

# REGIONE PIEMONTE

Provincia di Biella  
Comune di Masserano

## FATTORIA SOLARE DEL PRINCIPE

Provvedimento Autorizzativo Unico Regionale  
FER - SVILUPPO FOTOVOLTAICO

COORDINAMENTO GENERALE



**REN Solar** srl  
Renewable ENergy

REN SOLAR ONE SRL  
P.IVA 09897240967

PROGETTISTA



Arch. Luca Menci  
mail: lucamenci@studiomenci.com

PROPONENTE

**REN** 190 SRL

Salita Santa Caterina 2/1 - 16123 Genova  
mail: ren190@pec.it  
P.IVA: 02686880994

TITOLO ELABORATO  
**Relazione Geologica Mas**

ELABORATO  
13.3

PARAGRAFO  
13 - Approfondimenti Specialistici

DATA  
17/07/2021

CODICE ELABORATO  
MR-13.3-MAS-AS-0

REDATTO DA  
dott.geol Marco Zantonelli

APPROVATO DA  
Luca Menci

TIMBRI E FIRME

Progettista



Indagini Specialistiche



(Dott. Geol. Marco Zantonelli)

Consulenza Ambientale



Proponente

REN.190 S.r.l.,  
Marco Tassara  
(Firmato digitalmente)

**INDICE**

PREMESSA-----	4
ELABORATO A - RELAZIONE GEOLOGICA -----	6
A.1 - INQUADRAMENTO DEL SITO IN ESAME-----	7
A.1.1 - <i>Denominazione del sito</i> -----	7
A.1.2 - <i>Ubicazione del sito</i> -----	7
A.1.3 - <i>Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)</i> -----	7
A.1.4 - <i>Pericolosità Geomorfologica di PRGC</i> -----	7
A.2 - ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME-----	9
A.3 - ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE -----	10
A.4 - CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI -----	11
A.5 - CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA-----	13
ELABORATO B - RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA-----	14
B.1 - DEFINIZIONE RISPOSTA SISMICA -----	15
B.1.1 - <i>Elementi generali</i> -----	15
B.1.2 - <i>Informazioni bibliografiche</i> -----	15
B.1.3 - <i>Elementi sismici condizionanti da PRGC e Microzone Omogenee</i> -----	17
B.1.4 - <i>Definizione categoria di suolo e della risposta sismica</i> -----	17
B.2 - CARATTERI GEOTECNICI DEI LITOTIPI AFFIORANTI -----	19
B.3 - VERIFICHE GEOTECNICHE-----	22
B.3.1 - <i>Cenni descrittivi sulle opere in progetto</i> -----	22
B.3.2 - <i>Verifiche resistenza del terreno di fondazione (Rd) allo SLU</i> -----	23
B4 - CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA-----	27
ALLEGATI-----	29

**PREMESSA**

La **Ditta REN 190 S.r.l.** ha conferito incarico professionale al tecnico scrivente per l'espletamento di indagine geologica e di indagine geotecnica in riferimento a progetto per la realizzazione di parco fotovoltaico in prossimità di località San Giacomo del Bosco in Comune di MASSERANO (BI).

La Relazione Geologica condotta ha inteso determinare se le modifiche del suolo determinate dalla realizzazione delle opere possano alterare le condizioni di stabilità del settore e se le stesse opere in progetto possano essere esposte ad eventuali rischi di destabilizzazione.

La Relazione Geotecnica ha sviluppato il modello Geotecnico, definito la Risposta Sismica Locale e espletato le verifiche geotecniche necessarie.

Lo studio geologico e geotecnico condotto ha fatto leva su di un'accurata serie di rilievi di campagna, svolti nel corso della Primavera 2021, estesi ad intorno significativo.

Le indagini sono state così articolate, con le seguenti determinazioni:

- 1) Raccolta degli elementi necessari alla ricostruzione del quadro geologico, geomorfologico ed idrogeologico del settore di interesse;
- 2) Analisi di dettaglio della pericolosità geomorfologica locale;
- 3) Redazione di analisi geologiche a sostegno degli interventi progetto;
- 4) Analisi geotecnica riferita ai terreni presenti nell'ambito del settore preso in esame;
- 5) Effettuazione delle fondamentali valutazioni sulla fattibilità delle opere.

L'insieme dei dati raccolti ha così consentito di sviluppare un'attendibile analisi geologica (Elaborato A) ed una conseguente indagine geotecnica (Elaborato B), condotte secondo quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 17/01/2018 ("*Norme Tecniche per le Costruzioni*").

L'indagine condotta si è attenuta a quanto previsto dalla vigente normativa ed in particolare dal D.M. 17/01/2018 (NTC 2018).

**ALLEGATI:**

- COROGRAFIA CTR 1 : 10.000

**ELABORATO A**  
**INDAGINE GEOLOGICA**

## A.1 – INQUADRAMENTO DEL SITO IN ESAME

### **A.1.1 – Denominazione del sito**

Non si è ravvisata una denominazione specifica per il sito in esame.

