

# COMUNE DI BRINDISI

Provincia di Brindisi



PROGETTO

**Ingveprogetti** s.r.l.s.

via Geofilo n.7-72023, Mesagne (BR)  
email: info@ingveprogetti.it

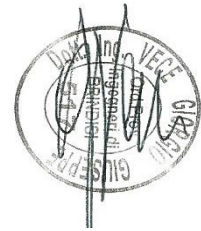
**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA, DENOMINATO "VERDESOLARE", SITO NEL COMUNE DI BRINDISI (BR) E DELLE OPERE ED INFRASTRUTTURE CONNESSE NEL COMUNE DI BRINDISI (BR), CON POTENZA NOMINALE PARI A 29.036,00 KWN E POTENZA DI PICCO (POTENZA MODULI) PARI A 35.679,60 KWP.**

**Oggetto: Relazione Geotecnica**

**ELABORATO:**  
6OJRJP2\_Relazion  
e Geotecnica

**PROGETTISTA:**  
Ing. Giorgio Vece

**TIMBRO E FIRMA**



**STATO DEL PROGETTO**

**PROGETTO DEFINITIVO PER V.I.A.**

N.	DATA	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
00	APRILE 2022	Prima emissione	Ing. Giorgio Vece	
01				
02				



**OPDENERGY SALENTO 3 S.R.L.**

<b>INGVEPROGETTI s.r.l.s</b> Società di ingegneria	<b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"-</b> <b>Brindisi-</b> <b>Relazione Geotecnica</b>	<b>OPDENERGY SALENTO 3</b> <b>Srl</b>
---	--	--

## Sommario

1. PREMESSA.....	3
2. RIFERIMENTI NORMATIVI.....	3
3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA INVESTIGATA.....	4
4. INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO.....	5
5. TRATTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA INDAGATA.....	6
5.1 GEOLOGIA DELL'AREA INDAGATA.....	6
5.3 MORFOLOGIA DELL'AREA INDAGATA.....	6
5.4 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI REGIONALE.....	6
6. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO.....	7
7. INDAGINI GEOGNOSTICHE.....	10
8. CLASSIFICAZIONE SISMICA.....	10
9. CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI INDAGATI.....	11
10. CONDIZIONI DI SICUREZZA.....	14
11. SCELTE E VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE DA ESEGUIRSI.....	14
12. VERIFICHE DI SICUREZZA.....	15
12.1 VERIFICA A LIQUEFAZIONE.....	15
12.2 VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI.....	16
12.2 Analisi dei carichi.....	18
12.2.1 Cabine prefabbricate (6.71 x 2.34 x 2.5).....	19
12.2.2 Fabbricati di gestione e controllo della S.U.....	19
12.2.3 Basamento trasformatore.....	20

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"- Brindisi- Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3 Srl</b></p>
--	---	---

## 1. PREMESSA

La presente relazione geotecnica interessa l'impianto fotovoltaico denominati "Verdesolare" ubicato nel territorio del comune di Brindisi in località "Cerrito".

Gli argomenti trattati nella relazione si muteranno dello studio e delle indagini in sito svolto dal Dott. Geologo Dario Fischetto riportato nell'elaborato "Relazione geologica".

Lo studio dell'area che sarà interessata dai lavori, secondo quanto previsto dal D.M. 14.01.2008 "Norme Tecniche per le Costruzioni" come aggiornate dal D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni", è finalizzato alla definizione:

