

# PROVINCIA DI MATERA COMUNE DI FERRANDINA

LOCALITA':

## LOCALITA' QUADRONE

PROGETTO:

**PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRI-VOLTAICO A  
TERRA DELLA POTENZA NOMINALE 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLAR1"**

TITOLO DOCUMENTO:

### Note Integrative

SOGGETTO RICHIEDENTE

L'ESECUTORE:

## DALSOLAR S.R.L.

SEDE LEGALE E UFFICI

Via Santa Sofia n.22

20122 - MILANO (MI)

CF e P.IVA n. 11013410961. N. REA MI-2573257

GRUPPO DI PROGETTAZIONE



**Ing. Carmen Martone**

**Geol. Raffaele Nardone**

**Ing. Domenico Castaldo**

Iscr. n°8630 Y Ordine Ingegneri di Torino

C.F. CSTDNC 73M18 H355W

Viale Europa 42, 10070 - Balangero

tel 0123/346088 fax 0123/347458

info@studioingcastaldo.it cell 338/4727747

Via V. Verrastro 15/A, 85100 Potenza  
P.Iva 02094310766

Codice lavoro	Livello proget.	Cat. Op.	Tipologia	Numero	Rev.	Pag.	di	Nome file	Scala	Progressivo
C261	PD	I.FV_IF	R	01	/00	1	1	A.2		2
Rev.	Data	Descrizione						Redazione	Controllo	Approvazione
00	Gennaio 2022	Emissione								
00	Ottobre 2023	Revisione								

	<b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA NOMINALE 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLAR1" IN LOCALITÀ QUADRONE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT)</b> <b>NOTE INTEGRATIVE</b>	<b>DATA:</b> <b>OTTOBRE 2023</b> <b>Pag. 1 di 16</b>
---	---	--

Le seguenti note integrative sono state redatte a seguito della richiesta di aggiornamento e integrazioni pervenuta n°0045017 del 24-03-2023.

Essendo Variato il Layout Alla presente, si allegano:

- Carta Geologica Area Parco in scala 1:2000;
- Carta Geomorfologica Area Parco in scala 1:2.000;
- Carta della microzonazione sismica in scala 1:2.000 Area Parco, Cavidotto e SSE;
- Carta di sintesi delle Criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche in scala 1:2.000 Area Parco, cavidotto e SSE;
- Tabulati Risposta sismica locale:
- Rapporto Tecnico delle indagini eseguite e pregresse.

Di seguito si riporta quanto richiesto:

*a)Attesa interferenza fra le aree di interesse e taluni elementi morfologici, rilevati e cartografati e/o rilevabili da foto aeree, sarà necessario procedere ai necessari approfondimenti dal punto di vista geomorfologico, avendo cura di evidenziare nella sua completezza il reticolo idrografico e le sue aree di pertinenza oltre che le aree oggetto di erosione areale.*

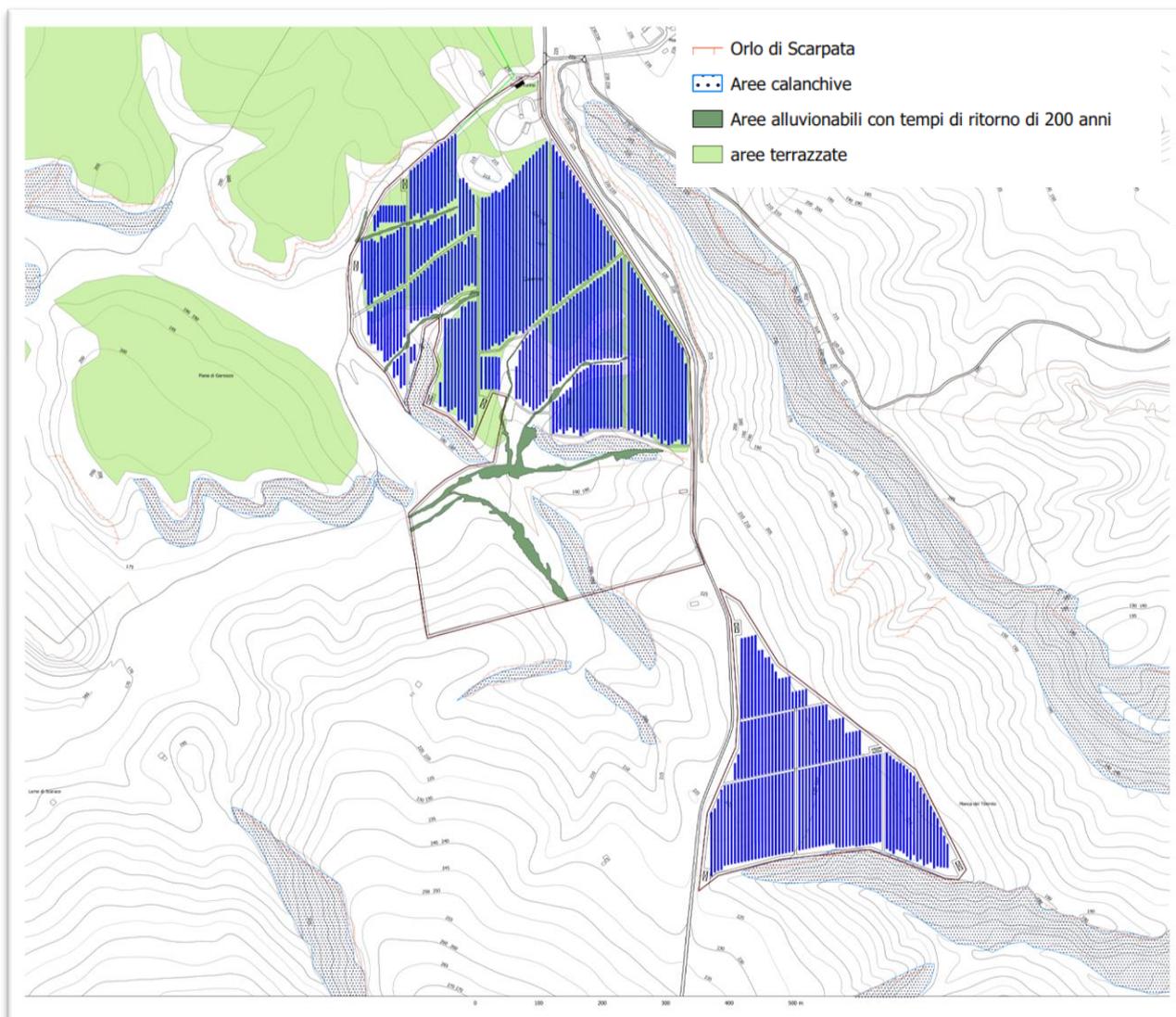
Nella successiva carta sono stati evidenziati tutti gli elementi morfologici presenti nell'area di interesse e che potevano interferire con le opere in progetto.