### **A.1.2 - Ubicazione del sito**

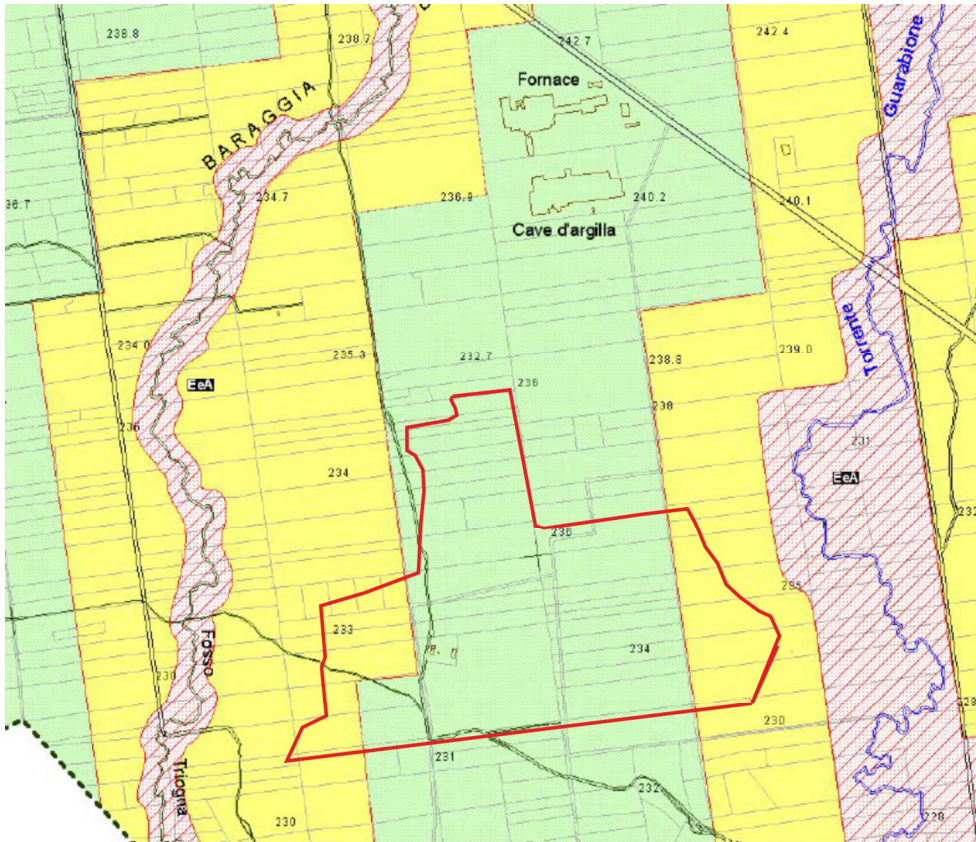
L'area in esame ricade in corrispondenza del margine settentrionale dell'Alta Piana Vercellese, in prossimità del settore di pertinenza del T. Bisingana. La quota locale è approssimativamente compresa tra 231 m e 233 m circa. Le coordinate geografiche del punto sono Lat. 45,551732 e Longitudine 8,257378.

### **A.1.3 - Estremi cartografici da Carta Tecnica Regionale (CTR)**

Si rimanda a relativo estratto CTR Piemonte in scala 1 : 10.000, sezione n. 115080.

### **A.1.4 - Pericolosità geomorfologica di PRGC**

Il Comune di Masserano è dotato di uno strumento urbanistico adeguato P.A.I., ove gli studi geologico-geotecnici sono risalenti all'anno 2014. Il settore interessato dagli interventi in progetto è ascritto in larga parte alla **CLASSE I** ed in subordine alla **CLASSE II** di pericolosità geomorfologica.



CLASSE	1		2		3	
	PERICOLOSITÀ GEOMORFOLOGICA E DIFESA ALTAUTUAZIONE URBANISTICA	<p><b>pericolosità geomorfologica ridotta o assente</b></p> <p>aree prive di limitazioni all'utilizzo urbanistiche</p>	<p><b>pericolosità geomorfologica moderata</b></p> <p>aree idonee all'utilizzo urbanistico con adozione di limiti dai disciplinamenti teorici</p>	<p><b>pericolosità geomorfologica elevata</b></p> <p>aree nelle quali l'utilizzo urbanistico non è consentito per esautoramento od interventi di risanamento geologico</p>	<p>Area non edificabile o con edifici isolati</p> <p><b>3A</b></p>	<p>Area edificabile</p> <p><b>3B4</b></p>

Fig. 1 – Estratto da Carta di Sintesi del vigente PRGC

Fattoria solare del Principe – Masserano (BI)

Data: 15/07/2021

REV: 0

**A.2 - ASSETTO GEOMORFOLOGICO DELL'AREA IN ESAME**

Come osservato, l'area in esame ricade in corrispondenza del margine settentrionale dell'Alta Piana Biellese e Vercellese, ove la stessa si approssima al piede dei rilievi collinari che segnano, verso Nord, il margine pedemontano. La superficie terrazzata è stata modellata nel corso del Pleistocene medio-superiore e si allunga prevalentemente in direzione Nord- Sud, ma anche in direzione Est-Ovest si estende per quasi 10 km, risultando limitata ad Est dal solco olocenico del F. Sesia e ad Ovest dall'incisione del T. Ostola, tributario di sinistra del T. Cervo.

L'area in esame è posta in prossimità del margine nordoccidentale della superficie terrazzata, ponendosi in particolare ad una distanza di circa 400 m in direzione Est dal corso del T. Ostola, il quale decorre in prevalente direzione Nord-Sud, impegnando un'incisione profondamente incassata rispetto all'involuppo fondamentale della superficie terrazzata. Poche decine di metri ad Est dell'area sede di intervento decorre il T. Guarabione, elemento idrografico tributario di sinistra del T. Cervo, il quale nasce dai rilievi collinari presso Roasio, decorrendo quindi in prevalente direzione Nord-Sud. Verso Ovest si rileva inoltre la testata di un nascente elemento idrografico, il F.so Triogna, il quale decorre anch'esso in prevalente direzione Nord-Sud, per confluire in sinistra nel T. Guarabione in Comune di Castelletto Cervo.