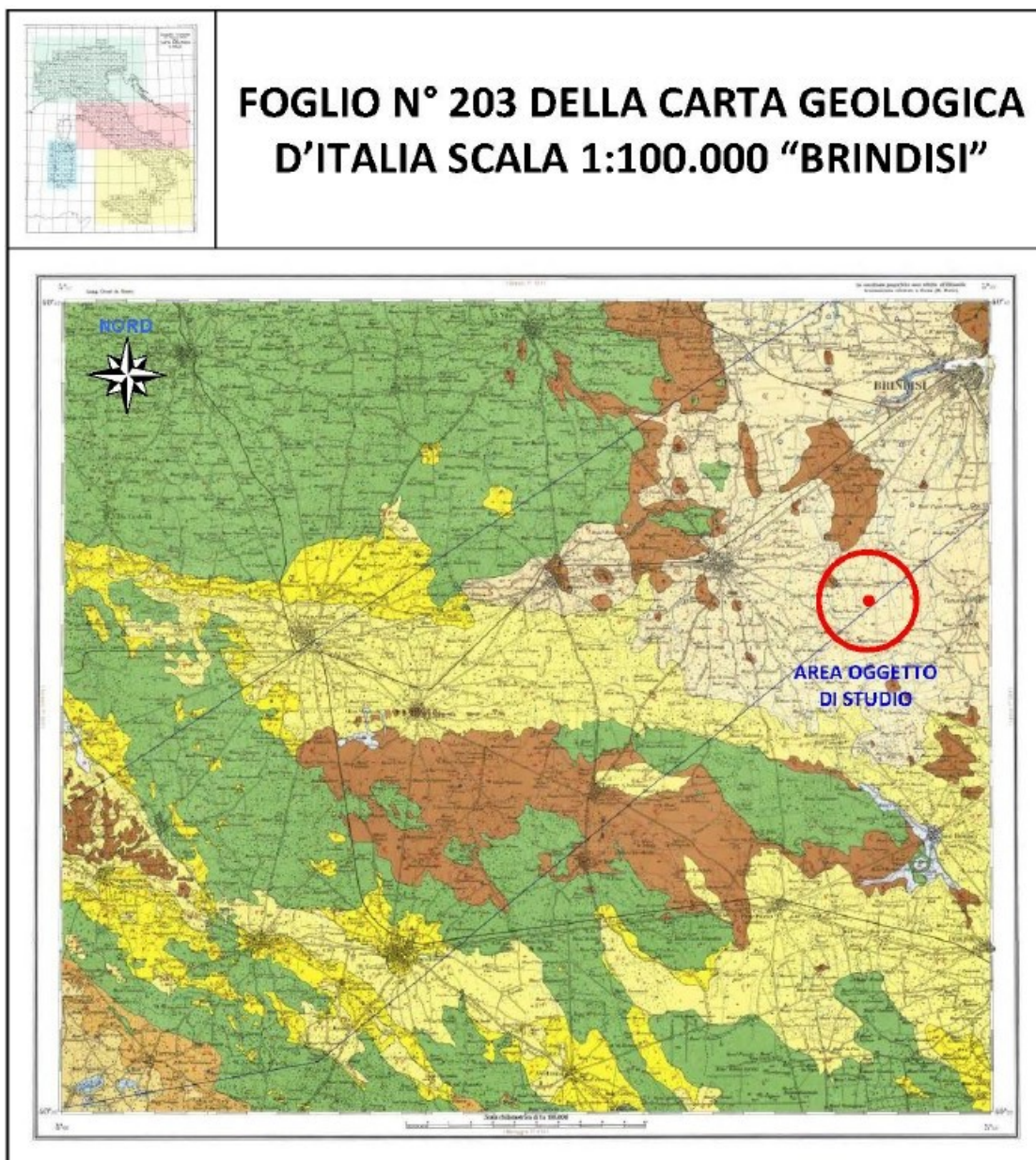
- a. della caratterizzazione e modellazione geologica al fine della ricostruzione dei caratteri litologici, stratigrafici, strutturali, idrogeologici, geomorfologici e, più in generale, di pericolosità geologica del territorio indagato onde verificare la fattibilità tecnica delle opere in progetto;
- b. della caratterizzazione fisico-meccanica dei terreni indagati, definire il modello geotecnico e la categoria sismica di sottosuolo ed i parametri e coefficienti sismici locali.

