentrata influenzando sui comportamenti meccanici locali.

In riferimento a tale situazione, va evidenziato in condizioni normali la coesione delle argille, ancorchè minima, è sufficiente a sostenere tagli artificiali anche con notevole pendenza, questi, talora, possono cedere, una volta impregnati di acqua, dando luogo a fenomeni di scoscendimento di notevole estensione.

Tale fenomenologia è da ascrivere all'ammollimento e conseguente rigonfiamento del substrato argilloso che al contatto con le acque di infiltrazione delle sabbie fanno mancare il loro supporto alle sabbie stesse e queste cedono rovinosamente.

Ad una conformazione morfologica priva di forti asperità caratterizzante l'area oggetto di studio fa riscontro una topografia quanto mai aspra lungo tutte le superfici di contorno. Tale stato delle cose è determinato da una serie di pareti e balze dal profilo subverticale, talora di notevole altezza. Nel settore nord la superficie del suolo sebbene presenti globalmente un profilo meno ripido, nel dettaglio è intaccata da frequenti e talora elevati gradini morfologici che testimoniano l'esistenza di una vasta e profonda frana per scivolamento avvenuta in tempi difficilmente valutabili.

Strada di accesso geologia e geomorfologia

L'accesso al parco fotovoltaico avverrà per mezzo di una strada in parte esistente oggetto di rifacimento. L'infrastruttura prende origine dal fondo valle del Sauro e si snoda lungo quattro tratti di cui i primi due sono subparalleli al Fosso Cardillo, affluente dell'Agri gli altri due invece si sviluppano in direzione ovest verso l'area del parco in località Le Serre.

In particolare il Tratto 1 ed il Tratto 2 è interessato da **Depositi continentali di natura alluvionale**, attuali e recenti dovuti proprio alla presenza del Fosso Cardillo. Si tratta di depositi argilloso-sabbiosi e ghiaiosi, aventi spessori di circa 15 m.

Lungo il Tratto 3 e 4 che abbandonano il sub-parallelismo con la strada in progetto e si direzionano ad Ovest i terreni presenti sono appartenenti all'unità geologica delle **Sabbie di Aliano** ampiamente descritta nel paragrafo precedente.

La geologia interessata dal tracciato è visibile nella Tavola 2B – Carta Geologica.

Dal punto di vista geomorfologico si può dire che l'ambiente è in prevalenza di tipo alluvionale, quindi un piccolo fondovalle pianeggiante con ampiezza tuttavia ridotta da circa 30 metri a circa 70 metri e pendenza media del 5%, interrotta da gradini morfologici di 4-6 metri e/o dall'incisione di piccoli affluenti del corso d'acqua principale. Le quote topografiche variano da c.a. 390 m. s.l.m. in corrispondenza della confluenza con il fiume Agri fino a c.a. 490 m. s.l.m. quando la strada in progetto abbandona la direzione del corso d'acqua per dirigersi in zona collinare ad Ovest.

Il fosso Cardillo si presenta caratterizzato dalla presenza nel suo letto oltrechè di un canale principale di deflusso delle acque anche della presenza di più canali intrecciati tra loro separati da barre ed isole che nell'insieme costituiscono il letto ordinario del fosso.

Lungo il percorso del Tratto 1 e del Tratto 2 zone soggette a ruscellamento superficiale diffuso che genera un'erosione per dilavamento; nella parte restante del tracciato si segnalano delle zone ad erosione Calanchiva (vedasi Tavola 3B – Carta Geomorfologica)

INDAGINI GEOGNOSTICHE ESEGUITE

Per la definizione della litostratigrafia dell'area d'interesse si è fatto riferimento ad un sondaggio meccanico S1 oltre ad una prospezione sismica eseguiti in corrispondenza dei luoghi d'interesse.

In particolare le indagini eseguite in corrispondenza dell'area di stretto interesse progettuale sono visibili in Tavola G1 – Corografia ed Ubicazione Indagini (in scala 1:5.000).

Sondaggio stratigrafico

Per la caratterizzazione stratigrafica dell'area analizzata è stato eseguito n.1 sondaggio stratigrafico denominato S1, spinto sino alla profondità di 30 mt. da p.c.

Nel corso del sondaggio inoltre sono stati prelevati n.2 campioni indisturbati, tramite campionatore a pareti sottili tipo "Shelby".

La colonna stratigrafica, ed i relativi report fotografici, dei terreni attraversati sono riportati nell'Allegato 2 – Indagini geognostiche.

La lettura della stratigrafia mostra una notevole omogeneità, riconducibile a tre termini sovrapposti in continuità: limo sabbioso / limo argilloso / limo sabbioso- sabbie limose.

Non è stata riscontrata la presenza di una falda acquifera.

Di seguito viene sintetizzata in Tabella 1 la stratigrafia del sondaggio S1.

PROFONDITÀ (m da p.c.)	DESCRIZIONE
0,00 – 1,30	Terreno vegetale limo sabbioso marroncino
1,30 – 4,10	Limo argilloso marrone consistente e plastico.
4,10 – 16,40	Limo sabbioso beige-giallastro consistente e plastico. La sabbia si presenta con granulometria da fine a finissima.
16,40 – 21,90	Limo argilloso beige-rossastro consistente e plastico. Presenza di inclusi litici centimetrici poligenici.
21,90 – 30,00	Alternanza di limo sabbioso e sabbia limosa beige consistente e mediamente plastico. La sabbia si presenta con granulometria da fine a finissima.

Tabella 7.1a - Stratigrafia del sondaggio S1 quota 508,72 mt. s.l.m.

Tutta l'area in esame è ricoperta da depositi di alterazione superficiale con residui di decomposizione organica, essenzialmente sono costituiti da terreni di colore nerastro inglobanti, a volte, elementi litici di piccole dimensioni di varia natura; essi derivano dall'accumulo di prodotti originati dall'alterazione superficiale dei terreni in posto humificati dalla notevole presenza di materiale organico e dall'alterazione del sottostante substrato.

Sotto il profilo litologico la loro costituzione varia da zona a zona a seconda delle

caratteristiche litologiche peculiari della Formazione da cui traggono origine.

In gran parte dei casi, si tratta di materiale piuttosto eterogenei a grana fine, che inglobano dei relitti di varie dimensioni della roccia originaria, possono variare notevolmente anche all'interno della coltre, le dimensioni, la forma, il numero e l'assetto dei litorelitti inglobati e con essi le caratteristiche geotecniche che di solito sono assai scadenti.