Nel quadro così definito, l'area si colloca intorno a quota 231-233 m circa e presenta assetto morfologico subpianeggiante, discostandosi essa da particolari irregolarità morfologica. Essa non è neppure in relazione diretta con elementi idrografici tributari degni di nota.



### **A.3 - ASSETTO LITOSTRATIGRAFICO LOCALE**

Il corpo sedimentario terrazzato costituente espressione morfologica della piana fluvioglaciale, è caratterizzato da potenza stimabile nell'ordine a 25-30 m circa ed è costituito principalmente da litologie grossolane, aventi taglia granulometrica ghiaioso-sabbioso-ciottolosa e, limitatamente alle coltri sommitali, argilloso-limosa.

Le facies grossolane del corpo sedimentario sono costituite da ghiaie sabbioso-limose, alterate anche in misura marcata, includenti lenti sabbioso-limose. A quanto risulta, lo spessore delle soprastanti coltri argillose superficiali è considerevole e può raggiungere anche 3-4 m. Le stesse presentano, già a modesta profondità, apprezzabile stato di addensamento.

Nel suo insieme il corpo sedimentario fluvioglaciale poggia in contatto erosionale su sedimenti marini pliocenico-villafranchiani, costituiti in prevalenza da sedimenti a granulometria fine (argille) e più subordinatamente da terreni granulari sabbioso, localmente ghiaiosi (quest'ultimi costituiscono i livelli produttivi sotto il profilo idropotabile) e si sviluppano a partire da una profondità di circa 40 m.

I rapporti litostratigrafici locali sono derivabili dagli esiti di molteplici scavi visionati in aree prossime, in forza dei quali è ricostruibile la colonna stratigrafica antecedente all'esercizio di cava, come a seguito descritta:

<b>SITUAZIONE LITOSTRATIGRAFICA TIPO</b>		
<b>Posizione stratigrafica</b>	<b>Profondità</b>	<b>litologia</b>
livello 1	da 0.00 a 1.00 m	Limi argillosi giallastri sciolti
livello 2	da 0.00 a 4.00 m	Argille giallo-rossastre addensate
livello 3	oltre 4.00 m	Ghiaie grossolane eterometriche alterate anche profondamente, in parte argillificate
<b>Note:</b> falda idrica presente entro al livello 3		

In relazione agli elementi descritti, ne consegue che le opere in progetto potranno raggiungere i terreni argillosi addensati a modesta profondità.

#### **A.4 - CONDIZIONI IDROGEOLOGICHE LOCALI**

L'analisi idrogeologica è stata esperita con un'accurata ricerca bibliografica, nell'ambito della quale si sono ritenute maggiormente significative le seguenti pubblicazioni:

- CARTA DELLA VULNERABILITÀ' DEGLI ACQUIFERI ALL'INQUINAMENTO alla scala 1 : 50.000 (M. CIVITA, G. FISSO, M. GOVERNA, L. MANZONE, P. ROSSANIGO – PROVINCIA DI VERCELLI - ultimo aggiornamento 1988).
- SCHEMA IDROGEOLOGICO, QUALITA' E VULNERABILITA' DEGLI ACQUIFERI DELLA PIANURA VERCELLESE (M. CIVITA, G. FISSO, M. GOVERNA, P. ROSSANIGO; – PROVINCIA DI VERCELLI - 1990).
- CARTA GEOIDROLOGICA – falda superficiale – carta piezometrica luglio 2001 alla scala 1 : 50.000 (PROVINCIA DI VERCELLI; D. DE LUCA; D. CASACCIO; L. OSSELLA; M. LASAGNA).

Sotto il profilo idrogeologico si rileva che i terreni maggiormente permeabili fra quelli presenti nel settore sono rappresentati dai corpi alluvionali/fluvioglaciali ghiaioso-sabbioso-limosi costituenti la parte superiore della serie continentale. Tali terreni sono impegnati dall'acquifero freatico, il quale è ovviamente in stretto riferimento con i Torrenti ed i canali artificiali. Esistono altresì acquiferi profondi ospitati principalmente entro ai termini sedimentari terziari, i quali sono appunto sfruttati ai fini idropotabili. Per quanto riguarda i terreni siltoso-argillosi terziari, questi sono in massima parte impermeabili e solo localmente includono livelli a granulometria medio-grossolana in grado di veicolare apporti idrici sotterranei. Lo studio condotto è stato incentrato sia sull'acquifero freatico che su quello profondo, secondo quanto meglio riferito più oltre.

Per quanto riguarda le caratteristiche generali dell'acquifero freatico, esso è coincidente con i termini superiori della serie quaternaria pleistocenica o olocenica, limitatamente alla fascia di influenza dei T. Ostola e Bisingana. L'unità geomorfologica che dà espressione alla Piana è infatti rappresentata da terreni quaternari di natura fluvioglaciale e più subordinatamente alluvionale, la cui potenza massima è stimata in 25-30 m circa. La serie continentale così definita poggia quindi in contatto erosionale su depositi sedimentari riferibili alla sequenza regressiva pliocenico-villafranchiana, Fattoria solare del Principe – Masserano (BI)

Data: 15/07/2021

11

REV: 0

caratterizzati da granulometria siltoso-argillosa e più limitatamente sabbiosa e sabbioso-ciottolosa, aventi potenze anche pari a 200 m. Tale unità definisce il substrato della falda freatica.

