

PARCO EOLICO SV06 - BRIC DEI MORI

Il Committente: **Duferco**
Sviluppo

Sede Legale DUFERCO Sviluppo S.p.A. :
via Armando Diaz n. 248
25010, San Zeno Naviglio (BS)
P.IVA e C.F. 03594850178

Oggetto: **RELAZIONE GEOLOGICA E DI
PERICOLOSITA' SISMICA**

Titolo: **RELAZIONE GEOLOGICA: PROGRAMMA
DELLE INDAGINI**



Data	Emis.	Aggiornamento	Data	Contr.	Data	Autor.
06/2024	AC/SS	Emissione	06/2024	AC/SS	06/2024	AC/SS

SCALA: N.A.

FORMATO: A4

GIUGNO 2024

Commessa	Tip. impianto	Fase Progetto	Disciplina	Tip. Doc	Titolo	N. Elab	REV
23016	EO	DE	GE	R	09	0005	A

RICERCA, SVILUPPO E COORDINAMENTO IMPIANTI EOLICI E FOTOVOLTAICI A CURA DI:



Sede Amministrativa e Operativa
via Benessia, 14 12100 Cuneo (CU)
tel 335.6012098
e-mail: emmecsrls@gmail.com

Geom. Domenico Bresciano

ANALISI GEOLOGICA A CURA DI:

Studio Associato
di Geologia Tecnica



Sede Legale: Piazza Diaz n. 11/5 - 17100 SAVONA (SV)
TEL. 331.2334884/393.5172231, email geolab@studiogeolab.it
Website: geolab@studiogeolab.it

I Tecnici:

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini
Dott. Geologo Alessandro Canavero

File: testalino relazione geologo 2010.dwg

TUTTI I DIRITTI SONO RISERVATI - Questo documento è di proprietà esclusiva del progettista ivi indicato sul quale si riserva ogni diritto. Pertanto questo documento non può essere copiato, riprodotto, comunicato o divulgato ad altri o usato in qualsiasi maniera, nemmeno per fini sperimentali, senza autorizzazione scritta dallo stesso progettista.

INDICE

0. SOMMARIO	3
1. OGGETTO DELL'INCARICO	3
2. INTERVENTO IN PROGETTO	3
3. PROGRAMMA D'INDAGINE	5
4. CONCLUSIONI	9

0. SOMMARIO

Gli Scriventi, Dott.^{SSA} Geologo Sabrina Santini e Dott. Geologo Alessandro Canavero, domiciliati presso lo Studio Associato di Geologia Tecnica GEO.LAB, con sede a Savona in Piazza Diaz 11/5, ed iscritti all'Ordine Regionale dei Geologi della Liguria rispettivamente con i numeri 338 e 268, hanno realizzato la presente relazione secondo il dettato del D.M. 17/01/2018 e della circolare n° 7 C.S.LL.PP. del 2019, su incarico Loro conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A.: questo relativamente al progetto di realizzazione di un parco eolico composto da 7 aerogeneratori di potenza ciascuno pari a 6,2 MW, per una potenza globale di 43.4 MW, da collocare sotto i crinali montani che dal Bric dei Mori raggiungono Bric Bombarda passando per Bric Ciassa, Fossa Lavagnin, Pian dei Buschi e Bric Bossarina nel territorio dei comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea.

1. OGGETTO DELL'INCARICO

Su incarico conferito dalla Duferco Sviluppo S.p.A., è stata condotta una campagna di rilevamento allo scopo di caratterizzare dal punto di vista geologico e sismico il sedime dell'intervento di edificazione del Parco Eolico Bric dei Mori e di tutte le opere accessorie e connesse.

Lo studio è stato preceduto da una prima fase di raccolta bibliografica effettuata presso gli Uffici Regionali, Provinciali, Comunali, e tramite varie fonti ufficiali: IFFI, PdB, repertorio cartografico della Regione Liguria, ARPAL, ISPRA, ecc., al fine di reperire il maggior numero di informazioni possibili sull'areale d'interesse e programmare il piano delle attività previste.

In sintesi, nell'ambito della stesura di questo elaborato, per quanto riguarda gli aspetti geologici, sono state eseguite le attività di rilevamento geomorfologico, geologico e sismico da cui sono emerse le principali caratteristiche del sito. Il presente lavoro è atto a definire la campagna di indagini che sarà necessario avviare nella successiva fase di progetto propedeutica alla redazione degli elaborati esecutivi; gli elementi qui indicati circa le indagini da eseguirsi costituiscono una serie di accertamenti geognostici investigativi minimi al fine di garantire un'adeguata progettazione degli interventi previsti.