Sono materiali che offrono scarsa sicurezza ad ospitare strutture fondazionali. Lo spessore di detto materiale è risultato variabile tra 0.80 e 1.50 metri. Alla base di ciò esiste materiale costituito essenzialmente da materiale appartenente alle formazioni sabbiose e ghiaioso-sabbiose, fino alla profondità di 25-30 m.

Indagine sismica

Le indagini indirette effettuate consistono in

- n.1 prospezione sismica a rifrazione in onda P denominate ST01
- n.1 prospezione sismica attiva tipo MASW denominata MSW01

Le indagini sono state condotte utilizzando un sismografo con 24 canali, della ditta "PASI Srl" modello GEA24 con acquisizione computerizzata dei dati mediante laptop.

Prospezioni sismiche a rifrazione in onda P

L'indagine ha avuto lo scopo principale di ricercare le superfici di discontinuità fisica - rifrattori - ed in particolare quelle superfici che separano porzioni di ammasso "roccioso" o "terroso" con differente grado di densità e compattezza. Con l'ausilio quindi dei rapporti fra le velocità delle onde P e S, è stato possibile ricavare i parametri elasto-dinamici dei singoli orizzonti riscontrati.

Di seguito viene sintetizzata la sequenza sismostratigrafica:

- ST01
 - Sismostrato A (profondità media di -1,10 mt da pc): terreno agrario di natura sabbioso-limosa, mediamente consistente, (onda P valore medio pari a circa 745 m/sec);
 - Sismostrato B (profondità media di -4,80 mt da pc): deposito di natura sabbioso-limosa, ben consistente, (onda P valore medio pari a circa 1515 m/sec);
 - Sismostrato C (profondità -12,00 \approx mt da pc): deposito di natura limo-argillosa, molto consistente, (onda P valore medio pari a circa 1993 m/sec).

Prospezioni MASW

La prospezione sismica attiva tipo MASW ha permesso di calcolare il valore di Vs30, così

come previsto dalla recente normativa sismica [$V_{seq30} = 30/S(h_i/V_{si})$ dove h_i = spessore medio in m dello strato iesimo, V_{si} = velocità onde S in m/sec dello strato iesimo] ed utilizzabile come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni. Si rammenta che il profilo MASW è stato ricavato in corrispondenza della base sismica a rifrazione ST01.

Il valore della $V_{s,30}$ calcolato è risultato pari a 401 m/sec in corrispondenza del profilo MASW01 pertanto la categoria di suolo tipo individuata è B *“rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

Prospezioni MASW - Strada di accesso

Ad integrazione delle indagini sopra esposte sono state eseguite n°3 prospezioni sismiche attive tipo MASW che hanno permesso sia di definire il profilo verticale delle onde S e di calcolare il valore di V_{s30} , così come previsto dalla recente normativa sismica [$V_{s30} = 30/S(h_i/V_{si})$ dove h_i = spessore medio in m dello strato iesimo, V_{si} = velocità onde S in m/sec dello strato iesimo] ed utilizzabile come parametro di riferimento per la classificazione dei terreni.

Si rammenta che tutti i profili MASW sono stati ricavati in corrispondenza delle basi sismiche denominate MW01, MW02 e MW03 la cui ubicazione è visibile in Tavola 1B Corografia con Ubicazione Indagini; dalla tavola si riscontra che le tre prospezioni MASW sono state eseguite in corrispondenza delle principali opere eseguite lungo la strada in progetto ovvero Ponte 1, Ponte 2 e Tombino/scatolare;

Il valore della $V_{s,30}$ calcolato è risultato pari a 599 m/sec in corrispondenza del profilo MASW01, 299 m/sec in corrispondenza del profilo MASW02 e 384 m/sec in corrispondenza del profilo MASW03.

Nei casi relativi alla MASW01 e MASW03 la categoria di suolo tipo individuata è B *“rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s”*.

Nel caso relativo alla MASW02 la categoria di suolo tipo individuata è C *“Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 180 m/s e 360 m/s”*.

CARATTERI GEOTECNICI

In relazione ai lavori previsti per la realizzazione del Parco Eolico si dà evidenza di alcune caratteristiche geomeccaniche dei terreni interessati dalle opere che è ragionevole desumere sia sulla base di dati bibliografici che di indagini condotte in situ.

In particolare dal sondaggio meccanico è stato prelevato n.1 campione indisturbato di terreno alla profondità di 13,0 mt. da p.c. che ha permesso di caratterizzare dal punto di vista fisico meccanico lo strato di sottosuolo al di sotto dello strato più superficiale (meno consistente e resistente).

In corrispondenza del sondaggio pertanto il modello geologico geotecnico del sottosuolo può essere descritto come di seguito:

- **Unità Litotecnica 1 - Depositi di alterazione superficiale** (spessore 2-3 mt.).
Essenzialmente sono costituiti da terreni di colore marrone inglobanti, a volte, elementi litici di piccole dimensioni di varia natura; essi derivano dall'accumulo di prodotti originati dall'alterazione superficiale dei terreni in posto humificati dalla notevole presenza di materiale organico e dall'alterazione del sottostante substrato.
- **Unità Litotecnica 2 – Limo sabbioso argilloso** (spessore 10 – 13 mt):
 - Peso di volume (kN/mc) = 19.6
 - Coesione eff. (KPa) = 16.4
 - Angolo di attrito int. (°) = 23.6

Per le altre unità geologiche individuate dato che l'area d'interesse abbraccia un territorio più ampio sono stati invece indicati, i valori dei principali parametri geotecnici provenienti da dati di letteratura tecnica.

Detti valori a titolo puramente indicativo saranno acquisiti con la prevista espansione conoscitiva puntuale che prevede la realizzazione di opportune indagini per ciascun aerogeneratore, unitamente a considerazioni generali:

Sabbie di Aliano. I valori indicativi sono:

- Peso di volume (kN/mc) = 19.5 – 20.5
- Coesione (KPa) = 10 - 20
- Angolo di attrito int. (°) = 19 - 26

Conglomerati di Castronuovo. I valori indicativi sono

- Peso di volume (kN/mc) = 19.5 – 22.5
- Angolo di attrito int. (°) = 25 - 32

Conglomerati di Serra Corneta. I valori indicativi sono:

- Peso di volume (kN/mc) = 20 – 23
- Angolo di attrito int. (°) = 29 - 35

Modello geologico e geotecnico - Strada di accesso

Dalla geologia, dal profilo verticale delle MASW e da dati di letteratura tecnica disponibili è stato possibile ricavare il modello geologico e geotecnico del sito; in particolare il modello è stato individuato per ogni tratto analizzato di strada in progetto ed in particolare per il Ponte 1 -Tratto1, per il Ponte 2-Tratto 2, per il tombino-scatolare e Tratto 3 - Tratto 4.