Il parco fotovoltaico verrà realizzato su un versante che degrada con una pendenza compresa tra 3 e 10 ° da Nord Est verso Sud Ovest e nella porzione occidentale e meridionale, è limitato da versanti più acclivi caratterizzati da pendenze dell'ordine di 45-50°. In corrispondenza delle parti più pendenti sono riconoscibili le classiche forme calanchive legate all'erosione areale che modellano il versante in faccette triangolari che rappresentano il principale morfotipo dell'area. L'erosione areale si origina a seguito della combinazione di diverse concause quali la litologia argilloso limosa dei terreni l'assenza di vegetazione lungo il pendio, l'elevata pendenza e le precipitazioni intense concentrate in brevi periodi. La presenza di questi morfotipi non andrà ad interferire in alcun modo con l'area in cui è prevista l'installazione dei pannelli.

Dal punto di vista idrografico il reticolo idrografico si presenta poco sviluppato ed è composto da aste rettilinee che convogliano le acque di corrivazione che scorrono lungo i versanti verso il sottostante immissario del Torrente Salandrella. In particolare, nell'area sono presenti diverse aree di impluvio all'interno delle quali si ritrovano incisioni asciutte per la maggior parte dell'anno e in cui si riscontra la presenza di acqua solo a seguito di intensi periodi piovosi.

La in corrispondenza delle aste presenti all'interno del parco è stato eseguito lo studio idraulico che ha permesso di perimetrare aree alluvionabili con tempi di ritorno di 200 anni. Nella revisione del Layout di impianto, queste aree sono state escluse dall'utilizzo in modo da non alterare il deflusso superficiale delle acque di corrivazione.

Inoltre, il rilevamento non ha evidenziato all'interno dell'area parco morfotipi riconducibili ad aree instabili all'interno dell'area parco.



*Stralcio della carta geomorfologica area parco*

b) lo studio di microzonazione sismica condotto con approccio semplificato ha portato all'individuazione di aree con fattori di amplificazione omogenei. Lo studio limitato alle sole aree del parco, oltre ad a dover essere completato con le altre aree di interesse progettuale dovrà valutare e verificare il possibile ricorso tale approccio metodologico nel rispetto degli indirizzi e criteri per la microzonazione sismica del Dip. Naz Protezione Civile. Lo studio andrà completato dalla valutazione in merito a potenziali fenomeni di liquefazione.

In corrispondenza delle aree interessate dal progetto è stato eseguito lo studi di risposta simica locale a seguito del quale sono state individuate due tre Microzone omogenee stabili suscettibili di amplificazione, mentre le aree calanchive, sono state classificate come zone instabili suscettibili di amplificazione locale. Di seguito si riporta uno stralcio della carta di microzonazione sismica dell'area Parco e della sottostazione con i valori di FA e FV.

A base di calcolo, sono stati ricostruiti tre modelli geologici due all'interno dell'area parco e uno in corrispondenza dell'area della sottostazione elettrica.

Di seguito si riportano i modelli posti a base di calcolo per la risposta sismica locale

#### Microzona 1 Depositi Alluvionali Terrazzati

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Peso unità vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]
1	--	8.0	Seed et al. (1986) Gravel	18.5	209.0
2	8.0	25.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	21.1	777.0
3	oo	--	Smorzamen to costante	24.0	800.0

#### Microzona 2 Argille Grigio-azzurre

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Peso unità vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]
1	--	10.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	18.5	225.0
2	10.0	20.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	21.1	777.0
3	oo	--	Smorzamen to costante	24.0	800.0

### Microzona 3 Area Sottostazione

n.	Profondità [m]	Spessore [m]	Terreno	Peso unità vol. [kN/m <sup>3</sup> ]	Vs [m/s]
1	--	11.0	Seed et al. (1986) Gravel	19.6	204.0
2	11.0	20.0	Idriss (1990) Clay (Seed and Sun 1989)	21.1	732.0
3	oo	--	Smorzamento costante	24.0	800.0