2. INTERVENTO IN PROGETTO

Le successive immagini consentono l'inquadramento generale del parco eolico in progetto e da esse si evince la complessità dell'intervento qui di seguito sintetizzato.

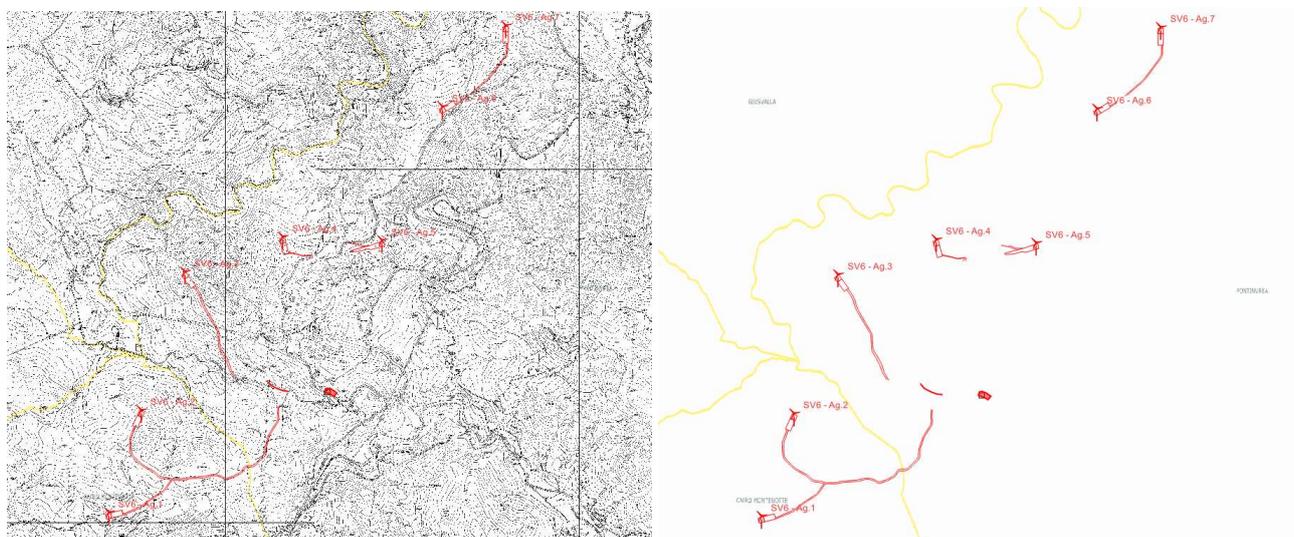


Figura 1.1: Inquadramento dell'area di intervento su base CTR Regione Liguria (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, nuove parti di strada di accesso al sito) e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.