Il modello è visibile in Tavola 4B – Modello Geologico del sito in scala 1:100 e viene qui di seguito sintetizzato:

MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO - PONTE 1 E TRATTO 1

- Unità A: Alluvioni: sabbia limosa avana-marrone mediamente addensata con inclusi ciottoli da centimetrici a decimetrici. Spessore 2 metri
 - Peso di Volume $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
 - Peso di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 19.2 - 19.8 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 12 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 28^\circ$

- Unità B: Alluvioni: sabbia e ghiaia-sabbia di colore avano pseudocoerente con rari inclusi ciottolosi di dimensioni decimetriche. Si presenta da poco a mediamente addensata. Spessore 3 metri
 - Peso di Volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 10 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 32^\circ$

- Unità C: Strato di base alterato: limo argilloso sabbioso con livelli centimetrici sabbiosi mediamente addensati. Spessore 5 metri
 - Peso di Volume $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 15 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 22^\circ$

- Unità D: Strato di base integro: limo argilloso sabbioso grigio molto compatto e poco plastico.
 - Peso di Volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 32 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 22^\circ$

MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO - PONTE 2 E TRATTO 2

- Unità A: Alluvioni: sabbia limosa avana-marrone mediamente addensata con inclusi ciottoli da centimetrici a decimetrici. Spessore 2.5 metri

- Peso di Volume $\gamma = 19.0 \text{ kN/m}^3$
 - Peso di volume saturo $\gamma_{\text{sat}} = 19.2 - 19.8 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 12 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 28^\circ$
- Unità B: Alluvioni: sabbia e ghiaia-sabbia di colore avano pseudocoerente con rari inclusi ciottolosi di dimensioni decimetriche. Si presenta da poco a mediamente addensata. Spessore 7.5 metri
 - Peso di Volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 10 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 32^\circ$
- Unità C: Strato di base alterato: limo argilloso sabbioso con livelli centimetrici sabbiosi mediamente addensati. Spessore 5 metri
 - Peso di Volume $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 15 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 22^\circ$

MODELLO GEOLOGICO E GEOTECNICO – TOMBINO/SCATOLARE TRATTO 3 E TRATTO 4

- Unità A
- Coltre superficiale areata: clasti eterometrici a spigoli vivi (scheletro grossolano) immersi in un matrice limoso-sabbiosa e sabbioso-limosa. Spessore 1 metro
- Strato di base alterato: limo argilloso sabbioso con livelli centimetrici sabbiosi mediamente addensati. Spessore 4 metri
 - Peso di Volume $\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 15 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 22^\circ$
- Unità B: Strato di base integro: limo argilloso sabbioso grigio molto compatto e poco plastico.
 - Peso di Volume $\gamma = 19.5 \text{ kN/m}^3$
 - Coesione drenata $c = 32 \text{ KPa}$
 - Angolo di attrito $\phi = 22^\circ$

CARATTERI SISMICI DEL TERRITORIO

Il Territorio di Aliano, dal punto di vista tettonico, è situato al bordo di una fossa di subsidenza (Fossa Bradanica), limitata a occidente da coltri di materiali alloctoni.

L'area é caratterizzata da uno stile strutturale tipico dei territori della Fossa Bradanica: le giaciture degli strati sono sub-orizzontali o leggermente inclinate verso SE, così come i contatti stratigrafici fra le varie formazioni affioranti.

L'attività sismica è quindi collegata ai sistemi di faglie che hanno generato l'avanfossa, ma è anche funzione delle caratteristiche sismo-tettoniche della limitrofa Catena Appenninica.

L'analisi della distribuzione degli epicentri dei terremoti, catalogati dall'anno 1000 al 1980, mostra che questa parte della Regione Basilicata è caratterizzata da fenomeni sismici di intensità massima pari al grado VII della Scala Mercalli Modificata e di bassa frequenza.

La Carta della distribuzione delle massime intensità osservabili (Progetto Finalizzato Geodinamica - Gruppo di Lavoro Scuotibilità), attribuisce l'area esaminata alla fascia caratterizzata mediamente da intensità del VII grado della Scala Mercalli Modificata, per cui il Comune di Aliano è stato incluso nella seconda categoria sismica.

Da un punto di vista sismico l'area in cui ricade il Aliano si configura come una zona a sismicità medio-elevata, compresa fra le zone sismogenetiche 58, 62, 63 e le zone sismogenetiche 59, 60, 61 (Scandone et. al., 1999).

Le zone sismogenetiche (Fig.3) 58, 62 e 63 corrispondono alla fascia appenninica dove sono attesi meccanismi di rottura di tipo diretto (dip-slip) e trascorrente (strike-slip), mentre le zone sismogenetiche 59, 60 e 61 coincidono con l'alto del Gargano, in cui sono attive strutture con cinematiche di tipo trascorrente (strike-slip).

Studi effettuati dall'Istituto Nazionale di Geofisica per la redazione della "Mappa della massima intensità macrosismica risentita in Italia" evidenziano che, nell'ambito del territorio lucano, le zone sismogenetiche più importanti sono quelle poste a nord-ovest della regione, confinante con l'Irpinia, e la Val d'Agri.

Sulla base dei tempi di ritorno risulta che quest'ultima è l'area maggiormente esposta al rischio sismico. Gli stessi studi, elaborando un numero maggiore di eventi rispetto a quelli considerati dal CNR, per la stesura della suddetta Carta, hanno proposto una Carta della distribuzione dei gradi di sismicità dalla quale si deduce che il territorio di Aliano rientra nella fascia caratterizzata dal grado di sismicità pari a 6-7