## 2. RIFERIMENTI NORMATIVI

- D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni".
- 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.
- D.M. 14.01.2008 – "Norme Tecniche per le Costruzioni".
- D.M. 11.03.1988 - "Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione", applicabile per le costruzioni di tipo 1 e 2 e Classe d'uso I e II, limitatamente a siti ricadenti in Zona 4 (CAPITOLO 2.7 del D.M. 14.01.2008).
- Legge Regionale 9 dicembre 2002, n. 19 "Istituzione dell'Autorità di bacino della Puglia"
- Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino con delibera n° 39 della seduta del 30.11.2005 e relative Norme Tecniche di Attuazione
- D.M. 25 ottobre 2016 "Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183.
- D.P.C.M. 4 aprile 2018 "Individuazione e trasferimento delle unità di personale, delle risorse strumentali e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge n. 183/1989, all'Autorità di bacino distrettuale dell'Appennino Centrale e determinazione della dotazione organica dell'Autorità di bacino

distrettuale dell'Appennino Centrale, ai sensi dell'articolo 63, comma 4, del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 e del decreto n. 294 del 25 ottobre 2016".

### 3. INQUADRAMENTO GEOGRAFICO DELL'AREA INVESTIGATA

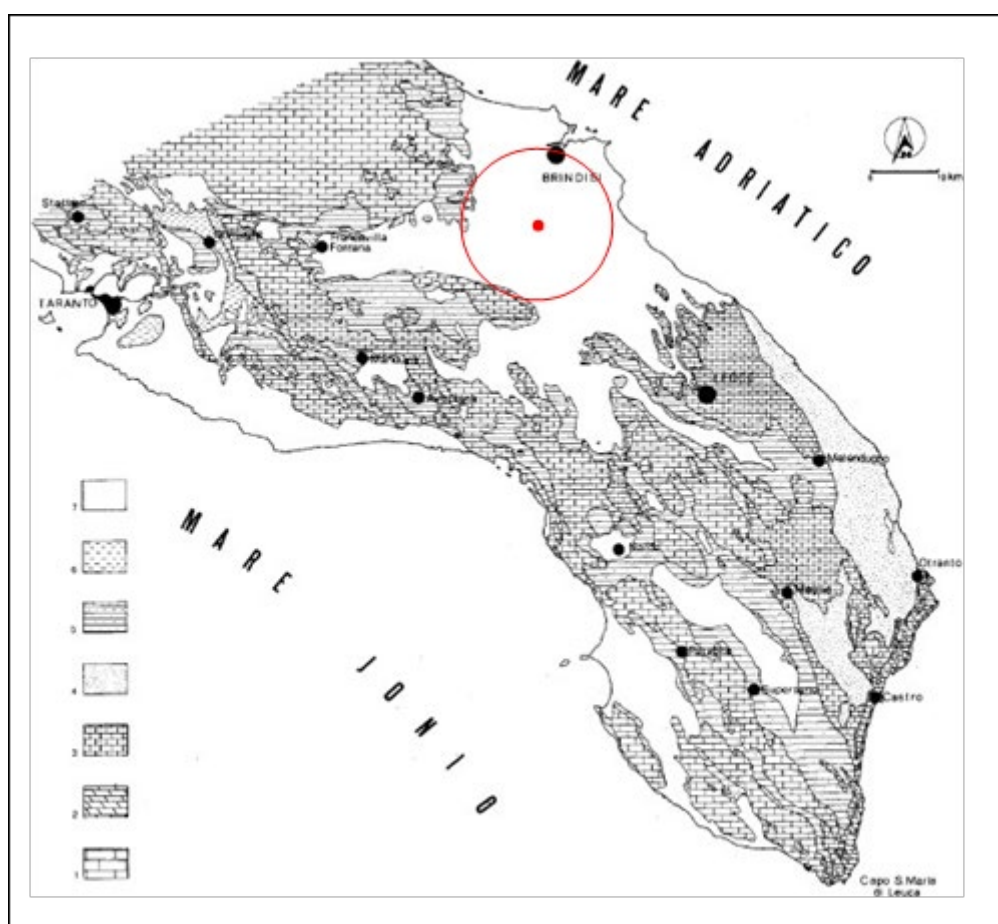


L'area investigata, ubicata nel Comune di comune di Brindisi in località Cerrito" è cartografata in parte nel I quadrante del foglio 203 della Carta Geologica d'Italia scala 1:100.000 "Brindisi", nella tavoletta I.G.M. scala 1:25.000 S.E. denominata "Tuturano" .