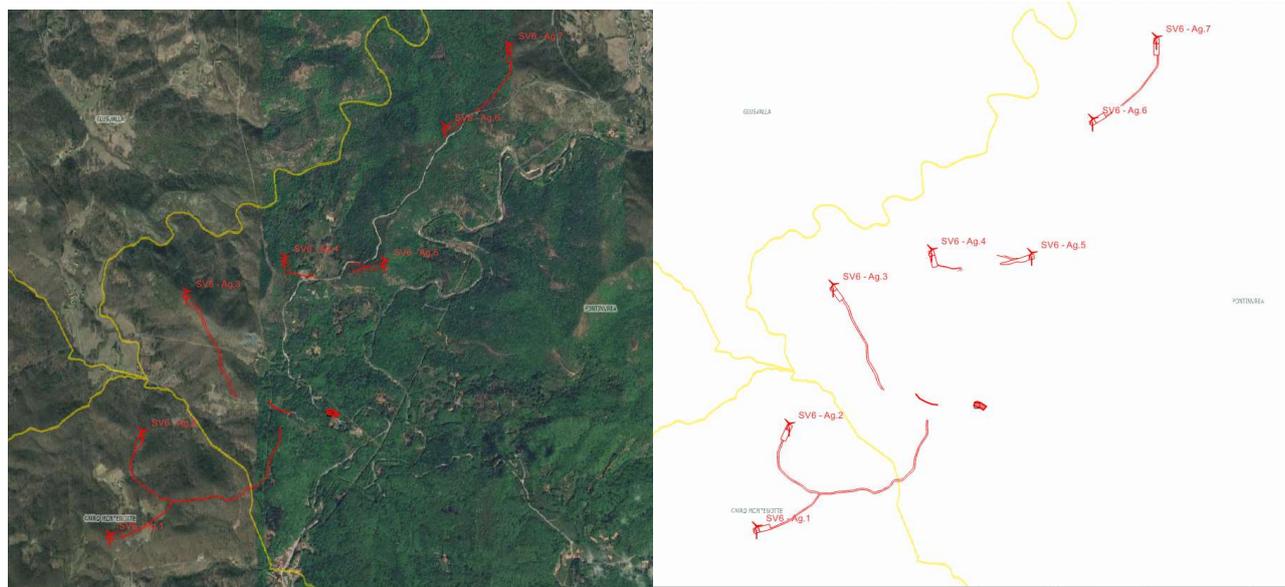


Figura 1.2: Inquadramento dell'area di intervento su base satellite Google Maps (aerogeneratori, strada di collegamento tra aerogeneratori, strada di connessione tra parco eolico e sottostazione elettrica, nuove parti di strada di accesso al sito), e successivo inquadramento nell'ambito amministrativo/territoriale.

PARCO EOLICO BRIC DEI MORI

Al fine di semplificarne la trattazione il sito non è stato suddiviso in diverse zone unite dalla strada di collegamento, ma è stato trattato come un unico sito ubicato nei Comuni di Cairo Montenotte e Pontinvrea che dipartendosi dal Bric dei Mori (metri 675 s.l.m.) raggiungono Bric Bombarda (metri 600 s.l.m.) passando per Bric Poggiobello (metri 650 s.l.m.) e Bric Bossarina (metri 600 s.l.m.).

L'ubicazione di tali aerogeneratori in coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N, è di seguito riportata:

Coordinate piane: WGS 84 / UTM 32N			
AEROGENERATORE	COORD. X	COORD. Y	COORD. Z
AG01	452320.02	4918017.98	690
AG02	452501.97	4918599.50	637
AG03	452750.39	4919382.93	665
AG04	453300.99	4919582.13	575
AG05	453859.48	4919561.27	587
AG06	454202.80.	4920321.31	575
AG07	454559.23	4920781.58	580

Tali aerogeneratori risultano collegati tra loro dalla "strada di collegamento" che in parte insiste su viabilità preesistente ed altre opere accessorie sia ad ogni singolo aerogeneratore sia a servizio di tutte le turbine. Sinteticamente l'intervento si compone di:

- **Zona Unica** dove è prevista l'edificazione dei 7 aerogeneratori, da AG01 a AG07, nella quale sarà necessario svolgere le seguenti opere:
 - Piazzola di montaggio → per ogni aerogeneratore;

- Strutture di fondazione → per ogni elemento strutturale presente nel progetto, turbine, cabina elettrica, ecc.;
- Strada di collegamento → le vie che collegano le turbine tra loro e le cabine elettriche, di adeguamento e/o nuova edificazione;
- **Opere elettriche a loro volta così suddivise:**
 - Posa cavidotto interrato MT di collegamento tra il parco eolico e le cabine elettriche;
 - Realizzazione cabine elettriche;
 - Posa cavidotto interrato AT di collegamento tra le cabine elettriche ed il punto di consegna;
- **Strada di accesso e opere accessorie**
- **Opere di ingegneria naturalistica**

Tale articolato progetto, quindi, oltre alla realizzazione delle turbine prevede anche la viabilità e/o l'adeguamento della viabilità esistente, manufatti cabine elettriche, opere a rete, ecc., per la cui esecuzione è necessario ricorrere ai dettami del Testo Unico sulle costruzioni del 2018.

3. PROGRAMMA D'INDAGINE

L'inquadramento generale geologico, in cui si intende realizzare il parco eolico, ha evidenziato sia la presenza di roccia subaffiorante sia la locale presenza di coperture (per lo più sottili) sovrapposte ad un ammasso roccioso in mediocri condizioni geomeccaniche a causa della locale elevata tettonizzazione e fratturazione (il cappellaccio d'alterazione presenta spessori metrici e/o talora plurimetrici anche con scadenti condizioni geomeccaniche), tra l'altro, localmente poco o nulla indagate in passato da campagne di indagini reperibili presso le normali fonti bibliografiche.