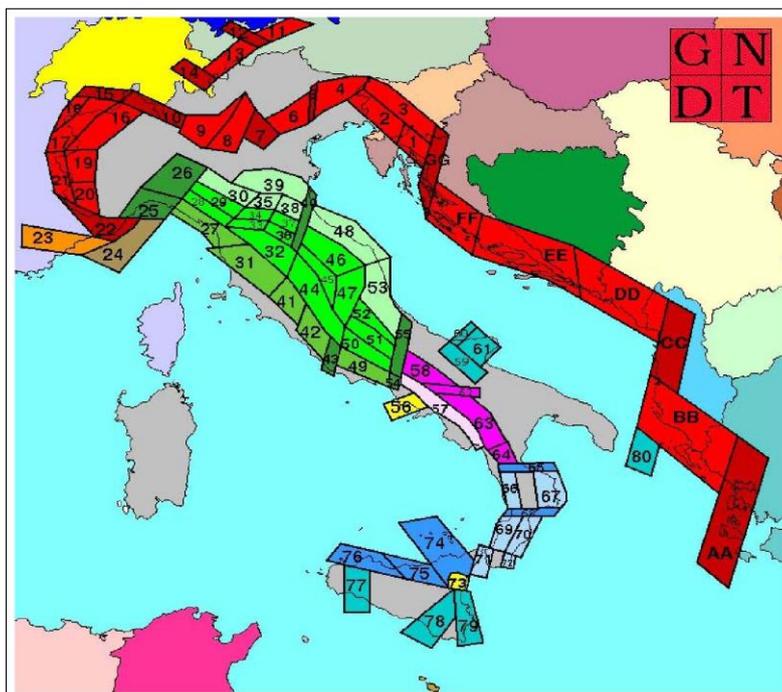


Fig. 5 Zone sismogenetiche individuate dal GNDT, Scandone et al., 1999

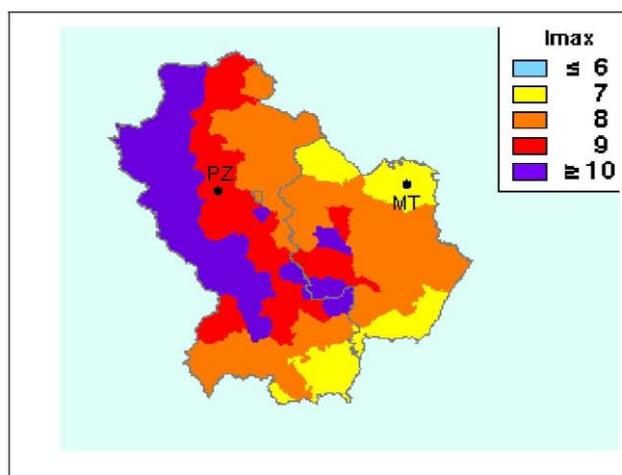


Fig. 20: Massime intensità macrosismiche osservate in Basilicata

Fig. 6 Intensità macrosismiche in Basilicata

MODELLAZIONE SISMICA DELL'AREA INVESTIGATA

Pericolosità sismica di base ed effetti sismoindotti nelle aree in dissesto

Al fine di ricostruire i risentimenti macrosismici avvertiti nel territorio comunale, in particolar modo il massimo risentimento osservato e allo scopo di fornire i dati per le elaborazioni statistiche per valutare il periodo medio di ritorno di una certa intensità, si è ricostruito il catalogo sismico locale.

I dati di sismicità storica riguardanti l'area in esame sono stati presi dall'archivio CTI15-DBMI15 reperito nella rete web dal sito dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia (I.N.G.V).

L'archivio contiene dati di eventi sismici al di sopra della soglia del danno, verificatisi in Italia nel periodo 1000 - 2015.

Per quanto riguarda il territorio comunale di Aliano (MT), gli eventi sismici significativi sono riportati di seguito in forma tabellare e grafica.

Per ogni terremoto sono riportati anche: la data e l'ora di occorrenza, il sito epicentrale e la magnitudo momento (Mw) (vedasi Tabella 2 e Figura 7).

Aliano	
PlaceID	IT_63395
Coordinate (lat, lon)	40.313, 16.230
Comune (ISTAT 2015)	Aliano
Provincia	Matera
Regione	Basilicata
Numero di eventi riportati	8

Tabella 2: stazione sismica di Aliano
(tratto da INGV Catalogo parametrico terremoti italiani)

Dal catalogo dei terremoti risentiti nell'area di Aliano gli eventi con massima intensità risultano con epicentri nel territorio irpino-lucano. In particolare i terremoti più datati come quelli della Basilicata (1857) ha causato ingenti danni con un input sismico di c.a. 7 Mw.

Effetti	In occasione del terremoto del									
Int.	Anno	Me	Gi	Ho	Mi	Se	Area epicentrale	NMDP	Io	Mw
9	1857	12	16	21	15		Basilicata	340	11	7.12
3	1906	07	02	19	50		Montemurro	15	4	3.78
3	1978	09	24	08	07	44	Materano	121	6	4.75
4-5	1990	05	05	07	21	2	Potentino	1375		5.77
3	1991	05	05	17	16	5	Val d'Agri	27	5-6	4.00
5	1991	05	26	12	25	5	Potentino	597	7	5.08
NF	1994	01	05	13	24	1	Tirreno meridionale	148		5.82
NF	1996	04	03	13	04	3	Irpinia	557	6	4.90

Int. = intensità macrosismica espressa in scala MCS; Ax = area epicentrale geografica in cui sono stati riscontrati i maggiori effetti del terremoto; NMDP = numero di punti, numero di osservazioni macrosismiche disponibili per il terremoto; Io = Intensità macrosismica epicentrale, da CPT111, espressa in scala MCS, Mercalli-Cancani-Sieberg; Mw = magnitudo momento

Fig.7: Comune di Aliano, eventi sismici significativi
(tratto da https://emidius.mi.ingv.it/CPT115-DBMI15/query_place/)

Nell'ottica di prevenzione del rischio sismico per gli effetti indiretti che potrebbero riattivare i fenomeni di dissesto, è stata effettuata una valutazione degli allineamenti tettonici che possono rappresentare sorgenti sismogenetiche.

In particolare si è fatto riferimento alle sorgenti sismogenetiche censite nel progetto ITHACA (*Italy Hazard from Capable faults*), che prevede un database per la raccolta e la facile consultazione di tutte le informazioni disponibili riguardo le strutture tettoniche attive in Italia, con particolare attenzione ai processi tettonici che potrebbero generare rischi naturali. Il progetto si occupa in modo particolare delle faglie capaci, definite come faglie che potenzialmente possono creare deformazione in superficie.

Nel caso specifico l'area di interesse si inserisce in prossimità degli allineamenti tettonici della valle del Sauro che risultano con meccanismo di faglie dirette (vedasi Figura 8.a e Figura 8.b).