Per ciò che attiene all'attribuzione dei parametri idrogeologici dei terreni descritti, si è fatto in ciò riferimento a specifiche pubblicazioni tecniche (cf. CIVITA, ISEDI 1975; FRANCANI, CLUP 1985), proponendo conseguentemente i seguenti valori:

	<b>K</b>	<b>ne</b>
sabbie ghiaiose	$10^{-3}$ - $10^{-1}$ cm/sec	30%
limi argillosi	$< 10^{-5}$ cm/sec	da 20%
e argille	$< 10^{-7}$ cm/sec	a 10%

dove:

**K** = coefficiente di permeabilità

**ne** = porosità efficace

La soggiacenza risulta di norma apprezzabile, nell'ordine di 20 m circa. Tale situazione è confermata dall'esame di specifiche pubblicazioni scientifiche realizzate dalla PROVINCIA DI BIELLA [Piano Territoriale Provinciale – Elab. MA3b] la quale riporta fra l'altro l'andamento delle linee isofreatiche per questo settore. Presso la piana fluvio-glaciale esse risultano orientate in prevalente direzione NE-SW. Al riguardo della soggiacenza, l'area in esame è allineata all'isofreatica **215 m**. Al riguardo del decorso della falda idrica, l'andamento generale è tale da presentare così un drenaggio verso SSW.

Non è pertanto presumibile che la superficie freatica possa eventualmente interferire con il piano di fondazione del fabbricato in progetto.

## **A.5 – CONCLUSIONI RELAZIONE GEOLOGICA**

Lo studio geologico condotto ha evidenziato che sull'area sede del futuro impianto non insistono particolari fattori del rischio geomorfologico, considerato l'assetto morfologico subpianeggiante, l'insussistenza di irregolarità morfologiche al contorno e di elementi idrografici posti in relazione diretta.

Alla luce degli elementi raccolti, ne consegue pertanto che le condizioni di vulnerabilità geomorfologica del settore risultano comunque tali da non pregiudicare la fattibilità delle opere in progetto, la cui attuazione delle non modificherà negativamente gli equilibri in atto.

La situazione litostratigrafica locale non appare particolarmente penalizzante, in quanto i terreni argillosi addensati presenti a modesta profondità ed utilizzabili quali piano di appoggio delle fondazioni della cabina di connessione presenta discreti requisiti meccanici.

Non è prevedibile che la falda freatica possa interagire stabilmente con il piano di posa delle fondazioni.

Al fine di garantire la miglior efficienza delle opere ed il rispetto dell'equilibrio geologico, geomorfologico ed idrogeologico, sarà comunque opportuno soddisfare le precauzioni generali a seguito riportate:

- all'atto dell'apertura degli scavi sarà opportuno accertare l'omogeneità della situazione litostratigrafica;
- le opere da realizzarsi dovranno essere attuate tenendo fede alla buona norma ed al quadro progettuale di riferimento;
- eventuali significative varianti andranno valutate sotto il profilo geologico.

Specifiche prescrizioni esecutive sono inoltre riportate nella Relazione Geotecnica (cf §. B.3).

**ELABORATO B**  
**RELAZIONE GEOTECNICA E SISMICA**

## **B.1 - DEFINIZIONE RISPOSTA SISMICA**

### **B.1.1 – Elementi generali**

Il Comune di MASSERANO rientrava tra i Comuni classificati “*pericolosità sismica minima*” secondo Ord. 3274 del 20/03/03, in quanto ricadente nella ZONA 4. Tale classificazione è stata confermata anche con l'adozione della “*nuova classificazione sismica del territorio piemontese*”, approvata con D.G.R. n. 11-13058 del 19/01/2010, confermato anche con la D.G.R. 21 maggio 2014, n. 65-7656.

Con l'entrata in vigore della nuova classificazione sismica del territorio Piemontese dal Giugno 2020, secondo quanto previsto dalla DGR n. 6 - 887 del 30.12.2019, il Comune di MASSERANO è confermato in ZONA 4.

### **B.1.2 – Informazioni bibliografiche**

L'analisi del materiale bibliografico ha riguardato l'analisi della Zonazione sismogenetica ZS9 (C. Meletti e G. Valensise, 2004), nell'ambito del quale il territorio comunale di Sizzano non risulta incluso entro ad alcuna zona sismogenetica, risultando le più prossime le **Zone Sismogenetiche 902** ed alla **Zona Sismogenetica 909**. La prima zona completa in particolare l'arco settentrionale delle Alpi Occidentali, al confine con il territorio elvetico (Vedasi **FIG. 1**).