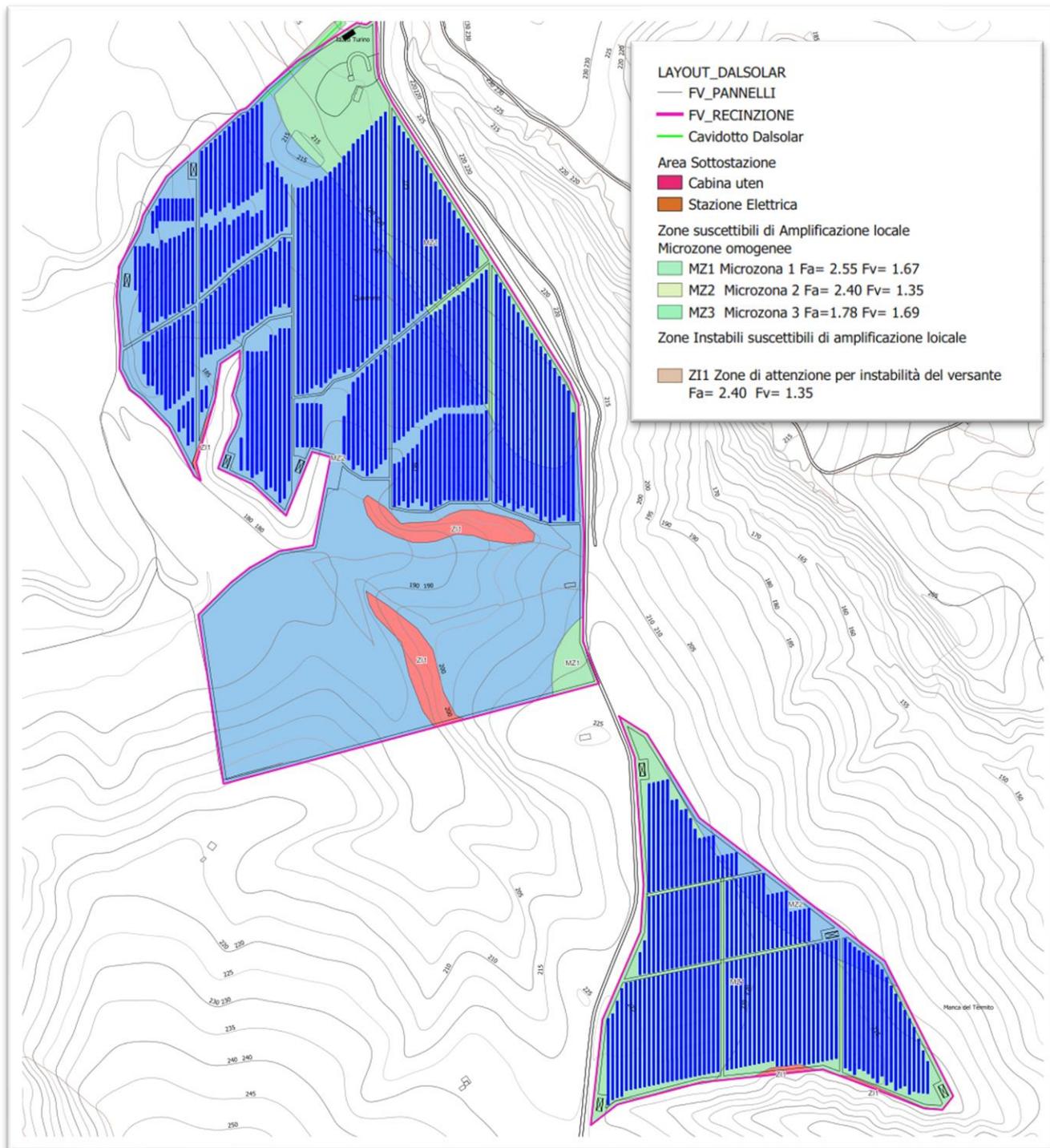
Il calcolo ha restituito i valori dei fattori di accelerazione riportati in tabella

Microzona	Fa	Fv
<b>MZ1</b>	2.55	1.67
<b>MZ2</b>	2.40	1.35
<b>MZ3</b>	1.78	1.69
<b>ZI1</b>	2.40	1.35

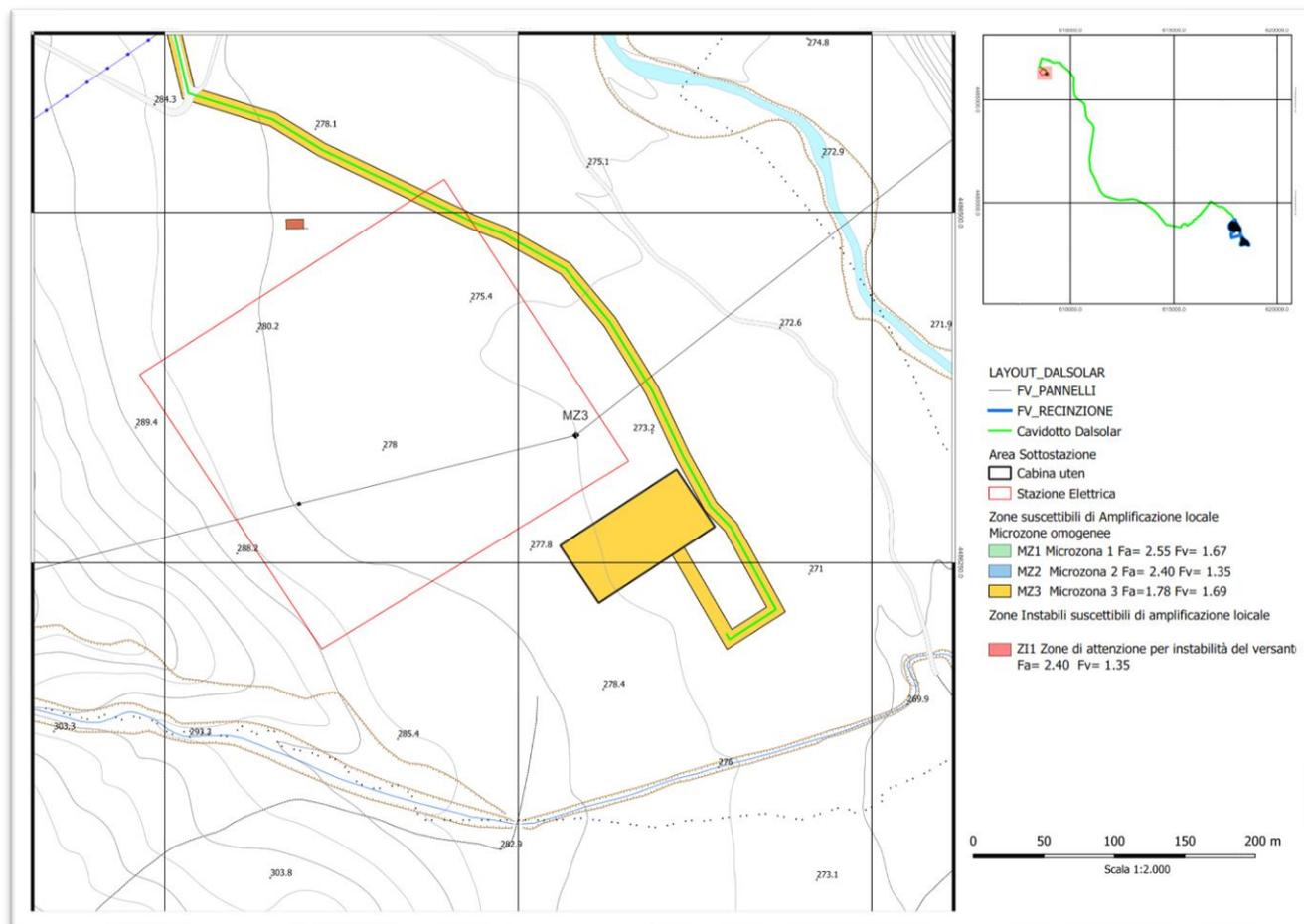
Per le zone instabili suscettibili di amplificazione locale sono stati utilizzati i valori di accelerazione relativi alle argille varicolori dato che si tratta aree interessate da erosione areale (calanchi) e non sono presenti livelli di spessore superiore a 5m di terreno.