Pertanto, si rende necessaria una campagna di indagine commisurata all'importanza dell'intervento in progetto atta ad individuare le caratteristiche fisico-meccaniche sia delle coltri di copertura sia dell'ammasso roccioso che si presenta a profondità variabile.

Le indicazioni qui fornite sono pertanto da ritenersi minime ed indispensabili per la buona riuscita della progettazione dell'intervento nel suo complesso.

PROSPEZIONI GEOGNOSTICHE

Durante la successiva fase di progettazione sarà necessario eseguire approfondimenti circa le conoscenze geologiche del sito mediante l'esecuzione di:

- 🚧 Sondaggi a rotazione con continua estrazione di campione e prove in foro (SPT, SCPT);
- 🚧 Geofisica in foro tipo down-hole e cross-hole;
- 🚧 Geofisica di superficie del tipo a rifrazione con restituzione tomografica, HVSR e MASW ad integrazione di quanto già fin qui svolto;
- 🚧 Penetrometriche superpesanti DPSH;
- 🚧 Rilevazione/monitoraggio presenza di acqua di falda.

I sondaggi dovranno essere spinti in profondità fino ad intestarsi almeno 5 – 10 metri all'interno dell'ammasso roccioso inalterato di base e, comunque, per profondità non inferiori a 30 metri dalla

base della fondazione del manufatto. Nel corso delle perforazioni si dovranno eseguire le prove in foro (SPT) con cadenza non inferiore a una prova ogni 1,5 metri di perforazione ove possibile e comunque almeno per tutto lo spessore delle coltri; in ogni sondaggio deve essere rilevata la presenza di falda idrica, rilevati e monitorati in fase di perforazione i parametri di perforazione (resistenza all'avanzamento, perdita di fluidi di circolazione, usura corone diamantate, coppia di perforazione, ecc.) con finalità di accertamento geotecnico della competenza geomeccanica dei singoli livelli attraversati. I sondaggi saranno eseguiti con l'impiego di carotiere doppio e corone diamantate con l'ausilio di rivestimenti per il sostegno del foro di sondaggio.

INDAGINI DI LABORATORIO

Durante le indagini di cui sopra sarà necessario prelevare campioni disturbati ed indisturbati per l'esecuzione di analisi di laboratorio geotecnico e geomeccanico, da eseguirsi presso un laboratorio geotecnico geomeccanico riconosciuto ed autorizzato dal Ministero LL.PP. volte all'individuazione dei parametri tecnici sia fisico-meccanici sia elastici dei terreni e delle rocce presenti. I campioni previsti in numero minimo per sondaggio e, comunque, in quantità da consentire le sotto indicate prove, sono almeno tre per le coltri e almeno tre per le rocce presenti (qualora risultassero evidenti ulteriori cambi litologici il numero di campioni dovrà essere adeguato), in particolare si dovranno eseguire:

Geotecnica

-  Massa volumica mediante fustella e pesata
-  Peso specifico dei granuli
-  Peso di volume secco e saturo
-  Indice dei vuoti, della porosità e del grado di saturazione, limiti di consistenza
-  Resistenza alla punta con pocket penetrometer e Vane Test sulle carote estratte
-  Analisi granulometrica per via secca per vagliatura
-  Analisi granulometrica per sedimentazione con aerometro
-  Consolidazione edometrica ad incrementi di carico controllati
-  Taglio diretto consolidata drenata
-  Triassiale UU e CD
-  Espansione laterale libera
-  Angolo d'attrito interno
-  Angolo di attrito interno a volume costante
-  Coesione efficace

Geomeccanica

-  Massa volumica apparente (Peso di volume naturale)
-  Peso di volume reale
-  Coesione
-  Angolo di attrito interno
-  Compressione monoassiale con rilievo delle deformazioni assiali e diametrali: carico massimo e resistenza costanti elastiche (Modulo di elasticità, Coefficiente di Poisson)

-  Velocità onde elastiche di compressione (V_p)
-  Point Load Strength Test
-  Scatola di Hoek
-  Tilt Test

AEROGENERATORI E CABINA ELETTRICA

In corrispondenza di ogni turbina sarà necessario predisporre l'esecuzione di sondaggi a rotazione in formazione per la realizzazione di prove geofisiche in foro tipo Downhole e/o Cross-Hole eventualmente sottofalda con disposizione lineare dei sondaggi o a croce, nel senso della pendenza.