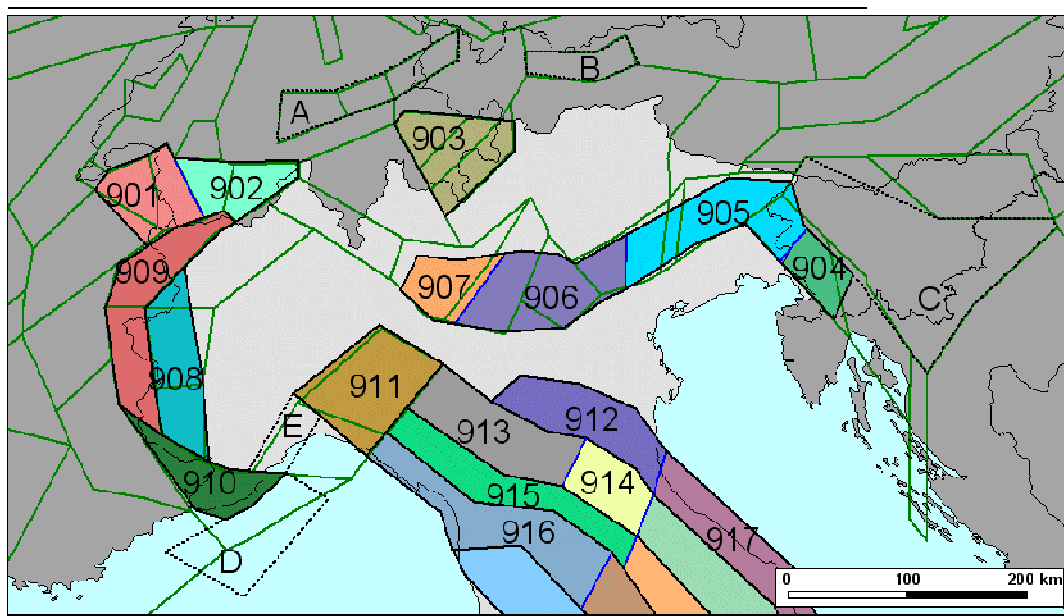


FIG. 1 – Estratto da Zonizzazione ZS9

Per la Zona Sismogenetica 902 viene individuata una profondità efficace delle sorgenti sismogenetiche compresa tra 8-12 Km, con magnitudo massima (Md) pari a 3,8, con n° 2 eventi di Md > 3,0.

L'accelerazione massima dei sismi attesi è meglio determinabile attraverso il sistema di interrogazione proposto da INGV (2007) al riguardo delle Mappe Interattive di pericolosità sismica - Vedasi **FIG. 2**.

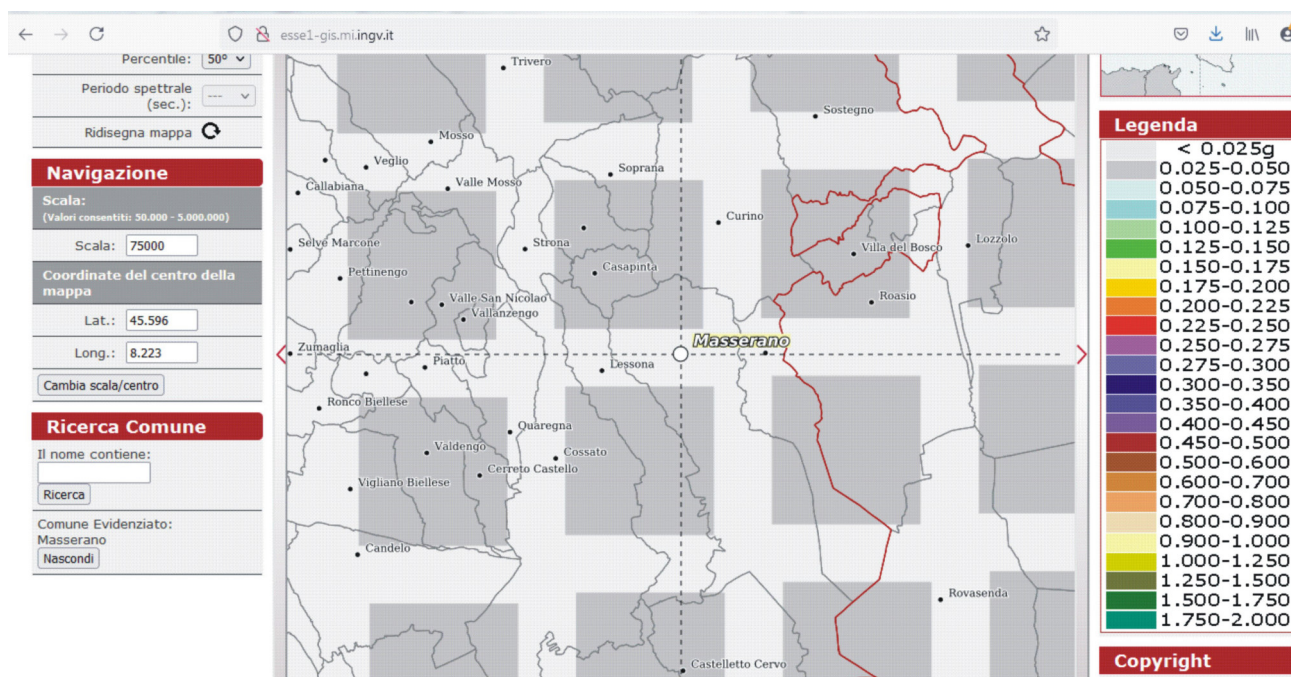


FIG. 2 – Estratto da Mappa Interattiva INGV (2007)

Nel caso in esame, l'accelerazione sismica locale è stata calcolata con apposita applicazione al successivo § B.1.4.

### B.1.3 – Elementi sismici condizionanti da PRGC e Microzone Omogenee

Il PRGC del Comune di MASSERANO non prevede al momento la Microzonazione Sismica.