Per maggiori dettagli si rimanda agli allegati Risposta sismica Locale Carta di Microzonazione sismica d II livello Area Parco e Cavidotto.

**Nell'area in esame, si esclude la presenza di falda almeno nei primi 20 metri di profondità sia per l'assetto idrogeologico dei luoghi che per l'assenza, nell'ambito idrogeologico significativo, di emergenze idriche e di pozzi.**



Carta della Microzonazione sismica di II livello Area Parco



Carta della Microzonazione sismica di II livello Sottostazione elettrica

c) la caratterizzazione ai fini della costruzione del modello geologico tecnico di riferimento e parametrizzazione dovrà essere supportata da specifiche indagini e/o dall'eventuale acquisizione di dati pregressi per i quali oltre ad allegare ubicazione delle indagini, stratigrafie e certificati di laboratorio di analisi, sarà necessario rappresentare le correlazioni con i siti di più diretto interesse progettuale unitamente a valutazioni proprie sull'utilizzabilità, rappresentatività e significatività dei dati assunti.

Per quel che riguarda l'area parco, l'elaborazione delle prove penetrometriche è stata eseguita con l'ausilio del software Dynamic Probing da cui è scaturita la caratterizzazione geotecnica dei terreni mediante l'utilizzo di **correlazioni geotecniche per terreni a comportamento attritivo**; in particolare, per la caratterizzazione meccanica dei terreni, avremmo potuto utilizzare la correlazione proposta da Meyerhof (1965) - Correlazione valida per terreni con (%) di limo > 5% a profondità <

3 m visto che le strutture interesseranno i primi 2 metri di spessore e i terreni sono ascrivibili a limi argillosi.

**A vantaggio di sicurezza e al fine di valutare la stabilità delle coltri presenti lungo i versanti e ricostruirne i processi morfodinamici presenti, la caratterizzazione meccanica dei terreni è stata definita utilizzando la correlazione Meyerhof (1956) - Correlazioni valide per terreni argillosi ed argillosi-marnosi fessurati, terreni di riporto sciolti e coltri detritiche.**

Nella successiva tabella si riportano i dati medi ricavati dalle prove penetrometriche

Area Parco

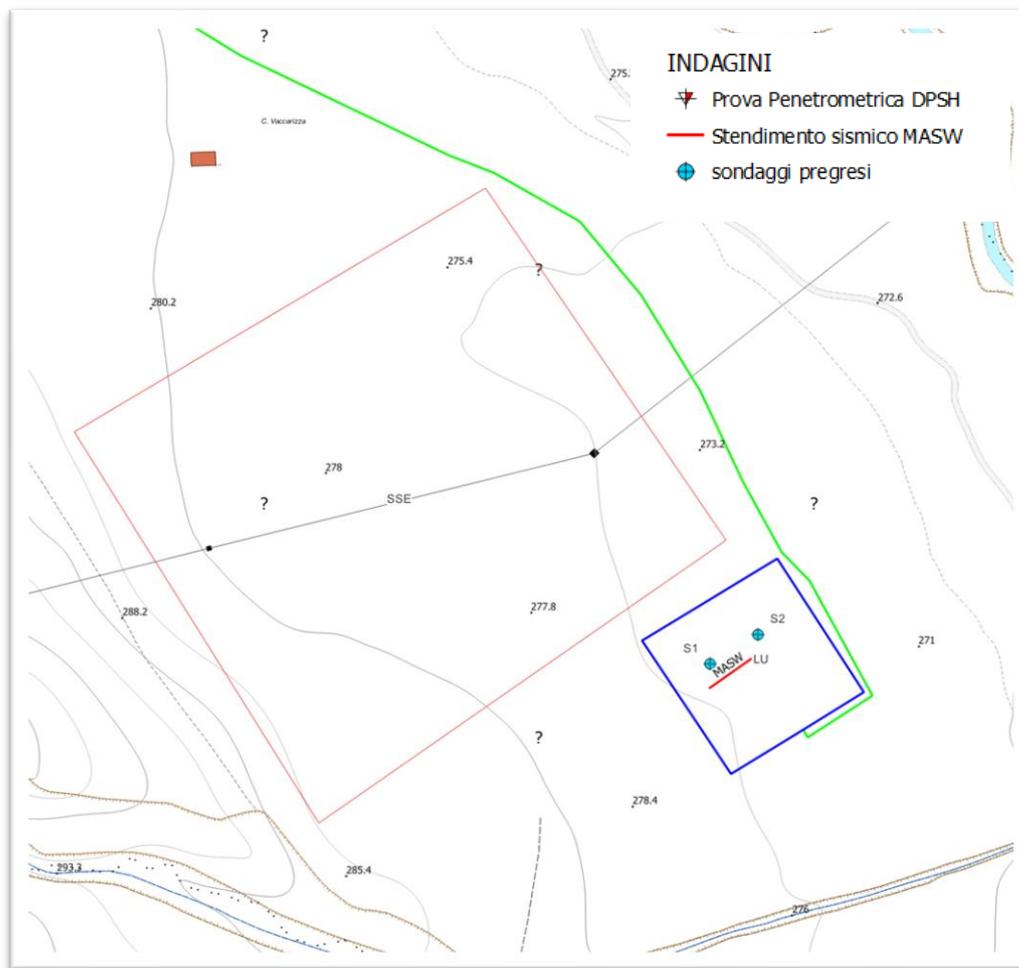
Unità	Descrizione litologica
<b>Unità Geotecnica I Spessore 4-6 mt</b>	Limi argillosi con livelli di conglomerati asciutti e consistenti
<b>Unità Geotecnica II (substrato geologico)</b>	Argilla argille limose asciutte e consistenti.