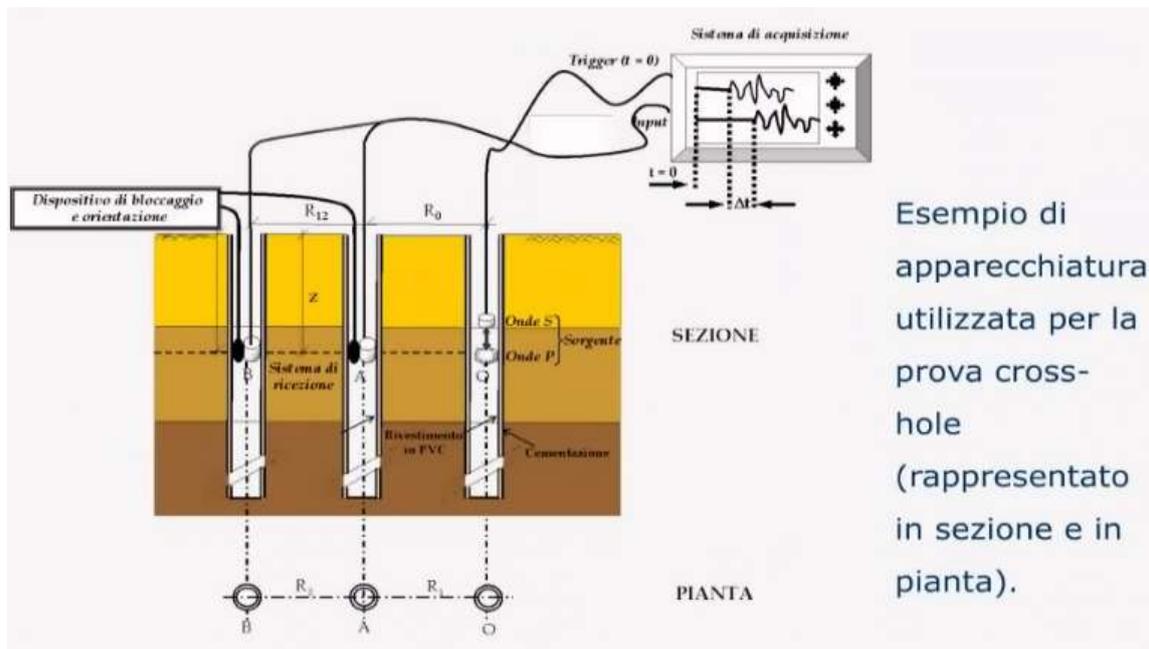


Figura 2.1: Schema tipo prova Cross - Hole (da Vannucchi)

In corrispondenza manufatti di rilievo, diversi dalle turbine, quali la cabina elettrica sarà necessario predisporre l'esecuzione di sondaggi a rotazione in formazione per la realizzazione di prove geofisiche in foro tipo Down-Hole (e/o Cross-Hole là dove le coltri di copertura superino i 10 metri), con almeno due perforazioni con disposizione lineare dei sondaggi nel senso della pendenza, associate a sismica a rifrazione di tipo superficiale.

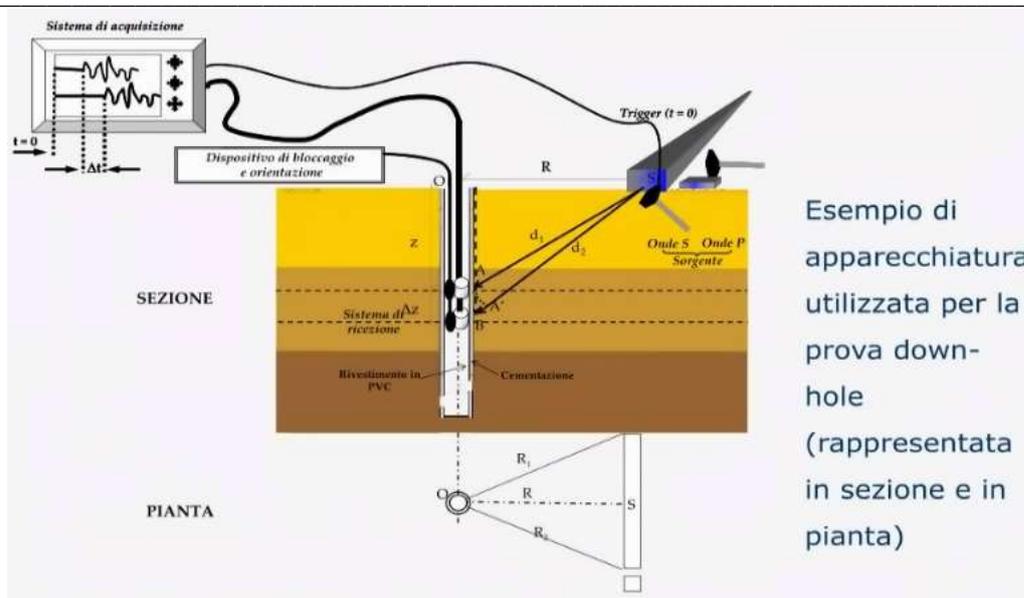


Figura 2.2: Schema tipo prova Down -Hole (da Vannucchi)