### B.1.4 – Definizione categoria di suolo e della risposta sismica

Al riguardo della caratterizzazione sismica e della classificazione del terreno di fondazione (D.M. 17.01.2018 “Norme tecniche per le costruzioni”), si è operato “approccio semplificato”, così come previsto dal § 3.2.2. della



normativa di riferimento, considerato la disponibilità di esiti di indagini geofisiche condotte con metodologia MASW in aree territorialmente omogenee a quella in esame:

<b>B</b>	<i>Depositi di sabbie o ghiaie molto addensate o argille molto consistenti, con spessori di diverse decine di metri, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di Vs30 compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero resistenza penetrometrica N<sub>spt</sub> &gt; 50, o coesione non drenata Cu &gt; 250 kPa).</i>	360÷800
----------	--	---------

Attenendosi a quanto richiesto dal DM 17/01/2018, si è provveduto alla determinazione dello spettro di risposta, adottando le metodologie operative del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, con i seguenti esiti:

<b>AZIONE SISMICA (SLU)</b>									
<b>Comune</b>	<b>Categoria Suolo</b>	<b>Vita Costr.</b>	<b>SLV-PVR (10%)</b>	<b>SLC-PVR (5%)</b>	<b>Cat. Top.</b>	<b>S<sub>s</sub> (SLC)</b>	<b>C<sub>c</sub> (SLC)</b>	<b>S<sub>r</sub> (SLC)</b>	<b>a<sub>g</sub> (Tr50)</b>
<b>Masserano</b>	<i>B</i>	50	475	975	T1	1.200	1.418	1.00	0.019

A tali valori ci si deve riferire nella previsione della risposta sismica.

**B.2 – CARATTERI GEOMECCANICI DEI LITOTIPI AFFIORANTI**

Richiamandosi alla ricostruzione litostratigrafica in precedenza riferita ed agli esiti delle indagini geognostiche eseguite in aree prossime, è possibile proporre la seguente successione di livelli geotecnici:

**LIVELLO GEOTECNICO 1** - terreni sciolti (limi argillosi)

**LIVELLO GEOTECNICO 2** - terreni addensati (argille anche limose addensate)

**LIVELLO GEOTECNICO 3** - terreni assai addensati (ghiaie sabbioso-ciottolose, argillificate, addensate)

La definizione dei valori dei parametri di resistenza dei terreni di fondazione è stato effettuato utilizzando approccio semi-probabilistico (Eurocodice 7 - UNI ENV 1997-1/2/3), richiamandosi anche agli esiti di precedenti indagini svolte in analogo contesto.

Alla luce di tali considerazioni, si reputa pertanto coerente l'assunzione dei valori caratteristici dei parametri geotecnici fondamentali a seguito riportati.

**PESO DI VOLUME**

Si assume come valore di progetto medio rappresentativo quello acquisito attraverso i dati bibliografici e consolidato dall'esperienza.

Pertanto, per i diversi terreni si sono assunti i seguenti rispettivi valori:

**Livello 1**

$$\gamma' = 16,0 \text{ kN m}^{-3}$$

**Livello 2**

$$\gamma' = 17,5 \text{ kN m}^{-3}$$

**Livello 3**

$$\gamma' = 19,5 \text{ kN m}^{-3}$$

### **COESIONE**

La granulometria dei materiali costituenti i livelli 1, e 3 esclude contributi di natura coesiva, quindi, per essi  $c' = 0,00$ . Per il Livello 2 si è tenuto conto di debole coesione pari a 1,00 kPa.

### **RESISTENZA AL TAGLIO**

Per il terreno superficiale si è assunto un valore cautelativo pari a  $22^\circ$ , per il terreno argilloso pari a  $27^\circ$ , per il livello 3 pari a  $34^\circ$ .

In sintesi, per i terreni in questione si sono assunti i seguenti valori:

#### **Livello 1 – Limi argillosi**

Estensione verticale m da p.c. 0,00 - 1.00 m Max

$\gamma'$	$\text{kN m}^{-3}$	16,0
$\phi'_{cv}$	°	$22^\circ$
$C'$	kPa	0

#### **Livello 2 – Argille addensate**

Estensione verticale m da p.c. 1,00 - 4.00 m Max

$\gamma'$	$\text{kN m}^{-3}$	17,5
$\phi'_{cv}$	°	$27^\circ$
$C'$	kPa	1,00

**Livello 3 – Ghiaie-sabbioso-ciottolose**

Estensione verticale m da p.c. &gt; 4,00 m Max

$\gamma'$	kN m <sup>-3</sup>	19,5
$\phi'_{cv}$	°	34°
C'	kPa	0

Le attitudini alla stabilità presso fronti di scavo palesate dai litotipi affioranti nel settore soggetto agli interventi sono stati riassunti nella tabella riprodotta al seguito:

<u>natura dei litotipi</u>	<u>pendenza fronti di scavo</u>
Terreni argillosi	30 – 45°
Terreni sabbioso-limoso-ciottolosi	35 – 40°

### **B.3 – VERIFICHE GEOTECNICHE**

#### ***B.3.1 - Cenni descrittivi sulle opere in progetto***

L'area individuata per la realizzazione del nuovo impianto fotovoltaico interesserà un lotto a destinazione industriale, con la realizzazione di un impianto fotovoltaico a terra di potenza pari a 32.545 kWp, ad interessare una superficie lorda di intervento pari a 397.700 mq circa, ad impegnare una superficie effettiva pari a 154.100 mq.