*Parametri caratteristici*

Unità Geotecnica	$\gamma_v$ (KN/m <sup>3</sup> )	$\phi'$	$C'$ (KPa)
<b>I</b>	<b>18.5</b>	<b>25</b>	<b>0</b>
<b>II</b>	<b>20.5</b>	<b>20</b>	<b>0</b>

In merito ai parametri relativi ai terreni della sottostazione sono state utilizzate le indagini eseguite nei pressi della sottostazione lato utente relative al progetto per la realizzazione della sottostazione lato Utente del parco fotovoltaico "Rossi 2" quali:

- **2** Sondaggi a carotaggio continuo;
- prelievo di **2** campioni indisturbati a diverse profondità sui quali sono state eseguite prove di laboratorio geotecnico per la caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni;
- **2** Prospezione sismica di tipo MASW;



*Carta dell'ubicazione delle indagini Sottostazione elettrica lato utente*

### **Stratigrafie dei sondaggi**

L'analisi del materiale carotato ha portato alla stesura delle stratigrafie di dettaglio, così come riportato nelle colonne stratigrafiche allegate, schematizzate come di seguito:

#### **Sondaggio S1**

-0,00 – 1,10 mt. Terreno vegetale di natura limoso-sabbioso-argillosa;

-1,10 – 5,50 mt. limi sabbiosi asciutti con consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti di colore nocciola con aspetto caotico;

-5,50 – 6,30 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa di colore beige ;

-6,30 – 10,00 mt. sabbie a grana fine asciutte e molto addensate.

-10,00 – 11,30 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA NOMINALE 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLAR1" IN LOCALITÀ QUADRONE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT) NOTE INTEGRATIVE</b>	<b>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 9 di 16</b>
---	---	--

-11,30 – 20,00 mt. Argille limose di colore grigio azzurro con all'interno resti di bivalve, asciutte compatte e molto consistenti.

Nel sondaggio S1 sono stati prelevati 2 campioni indisturbati denominati rispettivamente C1, prelevato alla profondità tra 3,00 – 3,40 m e C2 prelevato alla profondità compresa tra 12,50 e 13,00 m e sono state eseguite due prove penetrometriche in foro SPT.

A seguito del monitoraggio piezometrico eseguito ad oggi non è stata riscontrata la presenza di falda.

### **Sondaggio S2**

- 0,00 – 1,10 mt Terreno vegetale di natura limoso-sabbioso-argilloso;

-1,10 – 5,70 mt. limi sabbiosi asciutti con consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti di colore nocciola con aspetto caotico;

-5,70 – 6,50 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa di colore beige ;

-6,50 – 9,30 mt. sabbie a grana fine asciutte e molto addensate.

-9,30 – 10,80 mt. conglomerati poligenici ed eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa.

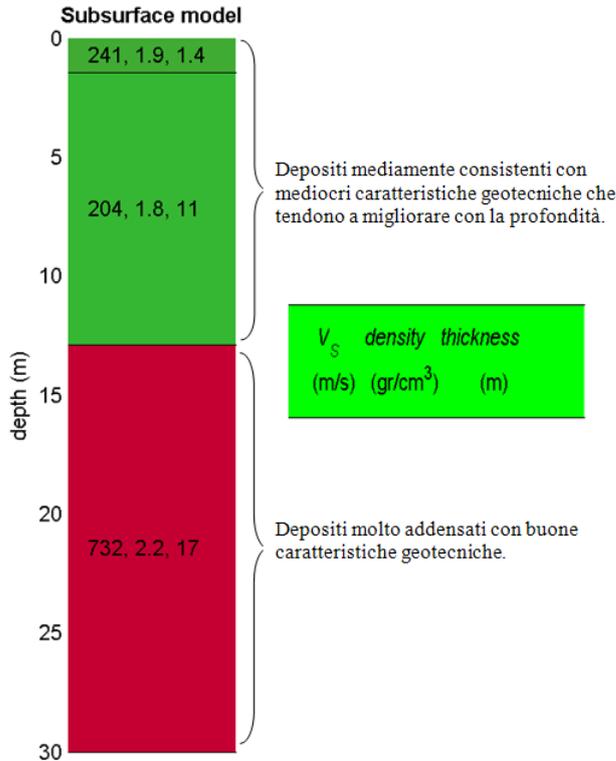
-10,80 – 20,00 mt. Argille limose di colore grigio azzurro con all'interno resti di bivalve, asciutte compatte e molto consistenti.

Indagine geofisica di tipo Masw.

Al fine di ricostruire l'andamento sismostratigrafico del sottosuolo sono state eseguite n° 2 indagini sismiche di tipo Masw. Lo scopo dell'indagine è stato quello di definire il profilo verticale della  $V_S$  (velocità di propagazione delle onde di taglio) e di classificare i terreni di fondazione degli aerogeneratori sulla base del valore della  $V_{S30}$  (il valore medio della  $V_S$  nei primi 30m di profondità).

Di seguito si riporta la colonna sismostratigrafica ottenuta dalle indagini eseguite, da cui è stato possibile ottenere una suddivisione in sismostrati caratterizzati da analoghe velocità delle onde S.