#### 4 INQUADRAMENTO MORFOLOGICO E GEOLITOLOGICO

L'area oggetto dell'intervento progettuale, situata nella penisola salentina è caratterizzata da una serie di "Horst" e "Graben", di varia estensione, generalmente orientati in direzione NO e SE.

In particolare, l'area rappresenta la zona centro-settentrionale della "Piana di Brindisi" (nota anche come Conca di Brindisi), una vasta depressione di origine tettonica distensiva delle rocce carbonatiche mesozoiche che, dall'entroterra intorno a Francavilla Fontana, si apre verso il mare Adriatico; tale depressione, a "gradinata", colmata dai depositi del "Ciclo della Fossa Bradanica" e dai "Depositi marini" terrazzati (Ciaranfi et al, 1992) riveste nel contesto degli eventi orogenetici cenozoici, un ruolo di avampaese debolmente piegato ma in linea di massima stabile.



Come mostrato nelle Fig. 4.1 e 4.2, il substrato del territorio brindisino in esame afferisce alla formazione carbonatica nota come il *Calcarea di Altamura* (Cretaceo sup.), la quale dislocata da faglie, di direzione NO-SE ed E-O, tende a digradare verso costa, ove il tetto della formazione raggiunge profondità superiori a 40 mt dal l.m.m. (Ciaranfi et al, 1983)



<b>INGVEPROGETTI s.r.l.s</b> Società di ingegneria	<b>PROGETTO AGRIVOLTAICO “Verdesolare”-</b> <b>Brindisi-</b> <b>Relazione Geotecnica</b>	<b>OPDENERGY SALENTO 3</b> <b>Srl</b>
---	--	--

## 5 TRATTI IDROGEOLOGICI DELL'AREA INDAGATA

### 5.1 GEOLOGIA DELL'AREA INDAGATA

L'area oggetto di interesse progettuale, al di sotto di una più o meno spessa copertura vegetale di terreno alterato, è caratterizzata dalla presenza in affioramento dei “depositi marini terrazzati”, formazione costituita dall'alternanza di livelli sabbiosi e di calcare organogeno (Tav. 3 “Carta degli elementi geostrutturali dell'area oggetto dell'intervento progettuale: litologia superficiale” estratta dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it> ed allegata in calce alla presente relazione.

### 5.3 MORFOLOGIA DELL'AREA INDAGATA

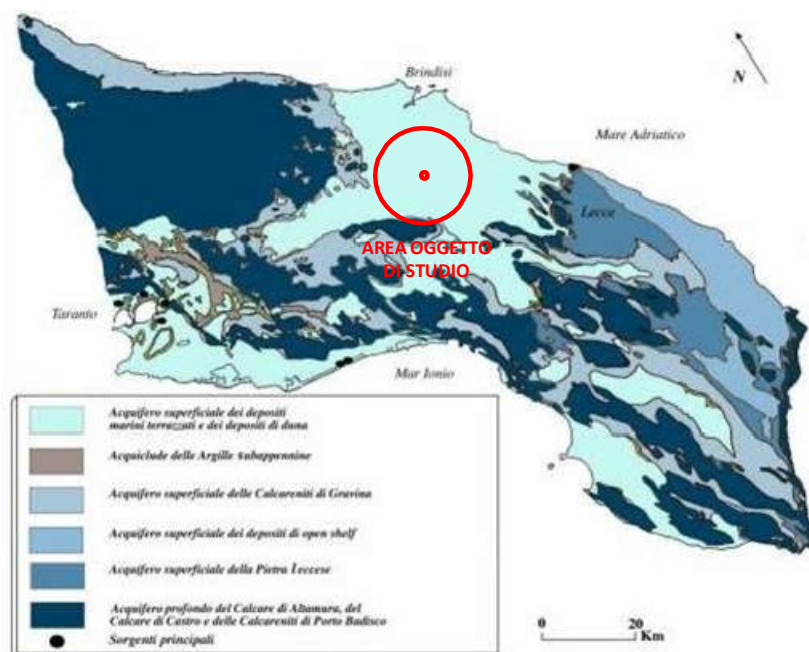
Dal punto di vista morfologico l'area oggetto dell'intervento progettuale, ubicata ad una quota topografica di circa 62,00 mt s.l.m.m., si presenta generalmente pianeggiante e caratterizzata da deboli pendenze 0,5 ÷ 2 % molto lievi e poco apprezzabili.