Le opere previste sono quelle a seguito indicate:

- 56600 moduli fotovoltaici in silicio monocristallino;
- 2264 stringhe fotovoltaiche costituite da 25 moduli in serie;
- 2264 tracker da 25 moduli;
- cavi elettrici H1Z2Z2-K (1500 V dc) che dalla stringa arrivano al quadro di parallelo stringhe;
- cavi elettrici H1Z2Z2-K (1500 V dc) che dai quadri parallelo stringhe arrivano agli inverter;
- 8 cabine inverter containerizzate, di dimensioni complessive 6,056x2,437x2,895 m, nelle quali sono integrati gli inverter centralizzati SMA UP, i trasformatori BT/MT e le apparecchiature in MT;
- linee di media tensione in cavo interrato realizzate in cavo multipolare isolato in HEPR;
- 8 cabine di dimensioni 12,192 x 2,438 x 2,896 m per predisposizione storage energetico;
- 1 cabina con locale utente MT con struttura monoblocco prefabbricato in cemento armato vibrato, di dimensioni complessive 12,192 x 2,438 x 2,896 m, nella quale sarà collocato il quadro elettrico generale di media tensione;
- 1 cabina uso "control room".

L'area dell'impianto sarà delimitata da una recinzione perimetrale costituita da rete a maglia sciolta a maglie rettangolari sorretta da pali infissi a terra per un'altezza massima di circa 2 m. La distanza tra i vari pali sarà di circa 2 m.

**B.2.2 – Verifiche resistenza del terreno di fondazione (Rd) allo SLU**

Per la determinazione del valore limite della portanza si è utilizzato il metodo proposto da BRINCH-HANSEN (1961, 1970).

Tenendo conto di coesione nulla, la formula può essere così espressa:

$$Q_{lim} = [0.5 * \gamma' * B * N_{\gamma'} * S_{\gamma'} + q' * N_q * S_q + c' * N_c * S_c]$$

dove:

- $\gamma'$  = peso di volume del terreno
- B = larghezza della fondazione
- $N_{\gamma}, N_q, N_c$  = fattori di capacità portante  $f(\phi)$
- $S_{\gamma}, S_q, S_c$  = fattori di forma della fondazione
- $q'$  = tensione efficace a livello del piano di campagna
- $c'$  = coesione ( $c' = 0$ )

Ipotizzando l'appoggio sul terreno argilloso (livello 2) in condizioni anidre e tenendo conto del contributo alla stabilità offerto dal sovraccarico a lato della fondazioni (fattore  $q' * N_q$ ) per 0.20 m, le verifiche forniscono i seguenti risultati:

**CASO 1 - Cabina inverter B = 2.50 m e L= 6.10 m (Livello 2 - Suolo B)**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume	17.5 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	18.5 kN/m <sup>3</sup>

Angolo di attrito	27.0 °
Coesione	0.01 kN/m <sup>2</sup>
=====	
Fattore [Nq]	13.2
Fattore [Nc]	23.94
Fattore [Ng]	12.43
Fattore forma [Sc]	1.2
Fattore profondità [Dc]	1.13
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.19
Fattore profondità [Dq]	1.12
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.88
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.96
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.99
=====	
Carico limite	229.66 kN/m <sup>2</sup>
=====	

**CASO 2 - Cabina di connessione B = 2.50 m e L= 12.20 m (Livello 2 - Suolo B)**

Autore: Brinch - Hansen 1970 (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume	17.5 kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	18.5 kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	27.0 °
Coesione	0.01 kN/m <sup>2</sup>
=====	
Fattore [Nq]	13.2
Fattore [Nc]	23.94
Fattore [Ng]	12.43

Fattore forma [Sc]	1.1
Fattore profondità [Dc]	1.13
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	1.09
Fattore profondità [Dq]	1.12
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore forma [Sg]	0.94
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.97
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.96
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.99
=====	
Carico limite	245.71 kN/m <sup>2</sup>
=====	

Per il calcolo del *valore di progetto della resistenza (Rd)* si è utilizzato l'Approccio 2 : (A1 + M1 + R3),  
dove:

$$R_d = Q_{lim} * B / \gamma_r$$

dove:

$$\gamma_r (R3) = 2,3$$

Da cui:

**CASO 1**

$$R_d = Q_{lim} * B / \gamma_r = 229,66 * 2,50 * 6,10 / 2,3 = 1.522,75 KN$$



**CASO 2**

$$R_d = Q_{lim} * B / \gamma_r = 245,71 * 2,50 * 12,20 / 2,3 = 3.258,33 \text{ KN}$$

Il Progettista strutturale dovrà pertanto prevedere dimensionamento della fondazione in modo tale che **Ed** < **Rd**.

L'entità dei cedimenti attesa risulterà prevedibilmente non superiore a 5,00 mm, con componente differenziale limitata

Si è omessa la verifica alla liquefazione dei terreni, in relazione a quanto ammesso dalle NTC 18 (ag < 0,1 g).

**B.4 – CONCLUSIONI RELAZIONE GEOTECNICA**

L'indagine geotecnica ha evidenziato che gli aspetti litologici e geotecnici non appaiono particolarmente limitanti, considerata la possibilità di raggiungere con le fondazioni delle strutture in progetto terreni argillosi discretamente addensati. Tali terreni, prevedibilmente utilizzabili quali piano di appoggio delle fondazioni della cabina di trasformazione, potranno sopportare adeguatamente i carichi applicati dalle opere. Il medesimo terreno si presterà convenientemente all'ancoraggio dei pannelli fotovoltaici. Si dovrà porre debita attenzione al rischio di sradicamento degli stessi.