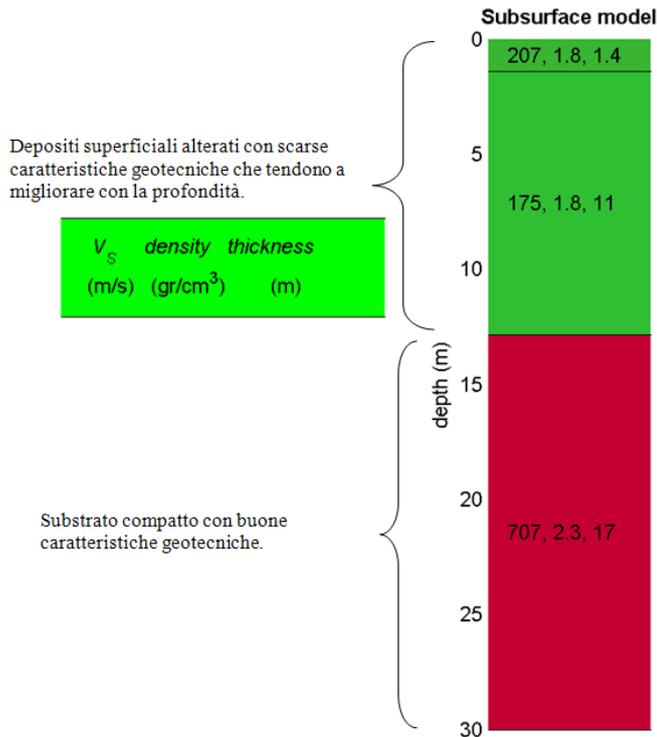
Masw01 – Sottostazione elettrica



Schematizzando, la stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da due sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 12.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 207 m/s e corrisponde a un deposito abbastanza alterato con scarse caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 12.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 732 m/s ed è riferibile al substrato geologico compatto.

### Masw02 – Sottostazione elettrica



Schematizzando, la stratigrafia del sottosuolo può essere assimilata ad un modello costituito da due sismostrati in cui:

- Il primo sismostrato presenta uno spessore di circa 12.5 m, con velocità media delle onde di taglio di 175 m/s, riferibile al suolo agrario e a terreni superficiali maggiormente alterati e decompressi caratterizzati da mediocri caratteristiche geotecniche;
- Il secondo sismostrato, che si rinviene a profondità maggiori di 12.5 m dal p.c. e fino alla profondità di investigazione, superiore ai 30 m di profondità, presenta velocità  $V_s$  media di 707 m/s ed è riferibile ad un deposito consistente (substrato geologico) con ottime caratteristiche geotecniche.

	<b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA NOMINALE 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLARI" IN LOCALITÀ QUADRONE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT)</b> <b>NOTE INTEGRATIVE</b>	<b>DATA:</b> <b>OTTOBRE 2023</b> <b>Pag. 12 di 16</b>
---	---	---

### Prove di laboratorio

Nel corso dei sondaggi a carotaggio continuo, sono stati prelevati 2 campioni indisturbati, sottoposti ad analisi di laboratorio presso il laboratorio geotecnico Laborgeo s.r.l. di Matera.

Di seguito si riporta il quadro riassuntivo dei risultati delle prove.

Camp.	Profondità m	W %	$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_d$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_{sat}$ KN/m <sup>3</sup>	$\gamma_s$ KN/m <sup>3</sup>	e	n %	Sr %	Ghiaia %	Sabbia %	Limo %	Argilla %	LL %	LP %	IP %	TG CD c KN/m <sup>2</sup> $\phi^\circ$	E.L.L. cu KN/m <sup>2</sup>	COMPRESSIONE EDOMETRICA P (KPa) - Cv (cm <sup>2</sup> /sec) - K (cm/sec)	UNI
1	3.00-3.40	17.13	19.63	16.76	20.64	27.40	0.635	38.84	73.92	0.00	18.76	53.74	27.50	30	21	9	18.12-25.4°	129.56	P=98.07 - k=2.39E-08 - Cv=1.62E-03 P=196.13 - k=9.65E-09 - Cv=5.95E-04	A - 4 CL
2	12.50-13.00	19.73	21.06	17.59	21.19	27.50	0.563	36.04	96.30	0.14	5.77	52.45	41.64	36	26	10	22.79 - 20.2°	306.97	P=98.07 - k=1.64E-08 - Cv=1.25E-03 P=196.13 - k=9.48E-09 - Cv=6.34E-04	A - 4 ML

Sulla base delle indagini consultate è stato ricostruito il seguente modello Geologico

### **U.G.1 DEPOSITI ALLUVIONALI (SPESSORE 11.00M)**

Costituiti da una alternanza di livelli limoso argilloso sabbiosi asciutti con una consistenza variabile da mediamente consistenti a consistenti con livelli di conglomerati di spessore metrico di ciottoli poligenici eterometrici immersi in matrice sabbioso limosa e con livelli a grana fine asciutte e molto addensate.

Per la caratterizzazione dell'unità geotecnica a margine di sicurezza, sono stati utilizzati i parametri geotecnici relativi al campione C1 prelevato all'interno dei depositi limosi, ovvero quelli contraddistinti da proprietà geotecniche inferiori.

Nella classificazione *A.G.I. (1977)* tale deposito è ascrivibile ad un limo argilloso a bassa plasticità mentre il sistema di classificazione *U.S.C.S.* definisce questo materiale come argille inorganiche a bassa compressibilità (*CL*).

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri geotecnici caratteristici e di progetto e i parametri dinamici che caratterizzano l'unità:

$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	c' KPa	Cu KN/m <sup>2</sup>
<b>19.6</b>	<b>25.4</b>	<b>18.12</b>	<b>129.56</b>

### **U.G.2 Argille Limose Grigio Azzurre**

Costituito da argille limose asciutte, compatte e molto consistenti.