Dai rilievi di superficie eseguiti si evince come l'area in oggetto non mostri evidenze strutturali che lascino intendere alla presenza di aree di instabilità morfologica e/o possibili forme dovute a fenomeni carsici di qualche interesse (cavità, ...).

### 5.4 LINEAMENTI IDROGEOLOGICI REGIONALE

I caratteri litologici delle diverse formazioni, le loro giaciture ed i relativi rapporti di posizione, fanno sì che in Puglia la circolazione idrica sotterranea si espliciti attraverso di due distinti sistemi la cui interazione tende a variare da luogo a luogo.

Il primo, più profondo, come falda di base o profonda è rappresentato dalla falda carsica circolante nel basamento carbonatico mesozoico, fortemente fratturato e carsificato; il secondo, rinvenibile nei depositi della copertura post-cretacea è costituito da una serie di falde superficiali, che si rinvengono a profondità ridotte dal piano campagna, ovunque la presenza di livelli impermeabili vada a costituire uno sbarramento a letto.



Le acque dolci della falda profonda, invece, sono sostenute alla base dalle acque marine di invasione continentale, dalle quali sono separate da una fascia idrica di transizione, la zona di diffusione, caratterizzata da un rapido incremento verticale del contenuto salino; naturalmente, essendo l'equilibrio fra queste acque legato al carico idraulico delle acque dolci, lo spessore di queste ultime si riduce man mano che ci si avvicina alla linea di costa, fino ad annullarsi completamente.

Nell'ambito della falda profonda sono inoltre individuabili tre distinte unità idrogeologiche; la garganica, la murgiana e la salentina. In particolare, queste ultime due sono in contiguità laterale tra di loro lungo l'allineamento Taranto-Brindisi attraverso il quale, in virtù dei differenti carichi idraulici, si concretizza un forte sversamento di acque sotterranee dall'unità murgiana in quella salentina; nell'unità idrogeologica murgiana, infatti, si riscontrano sempre carichi idraulici molto alti, anche oltre i 50 metri, ed una circolazione prevalentemente in pressione, mentre in tutto il Salento si hanno carichi modesti, mai superiori ai 4 metri, con una circolazione usualmente a pelo libero.

## 6. PERICOLOSITA' GEOLOGICHE, ASSETTO IDROGEOLOGICO ED IDROGRAFICO

Con deliberazione del comitato istituzionale n. 39 del 30 novembre 2005, la Regione Puglia ha adottato il Piano di Bacino stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino della Puglia (PAI), finalizzato al miglioramento delle condizioni di regime idraulico e della stabilità geomorfologia, necessario a ridurre gli attuali livelli di pericolosità e a consentire uno sviluppo sostenibile del territorio nel rispetto degli assetti naturali, della loro tendenza evolutiva e delle potenzialità d'uso.

Il PAI costituisce Piano Stralcio del Piano di Bacino, ai sensi dall'articolo 17 comma 6 ter della Legge 18 maggio 1989, n. 183, ed è lo strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale sono

pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa e alla valorizzazione del suolo ricadente nel territorio di competenza dell'Autorità di Bacino della Puglia.