Resta inteso che la scelta definitiva in ordine alla scelta fondazionale spetterà al Progettista Strutturale.

Operando con le modalità e le precauzioni predette, non sono attese influenze negative sull'equilibrio del settore.

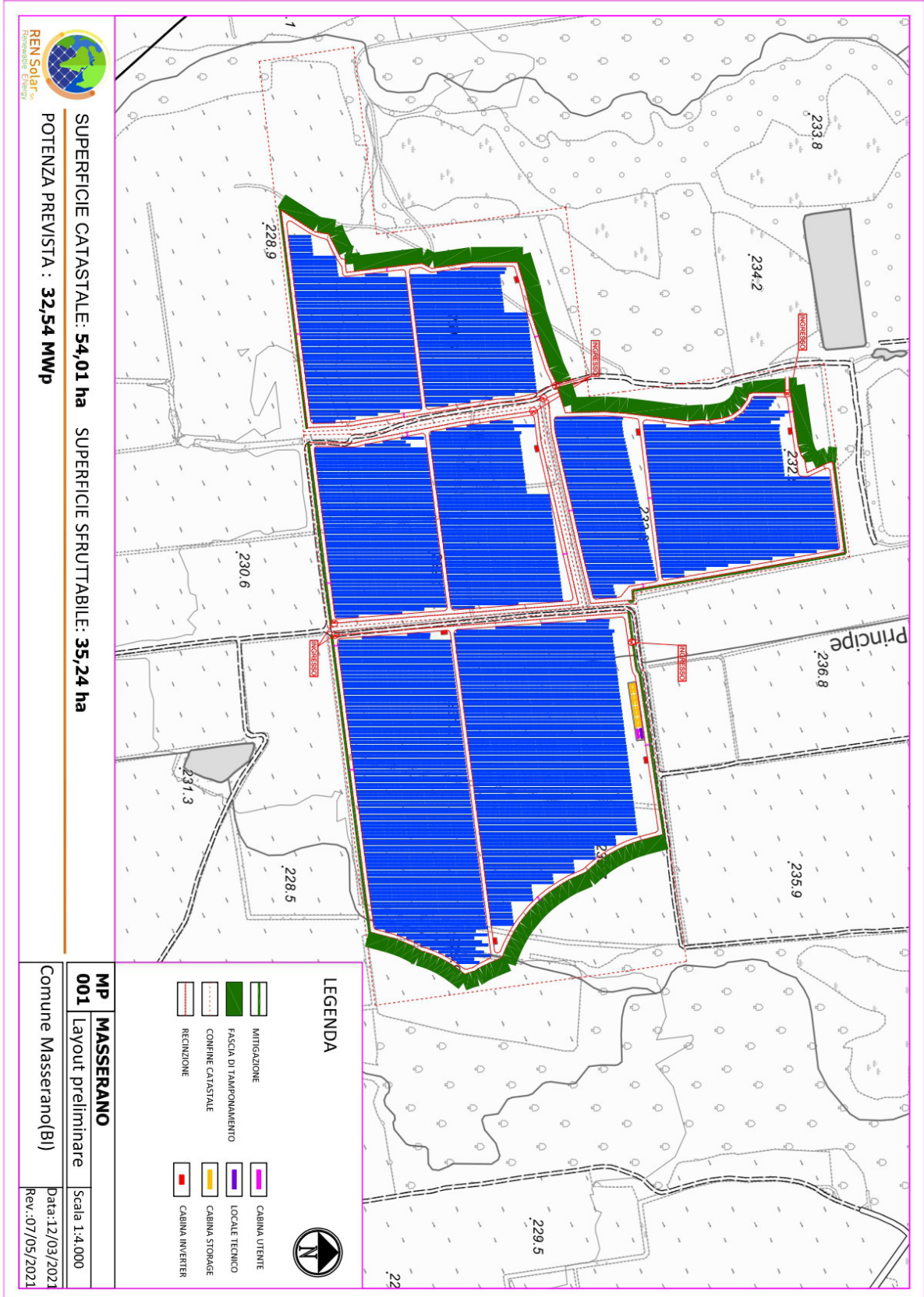
Si raccomanda unicamente di seguire le prescrizioni a seguito illustrate:

- nell'esecuzione degli scavi andrà eventualmente previsto il sostegno dei fronti, ove ci si approfondisca oltre 1.50 m e non si rispettino le sagome indicate al § B.1;
- si consiglia di realizzare gli interventi di scavo con la massima rapidità in periodi contrassegnati da scarsi apporti idrici, al fine di evitare il fastidioso rammollimento dei terreni limosi di copertura;
- il terreno limoso superficiale andrà protetto dall'azione delle acque di pioggia, al fine di garantire il mantenimento dei migliori requisiti meccanici;
- qualora si riscontrassero condizioni stratigrafiche difformi in senso peggiorativo rispetto a quanto determinato, andrà valutata l'adozione di eventuali strategie alternative;

- si precisa in ogni caso che, affinché i dati geotecnici relazionati siano validi e pertinenti, le opere di prossima esecuzione dovranno essere eseguite in conformità ai dettami progettuali ed alle precauzioni predette; eventuali modifiche alle soluzioni oggetto di verifica, imputabili a situazioni di cui al punto precedente, dovranno essere analizzate anche sotto il profilo geotecnico.

**ALLEGATI**

- **COROGRAFIA CTR 1 : 10.000**



Fattori

Prove