Figura 8.a: Faglie sismogenetiche più prossime all'abitato di Aliano, Progetto ISPRA ITHACA (tratto da <https://www.isprambiente.gov.it/it/progetti/cartella-progetti-in-corso/suolo-e-territorio-1/ithaca-catalogo-delle-faglie-capaci/default>)

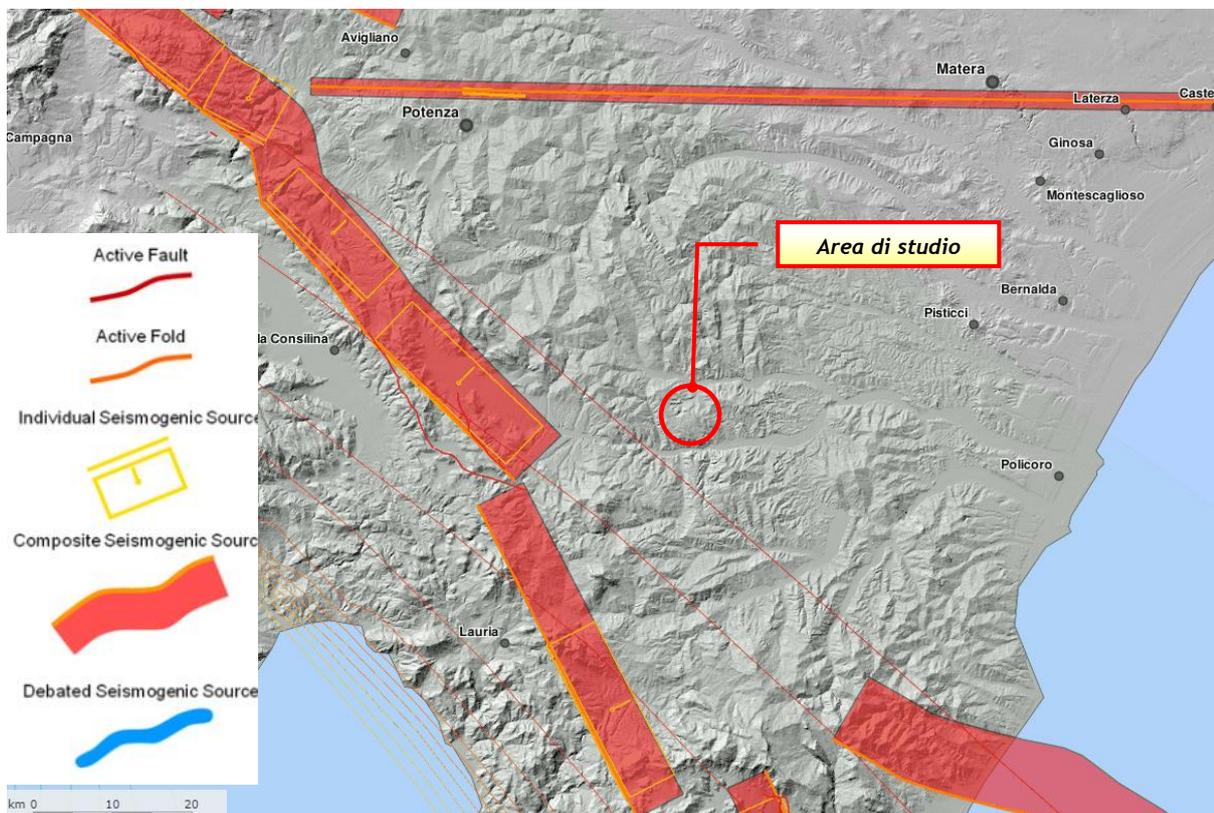


Figura 8.b: Faglie ritenute attive nell'area dell'abitato di Stigliano, da INGV Cartografia DISS 3.2.1 (tratto da <http://diss.rm.ingv.it/dissmap/dissmap.phtml>)

Pericolosità sismica di base – accelerazione sismica attesa

Ai sensi della precedente Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n°3274/2003, il territorio in esame era classificato come "Zona 2" ovvero "Zona con pericolosità sismica media" dove possono verificarsi terremoti relativamente forti [$a_g/g = 0,25$]; la L.R. n. 9 del 7 giugno 2011 il comune di Aliano è classificato come zona 3b (vedasi Tabella 3)

Zona sismica OPCM 3274	Nuova Zonazione Sismica	PGA subzona (g)	Magnitudo	Distanza (Km)
2	3a	0.15	6.7	80

Tabella 3: valore di a_g secondo la Nuova classificazione sismica Regione Basilicata

Tuttavia i valori di accelerazione del terreno sopracitati, sono differenti da quello ottenuto con le N.T.C. 2018, quest'ultimo valore è riferito ad una probabilità del 10% di essere superato in 50 anni (vedasi Figura 9).

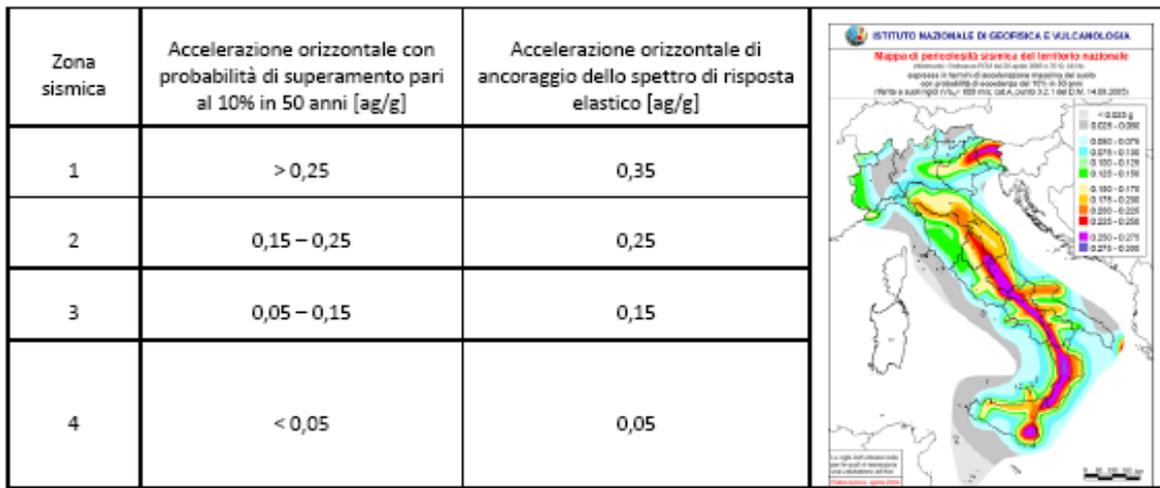


Figura 9: Valori dell'accelerazione sismica riferiti alla Zonazione sismica del territorio nazionale ai sensi dell'O.P.C.M. n°3274/2003 e riferiti alla zonazione sismica secondo l' O.P.C.M. del 28 aprile 2006, n. 3519, All. 1b (adottato nelle NTC 2008 ed NTC 2018).

Già con l'entrata in vigore delle N.T.C. 2008 (D.M. 14 Gennaio 2008) ed ora con le nuove N.T.C. 2018 (D.M. 17 Gennaio 2018), la stima della pericolosità sismica del sito viene definita non più tramite un criterio "zona dipendente" ma mediante un approccio "sito dipendente".