Le finalità del Piano sono:

- a) la definizione del quadro della pericolosità idrogeologica in relazione ai fenomeni di esondazione e di dissesto dei versanti;
- b) la definizione degli interventi per la disciplina, il controllo, la salvaguardia, la regolarizzazione dei corsi d'acqua e la sistemazione dei versanti e delle aree instabili a protezione degli abitati e delle infrastrutture, indirizzando l'uso di modalità di intervento che privilegino la valorizzazione ed il recupero delle caratteristiche naturali del territorio;
- c) l'individuazione, la salvaguardia e la valorizzazione delle aree di pertinenza fluviale;
- d) la manutenzione, il completamento e l'integrazione dei sistemi di protezione esistenti;
- e) la definizione degli interventi per la protezione e la regolazione dei corsi d'acqua;
- f) la definizione di nuovi sistemi di protezione e difesa idrogeologica, ad integrazione di quelli esistenti, con funzioni di controllo dell'evoluzione dei fenomeni di dissesto e di esondazione, in relazione al livello di riduzione del rischio da conseguire.

Come riportato all'Art. 1 comma 6 del Piano, nei programmi di previsione e prevenzione e nei piani di emergenza per la difesa delle popolazioni e del loro territorio ai sensi della legge 24 febbraio 1992 n. 225 si dovrà tener conto delle aree a pericolosità idraulica e a pericolosità geomorfologica considerate rispettivamente ai titoli II e III del presente Piano.

Al fine di effettuare una valutazione complessiva della pericolosità geomorfologia, idraulica e del rischio, interessante l'area oggetto dell'intervento progettuale, è stata effettuata:

1. l'analisi della cartografia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia ha individuato le aree esposte a pericolosità geomorfologia e idraulica e pertanto a rischio;
2. l'analisi della Carta Idro-geomorfologica della Regione Puglia allegata al Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia in cui l'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale Sede Puglia, al fine della salvaguardia dei corsi d'acqua, della limitazione del rischio idraulico e per consentire il libero deflusso delle acque, ha individuato il reticolo idrografico in tutto il territorio di competenza, nonché l'insieme degli alvei fluviali in modellamento attivo e le aree golenali, ove vige il divieto assoluto di edificabilità; di cui alle Tav. 4 "Carta Idrogeomorfologica della Puglia", Tav. 5 "Carta delle aree a pericolosità Idraulica e Geomorfologica" estratte dal sito internet dell'Autorità di Bacino della Puglia <http://www.adb.puglia.it> allegate in calce alla presente relazione.

Dall'analisi di cui al punto 1 precedente, si evidenzia come l'area interessata dalle opere in progetto non ricade, neanche parzialmente:



INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"- Brindisi- Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3 Srl</b></p>
--	---	---

- in aree identificate e perimetrare a pericolosità idraulica;
- in aree identificate e perimetrare a pericolosità geomorfologica;
- in aree identificate e perimetrare a rischio idraulico o geomorfologico;

Dall'analisi di cui al punto 2 precedente, si evidenzia come l'area interessata dalle opere in progetto **risultando attraversata da due corsi d'acqua episodici:**

- ✓ **ricade** a meno di a meno di 75 mt dall'asta fluviale di un corso d'acqua episodico nell'ambito dell'area identificata quale alveo in modellamento attivo (definito all'art. 36 delle Norme Tecniche di Attuazione come "porzioni dell'alveo interessato dal deflusso concentrato delle acque, ancorché non continuativo, legato a fenomeni di piena con frequenza stagionale") ed area golenale (definito all'art. 36 delle Norme Tecniche di Attuazione come "porzione di territorio soggetta ad essere allagata in seguito ad un evento di piena. Può essere caratterizzate da una probabilità di inondazione in funzione del tempo di ritorno considerato")
- ✓ **ricade a meno** di a meno di 150 mt dall'asta fluviale di un corso d'acqua episodico nell'ambito dell'area identificata quale fascia di pertinenza fluviale (definito all'art. 36 delle Norme Tecniche di Attuazione come "porzione di territorio con termine all'area golenale").