Nella classificazione *A.G.I. (1977)* tale deposito è ascrivibile ad un limo argilloso mentre il sistema di classificazione *U.S.C.S.* definisce questo materiale come limi inorganici a bassa compressibilità (*ML*).

La caratterizzazione dell'unità geotecnica U.G.2 è stata possibile attraverso i parametri dedotti in laboratorio sul campione C2 prelevato tra -12.50 e -13.00 m. dal p.c..

Nelle seguenti tabelle sono riportati i parametri geotecnici caratteristici e di progetto e i parametri dinamici che caratterizzano l'unità:

$\gamma_v$ KN/m <sup>3</sup>	$\phi'$ °	$c'$ Kg/cm <sup>2</sup>	Cu KN/m <sup>2</sup>
<b>21.06</b>	<b>20°</b>	<b>23</b>	<b>306.97</b>

d) *Quanto determinato con le analisi idrauliche condotte e da completare per i tratti del reticolo idrografico potenzialmente interferente dovranno essere recepite nella cartografia di sintesi delle criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche.*

A seguito dello studio Idraulico eseguito sulle incisioni individuate all'interno dell'area parco sono state individuate fasce alluvionabili con tempi di ritorno di 200 anni. Data la criticità riscontrata le aree sono state escluse dall'utilizzo ed è stato prodotto il nuovo layout di impianto.

Di conseguenza è stata anche aggiornata la carta di sintesi delle pericolosità geologiche e geomorfologiche suddividendo le aree interessate dal progetto nelle seguenti zone :

#### **AREE STABILI ESENTI DA CRITICITÀ GEOLOGICHE, GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE**

*Ib1 Aree subpianeggianti esenti da criticità, in queste aree è prevista la posa del cavidotto all'interno di strade esistenti tramite trincea.*

*Ib2 Area subpianeggiante esente da criticità geologica e geomorfologica Le opere in progetto (sottostazione elettrica Lato Utente) sono compatibili con l'assetto geologico, geomorfologico e idraulico dell'area e non ne andranno ad incrementare il livello di rischio e pericolosità.*

	<b>PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN PARCO AGRIVOLTAICO A TERRA DELLA POTENZA NOMINALE 19,99 MW DENOMINATO "DALSOLAR1" IN LOCALITÀ QUADRONE NEL COMUNE DI FERRANDINA (MT) NOTE INTEGRATIVE</b>	<b>DATA: OTTOBRE 2023 Pag. 14 di 16</b>
---	---	---

*Ib1a Area su versante stabile con pendenze <math><15^\circ</math>. Si tratta di aree stabili esenti da criticità geomorfologiche ed idrauliche in quest'area la posa del cavidotto all'interno di una trincea da scavare all'interno di terreni. La realizzazione dell'opera è compatibile con l'assetto dell'area e non aumenterà il livello di rischio e pericolosità gravante sull'area.*

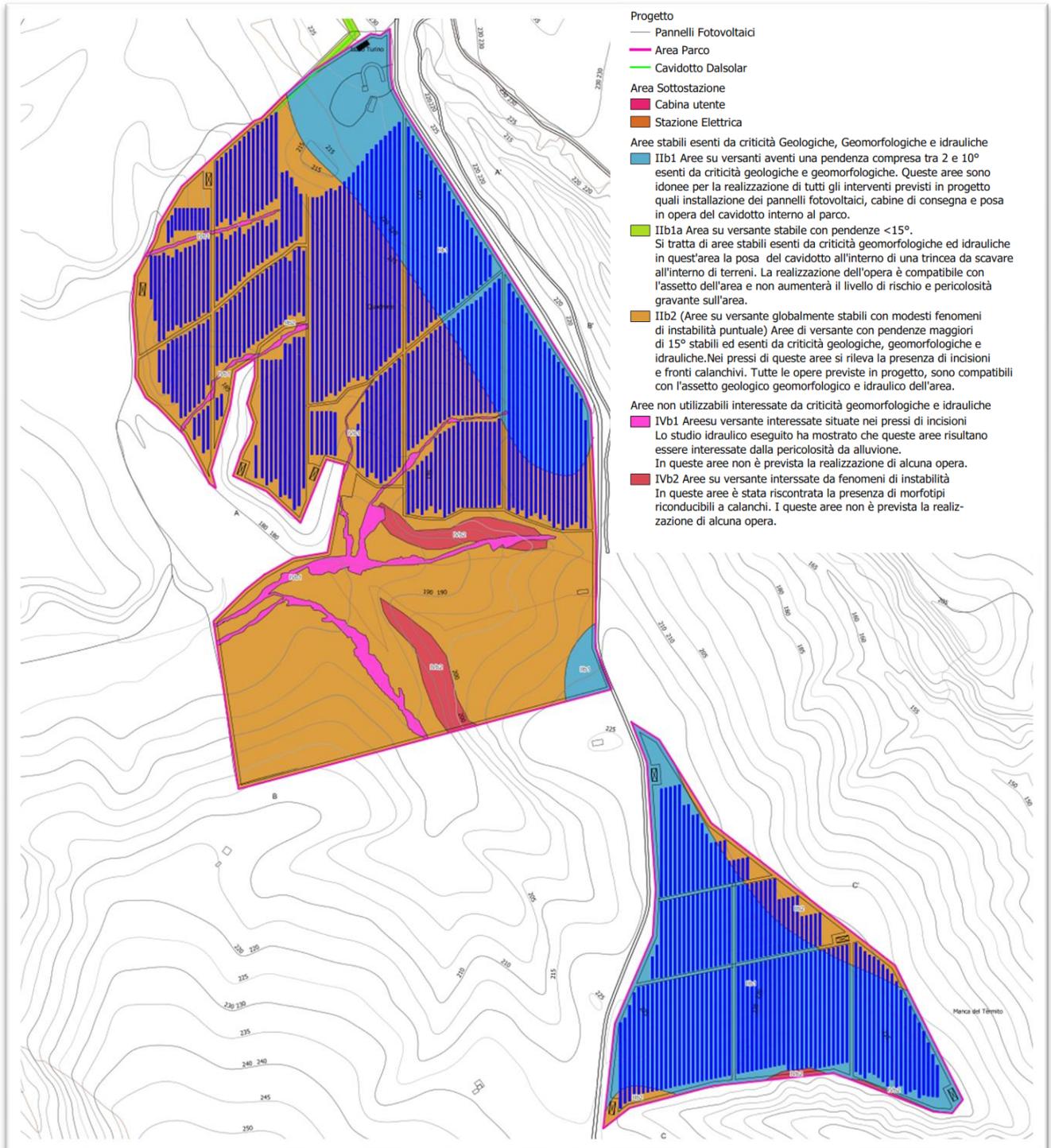
*Ib2 (Aree su versante globalmente stabili con modesti fenomeni di instabilità puntuale) Aree di versante con pendenze maggiori di*