Il valore di pericolosità di base [a_g/g] è così definito, per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali ed è espresso in termini di accelerazione orizzontale del suolo con probabilità di eccedenza del 10% in 50 anni, riferita a suoli rigidi orizzontali ($V_{s30} > 800$ m/s; cat. A) (Figura 10.a e Figura 10.b).

Allo stato attuale, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/> i cui punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine.

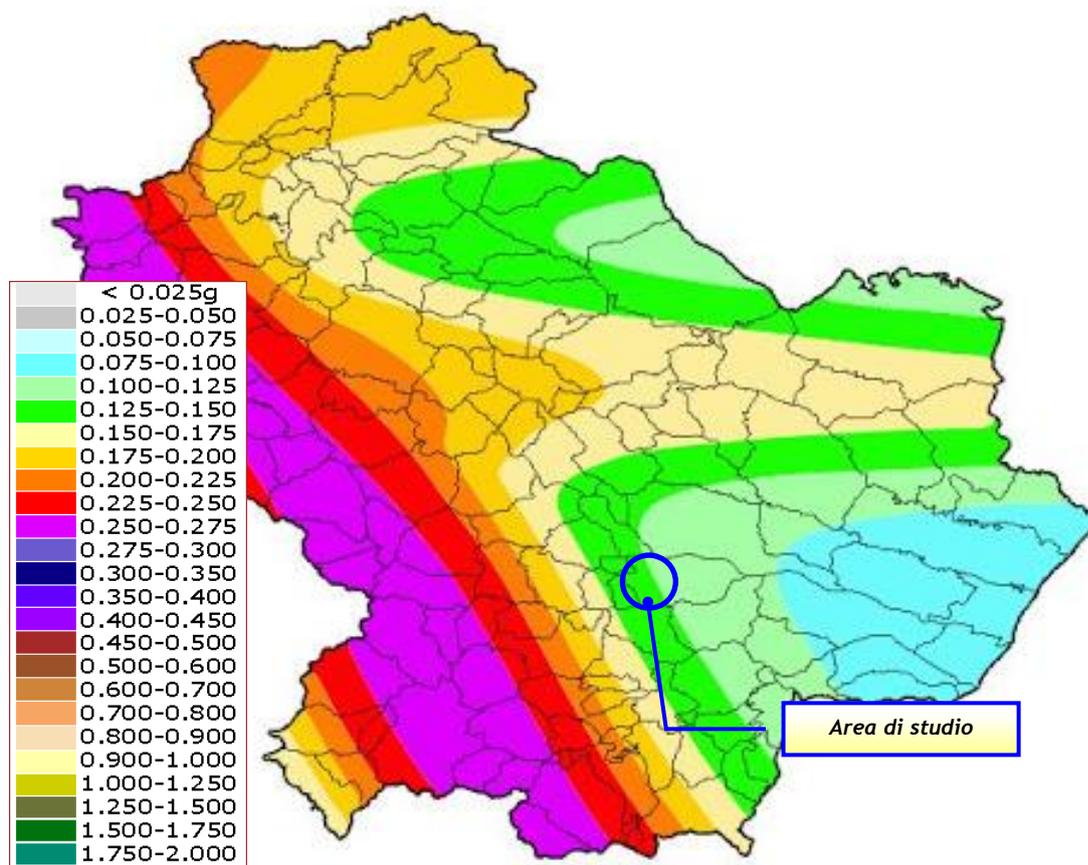


Figura 10.a: Mappa dei valori della pericolosità sismica
 (tratto da <http://www.protezionecivilebasilicata.it/> e da <http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Pertanto per ogni opera ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area d'indagine e rimodulata in funzione della vita nominale dell'opera in progetto oltreché delle caratteristiche sismo-stratigrafiche e morfologiche del sito oggetto d'intervento.