Sia in corrispondenza delle turbine sia in corrispondenza dei manufatti principali, almeno un sondaggio dovrà essere attrezzato a piezometro e dovrà essere monitorata la falda freatica per il periodo di esercizio dell'impianto; circa il monitoraggio delle fondazioni si segnala che verrà predisposto un apposito programma, pertanto, per il momento, non vengono previste installazioni inclinometriche. Si completerà l'indagine di campo mediante l'esecuzione di Penetrometriche super pesanti al fine di ottenere parametri geotecnici in situ per tutta la colonna delle coltri detritiche presenti.

I campioni per ogni verticale di sondaggio da sottoporre a prove di laboratorio devono essere almeno tre per le coltri (indisturbati prelevati con campionatore sottile tipo Shelby) e tre per l'ammasso roccioso. Le cassette catalogatrici dovranno essere conservate in corrispondenza dei siti di indagine oppure ricoverate in apposita struttura.

Eventuale esecuzione di profili sismici a rifrazione con restituzione tomografica, integrativi rispetto a quelle già sviluppate nel corso del presente lavoro, orientate nel senso della pendenza.

VIABILITÀ ED OPERE ACCESSORIE

Lungo la viabilità in progetto si prevede di eseguire indagini a carotaggio in tutte quelle situazioni ove sarà necessario intervenire sul versante in condizioni di elevata acclività e/o di sistemazione finale del versante con scarpate ripide e almeno una prova DPSH ogni 200 metri di sviluppo lineare (comunque da valutare se effettivamente necessaria sito per sito e ubicata in modo ragionato in base alla morfologia dei luoghi), fino a rifiuto al fine di rilevare "in continuo" i parametri delle coltri presenti e proseguire il monitoraggio delle caratteristiche tecniche in posto delle coltri.

Nel caso in cui gli interventi interferiscano con dissesti in atto o potenziali, come nei casi lungo la viabilità sia in adeguamento sia in progetto e per tutte quelle opere che potranno essere ancora oggetto di progettazione specifica: centrale di betonaggio, ecc. potranno essere eseguite indagini specifiche tra quelle sopraindicate opportunamente dimensionate per la struttura in esame.

In corrispondenza di interferenze significative delle opere viarie ed accessorie, con dissesti già cartografati dagli Enti territoriali, sarà necessario eseguire prove specifiche quali almeno un sondaggio a rotazione con prelievo di campioni da sottoporre ad indagini di laboratorio come sopra descritto e prove in foro al fine di definire compiutamente le specifiche progettuali da applicare all'intervento specifico.

Nelle aree in cui i tracciati verranno eseguiti in rilevato sarà necessario predisporre una puntuale campagna di indagine pari a quella indicata per le turbine o per la cabina elettrica in base alle caratteristiche locali e del progetto, al fine di definire le tipologie di consolidamento del terreno e le prove in corso d'opera necessarie per l'esecuzione dei rilevati quali, ad esempio, densità in situ, carichi su piastra, ecc..

4. CONCLUSIONI

Premessa la facoltà del progettista geotecnico delle opere, di decidere autonomamente la campagna di indagine ritenuta più adeguata, si ritiene che le indicazioni qui rappresentate costituiscano un minimo di indagine da eseguirsi al fine di raggiungere la necessaria conoscenza per l'esecuzione del progetto in sicurezza.

Tale programma potrà comunque subire variazioni in seguito durante le fasi di sviluppo della progettazione esecutiva, laddove risulterà necessario acquisire maggiori e/o diverse informazioni rispetto a quanto garantirebbe l'attuale programma.

Savona, li giugno 2024

Dott.ssa Geologo Sabrina Santini (O.R.G.L. n° 338)

Documento firmato digitalmente da Sabrina Santini

Dott. Geologo Alessandro Canavero (O.R.G.L. n° 268)

Documento firmato digitalmente da Alessandro Canavero