#### **AREE NON UTILIZZABILI INTERESSATE DA CRITICITÀ GEOMORFOLOGICHE E IDRAULICHE**

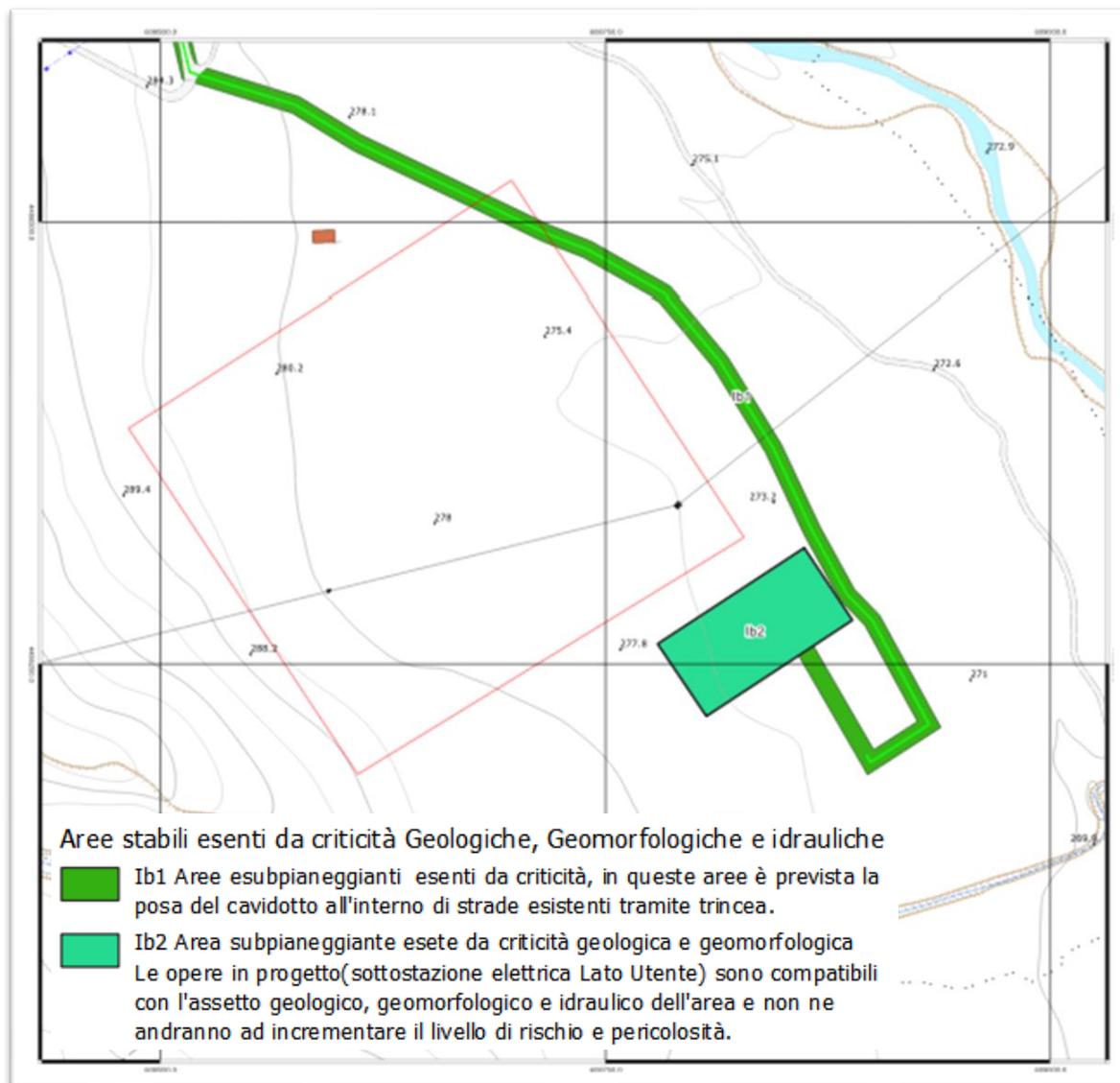
*IVb1 Aree su versante interessate situate nei pressi di incisioni Lo studio idraulico eseguito ha mostrato che queste aree risultano essere interessate dalla pericolosità da alluvione. In queste aree non è prevista la realizzazione di alcuna opera.*

*IVb2 Aree su versante interessate da fenomeni di instabilità In queste aree è stata riscontrata la presenza di morfotipi riconducibili a calanchi. I queste aree non è prevista la realizzazione di alcuna opera.*

*IVb3 Aree situate nei pressi di interferenze con il reticolo idrografico Queste aree sono presenti lungo il tracciato che connette l'area parco al cavidotto. Dato che il cavidotto verrà posto in opera all'interno di strade esistenti, queste criticità sono già state risolte con la realizzazione opere idrauliche quali tombini e viadotti. Al fine di non interferire con le opere esistenti in corrispondenza di queste opere il cavidotto verrà posto in opera tramite T.O.C..*



*Carta di sintesi delle criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche (Area Parco)*



*Carta di sintesi delle criticità e pericolosità geologiche e geomorfologiche (SSE)*

*Il Geologo*

*Raffaele NARDONE*