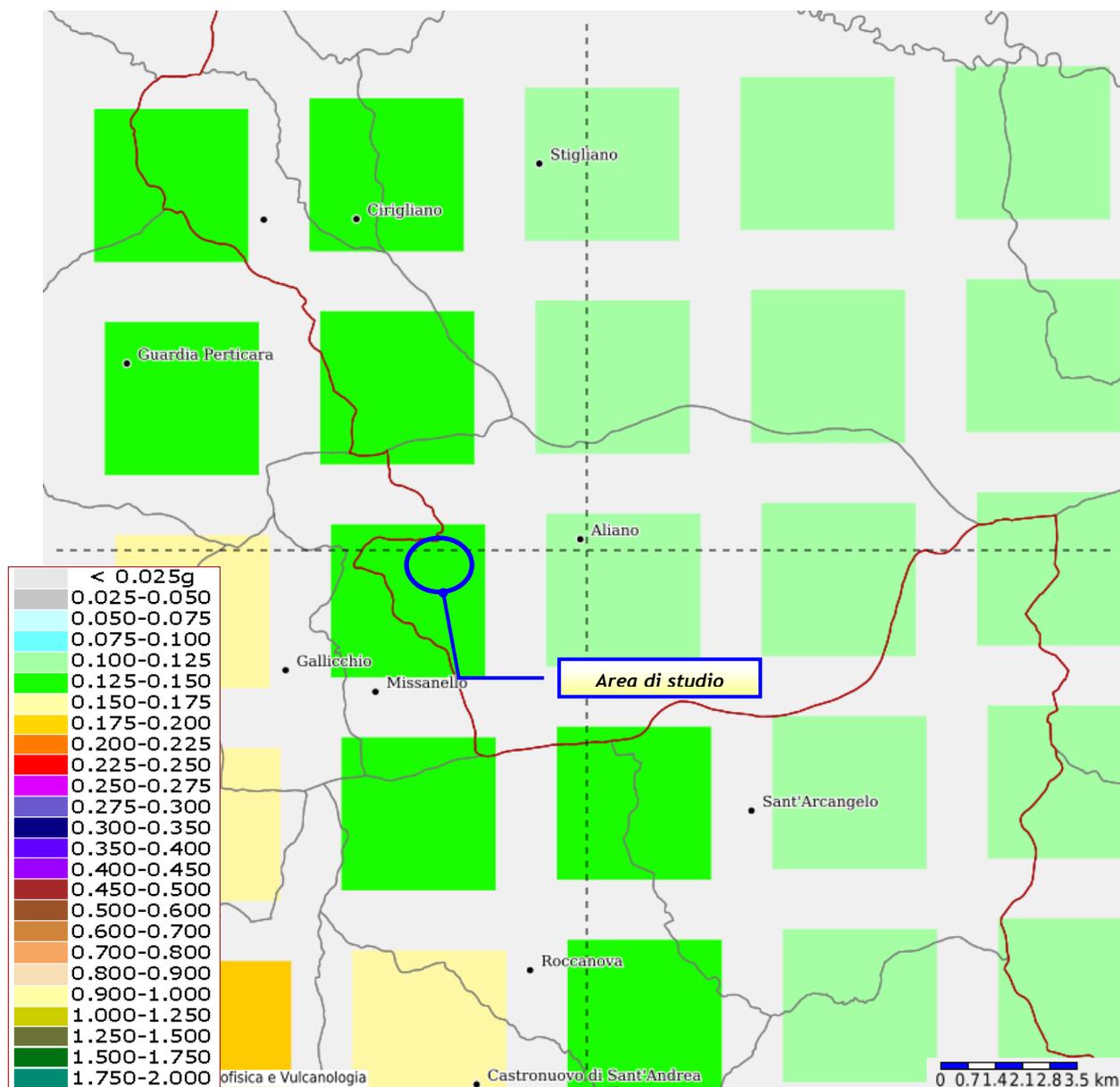


Figura 10.b: Mappa dei valori della pericolosità sismica per il sito oggetto d'intervento (<http://esse1-gis.mi.ingv.it/>)

Modello sismico del sito - valutazione dell'azione sismica

I parametri sismici del sito utili ai fini progettuali (accelerazione massima a_g/g e tutti i parametri che permettono di definire gli spettri di risposta ai sensi delle N.T.C.2018) sono descritti oltre che in termini geografici anche in termini temporali ovvero per diverse probabilità di superamento in 50 anni e/o diversi periodi di ritorno T_R ricadenti in un intervallo di riferimento compreso almeno tra 30 e 2475 anni, estremi inclusi.

Per l'area di studio al momento non è possibile determinare un'analisi del genere (sito dipendente); a scopo preliminare la stessa può essere eseguita prendendo come riferimento il punto di ubicazione dell'anemometro.

Pertanto definiti i parametri generali del sito (si veda Tabella 4.1) ed utilizzando il software Geostru PS (<http://www.geostru.com/geoapp/parametri-sismici.aspx>) è possibile ricavare i valori dei parametri di pericolosità sismica del sito indagato (a_g , F_0 , T_c) per i periodi di ritorno T_R associati a ciascun Stato Limite (si veda Tabella 4.2).

Sito in esame	Aliano – ubicazione anemometro
Latitudine e Longitudine	40.309662° – 16.191233°
Classe d'uso in presenza di	II
Vita nominale calcolata in base	50 anni
Categoria sismica sottosuolo	B
Categoria Topografica	T1
Periodo di riferimento per l'azione sismica	50 anni (dato dal prodotto della Vita nominale per il Coefficiente d'uso)
Coefficiente d'uso Cu	1,0

Tabella 4.1: Parametri generali sito d'intervento

Stato Limite	Prob. superamento [%]	Tr [anni]	a _g [g]	F _o [-]	T _c * [s]
Operatività (SLO)	81	30	0,043	2,399	0,283
Danno (SLD)	63	50	0,054	2,442	0,318
Salvaguardia della vita (SLV)	10	475	0,129	2,543	0,438
Prevenzione dal collasso (SLC)	5	975	0,167	2,592	0,455

Tabella 4.2: Parametri sismici del sito indagato riferiti al baricentro dell'opera in progetto

dove:

T_R = tempo di ritorno (espresso in anni)

a_g = accelerazione orizzontale massima al sito (espressa in g/10)

F_o = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale (adimensionale)

T*_C = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale (espresso in secondi)

Si rammenta che i valori dei parametri a_g, F_o e T*_c determinati sono relativi a situazioni geologiche corrispondenti ad un sito con assenza di effetti locali dei terreni, ovvero con presenza di substrato sismico affiorante o sub-affiorante (V_{s30}>800m/s) ed in condizioni morfologiche pianeggianti.

Modello sismico del sito – definizione delle condizioni stratigrafiche e topografiche

L'azione sismica così individuata viene variata, nei modi precisati dalle Norme Tecniche (cfr. 3.2.2 N.T.C. 2018 - definizione dell'azione sismica di progetto con approccio semplificato), per tener conto delle modifiche prodotte dalle condizioni locali stratigrafiche del sottosuolo effettivamente presenti nel sito d'intervento e dalla morfologia della superficie presente.

Gli effetti locali che danno origine alla risposta sismica locale sono da ricondursi alla:

- differenza di rigidità tra terreni e basamento;
- geometria del substrato che può esercitare un controllo sulla generazione e propagazione di onde superficiali;

- geologia di superficie che controlla il fenomeno di risonanza e ai fattori morfologici (irregolarità topografiche, creste e valli) che possono influenzare la propagazione superficiale delle onde sismiche dando luogo a fenomeni di amplificazione dinamica.

Alla scala della singola opera o del singolo sistema geotecnico, la risposta sismica locale consente di definire le modifiche che un segnale sismico subisce, a causa dei fattori anzidetti (stratigrafici e topografici), rispetto a quello di un sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (*sottosuolo di categoria A, definito al § 3.2.2*).

Il D.M. 14 Gennaio 2018 (*come indicato Tabella 3.2.II*) cita che condizione necessaria per la definizione dell'azione sismica di progetto è l'identificazione della categoria di sottosuolo che si basa principalmente sui valori della velocità equivalente $V_{s,30}$ di propagazione delle onde di taglio entro i primi 30 m di profondità definita dall'espressione:

$$V_{s,30} = 30 / \Sigma(h_i/V_{s,i}) \text{ (in m/s)}$$

in cui:

- h_i è lo spessore, in metri, dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;
- $V_{s,i}$ è la velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato.

Dall'indagine sismica eseguita (ST01 – MSW01) è stato ottenuto un valore della $V_{s,30}$ pari a 401 m/sec

Sulla base di quanto detto le categorie di suolo individuate sono:

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

Le condizioni topografiche del sito, considerando la morfologia dell'area d'interesse avente una “configurazione superficiale semplice” ed in considerazione della posizione dell'opera in progetto, sono riconducibili alla “Categoria T1 – Inclinazione del pendio < 15°” (*cf Tab. 3.2 VI - N.T.C. 2018*) da cui si evince che il fattore di amplificazione S_T deve essere considerato, nel caso specifico, uguale ad 1.0.

Sulla base della categoria di suolo determinata (B) e della categoria topografica del sito (T1) è possibile definire i coefficienti sismici degli spettri di risposta rappresentativi delle componenti (orizzontali e verticali) delle azioni sismiche di progetto idonee all'opera da realizzare ed alla situazione riscontrata.

Modello sismico del sito - effetti di amplificazione locale

I fattori stratigrafici e topografici che possono determinare fenomeni di amplificazione del segnale sismico, sono facilmente ricavabili dalle tabelle 3.2. IV e 3.2.VI del D.M. 17 Gennaio 2018 e C.3.2.3 della Circolare n.7/2019.

Nello specifico considerando il sottosuolo dell'area d'intervento di categoria B e quindi sviluppando i calcoli in funzione dei valori di a_g , F_0 e T^*c , i coefficienti S_s e C_c per il caso in esame sono quelli mostrati in Tabella 4.3

Stati limite	S_s [-]	C_c [-]	S_T [-]	K_h [-]	K_v [-]	A_{max} [m/s ²]	Beta [-]
SLO	1,200	1,420	1,000	0,010	0,005	0,506	0,200
SLD	1,200	1,380	1,000	0,013	0,006	0,630	0,200
SLV	1,200	1,300	1,000	0,037	0,019	1,520	0,240
SLC	1,200	1,290	1,000	0,048	0,024	1,962	0,240

Tabella 4.3: Coefficienti sismici (fondazione e stabilità del pendio) suolo categoria B

dove:

S_s = coefficiente di amplificazione stratigrafica (si veda Tab. 3.2.IV – NTC 2018)

C_c = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo (si veda Tab. 3.2.IV – NTC 2018)

S_T = coefficiente di amplificazione topografica (si veda Tab. 3.2.V – NTC 2018)

K_h = coefficiente sismico orizzontale [$K_h = \beta_s * (a_{max} / g)$]

K_v = coefficiente sismico verticale [$K_v = \pm 0.5 * K_h$]

A_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito

β_s = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

NOTE CONCLUSIVE

Sulla base del quadro geologico offerto, e sin qui esposto, si ritiene che le opere in progetto siano pienamente compatibili con il quadro geomorfologico e geologico tecnico preliminare che caratterizza i luoghi esaminati.

Si rendono tuttavia necessarie indagini geognostiche finalizzate ad una precisa ed esaustiva analisi di tutti gli elementi funzionali ad una progettazione pienamente rispondente alle norme tecniche vigenti.

In tale logica si suggerisce di realizzare:

- a) Perforazione a carotaggio continuo spinta sino alla profondità non inferiore ai 30 m dal p.c., in corrispondenza di ciascun aerogeneratore, con prelievo di campioni indisturbati ed esecuzione di prove SPT, attrezzata a piezometro.
- b) Indagini geofisiche di tipo sismico (down-hole) in fori attrezzati, e/o indagine sismica di superficie per il calcolo delle Vs30, finalizzate alla caratterizzazione della tipologia sismica dei suoli di fondazione e alla stima media dei principali parametri geomeccanici.
- c) Esecuzione presso qualificato laboratorio geotecnico di un adeguato numero di prove e indagini volte alla definizione dei parametri geotecnici dei terreni di fondazione.

Lo studio della compatibilità delle aree preposte per la realizzazione del parco eolico in agro del Comune di Aliano tiene principalmente conto del fatto che il territorio comunale è ascritto tra le località sismiche di seconda categoria che è caratterizzato da un'alta sismicità, per cui l'effetto di un'eventuale crisi sismica sui manufatti resterebbero condizionati e dalle situazioni tettoniche e dalla natura litologica dei terreni, e dalla presenza d'eventuali falde idriche.

Considerate le risultanze dell'indagine e le finalità del presente studio geologico, teso a valutare le problematiche e le implicazioni geologiche connesse con le previsioni realizzative previste, è possibile affermare la piena compatibilità dell'opera con il quadro geomorfologico e geologico locale.

In particolare, alla luce di quanto illustrato nei capitoli precedenti a cui si rimanda per ogni utile approfondimento, è possibile trarre le seguenti considerazioni conclusive:

- In relazione agli aspetti geomorfologici relativi a possibili dissesti superficiali e profondi, non si evidenziano situazioni che possano modificare l'attuale stato di equilibrio dei luoghi ed è possibile affermare che l'area si presenta globalmente stabile;
- Dal punto di vista idrogeologico non sussistono fenomeni e processi morfoevolutivi di tipo erosivo in atto né potenziali.
- In relazione alle scelte costruttive:

- Si ritiene idonea la scelta di utilizzare fondazioni profonde al fine di trasmettere i carichi in profondità a strati dotati di adeguate caratteristiche di resistenza;
- Ai fini sismici si tenga conto nei calcoli di verifica che l'area rientra in Zona 3° (L.R. n.9/2011) caratterizzata da un'accelerazione orizzontale massima su suolo di categoria A (a_g) pari a $0,175g$ (dove g = accelerazione di gravità) e che il suolo è classificabile quale Categoria B;
- Benché ovvio, si abbia cura di eseguire i lavori di fondazione subito dopo i lavori di scavo al fine di evitare il deterioramento delle caratteristiche geomeccaniche dei terreni di fondazione;
- Si realizzi un efficace drenaggio superficiale al fine di allontanare dai terreni di fondazione le acque di precipitazione meteorica sia in fase di cantiere che in fase d'esercizio;
- La prevista espansione conoscitiva consentirà di parametrizzare puntualmente le caratteristiche stratigrafiche, geotecniche e sismiche dei terreni di fondazione sulle quali basare le successive fasi progettuali. Infine per ciò che concerne gli aspetti legati alle scelte progettuali previste per le strutture fondazionali (di tipo profondo, costituite da un macropilino su pali) esse non pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico e non incidono negativamente sugli equilibri idrogeologici dei luoghi, non determinando alcuna apprezzabile turbativa degli assetti geomorfologici, idrogeologici o geotecnici dell'area né pongono alcun problema di ordine geologico e tecnico alla realizzabilità delle opere.

Come ovvio in fase di progettazione esecutiva, saranno verificate le caratteristiche geostrutturali locali attraverso una puntuale campagna di indagini geognostiche che completerà il quadro geologico-tecnico conoscitivo.

Sulla base di quest'ultimo saranno analizzati compiutamente gli effetti di tali opere sulla stabilità dell'area interessata da ogni intervento attraverso la redazione di uno studio di compatibilità geologica e geotecnica che, unitamente agli altri elaborati progettuali.

I lavori di scavo dovranno avvenire in presenza del geologo estensore della presente al fine di verificare, in fase esecutiva, la validità delle scelte adottate.

Questo studio ha messo in risalto le caratteristiche tecniche dei terreni e le problematiche geologiche, rinviando di eseguire, in caso di necessità, ulteriori indagini durante i lavori.

Sulla base di tali considerazioni, si può pertanto concludere che non esistono preclusioni di ordine geologico-tecnico alla realizzazione delle opere in progetto.

IL GEOLOGO

Dott. Giuseppe AMOROSI