In considerazione del fatto che ricadiamo nel caso di aree in cui il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia allegata al P.A.I. e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione (quanto esposto nel punto b), in questo caso per la determinazione delle fasce di rispetto va precisato quanto segue:

- ai sensi del comma 8 dell'art. 6 "Alveo fluviale in modellamento attivo ed aree golenali" delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di bacino stralcio assetto idrogeologico (P.A.I.) della Regione Puglia più volte richiamato si ha che:
  - I. Quando il reticolo idrografico e l'alveo in modellamento attivo e le aree golenali non sono arealmente individuate nella cartografia allegata al P.A.I. e le condizioni morfologiche non ne consentano la loro individuazione, le norme si applicano alla porzione di terreno a distanza planimetrica, sia in destra che in sinistra, dall'asse del corso d'acqua, non inferiore a 75 m;
  - II. Ai sensi del comma 3 dell'art. 10 "Disciplina delle fasce di pertinenza fluviale" delle stesse Norme Tecniche di Attuazione:

quando la fascia di pertinenza fluviale non è arealmente individuata nelle cartografie al P.A.I., le norme si applicano alla porzione di terreno, sia in destra che in sinistra, contermini all'area golenale, come individuata all'art. 6 comma 8, di ampiezza comunque non inferiore a 75 m.

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"- Brindisi- Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3 Srl</b></p>
--	---	---

Ai sensi dell'art. 10 delle Norme Tecniche di Attuazione (NTA) Piano di Bacino Stralcio Assetto Idrogeologico (PAI) della Regione Puglia " *all'interno delle fasce di pertinenza fluviale sono consentiti tutti gli interventi previsti dagli strumenti di governo del territorio, a condizione che venga preventivamente verificata la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, come definita all'art. 36, sulla base di uno studio di compatibilità idrologica ed idraulica subordinato al parere favorevole dell'Autorità di Bacino*". Pertanto è stato eseguito, da parte del Dott. Geologo Dario Fischetto, uno studio di compatibilità idrologica e idraulica, al fine di verificare la sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica, finalizzato all'ottenimento del parere vincolante AdB/P nell'ambito del progetto per la realizzazione di un impianto in essere, a cui si fa espresso rimando per una puntuale valutazione delle risultanze.

Dalla lettura delle risultanze dello studio idraulico tutte le opere in progetto sono state collocate all'esterno delle aree esondabili come definite dallo studio idraulico prima menzionato.

## 7. INDAGINI GEOGNOSTICHE

In osservanza ai disposti del D.M. 17 gennaio 2018 "Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni" sono state eseguite sull'area di indagine indagine di prospezione geologica dei terreni realizzata per mezzo di:

- ✓ n° 2 Prova Penetrometrica Dinamica Super Pesante (DYNAMIC PROBING SUPER HEAVY), indagine di prospezione sismica realizzata per mezzo di:
- ✓ n° 1 stendimenti sismici in onda S a tecnica MASW (Multi-channel Analysis of Surface Waves),
- ✓ n° 1 stendimenti sismici in onda S a tecnica RE.MI. (Refraction Microtremor), ubicate come da figura seguente.

## 8. CLASSIFICAZIONE SISMICA

L'attuale normativa sismica si fonda sull'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n° 3274 del 20.03.2003 pubblicata sulla G.U. n° 105 del 08.05.2003 recante "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la

La Regione Puglia, con Deliberazione di Giunta n° 153 del 02.03.2004 pubblicata sul B.U.R.P. n° 33 del 18.03.2004, in recepimento della previgente normativa statale ha, provveduto alla classificazione sismica dell'intero territorio pugliese, elencando i comuni ricadenti nelle zone sismiche 1, 2, 3 e 4.

Le opere di cui alla presente relazione ricadono in zona 4.

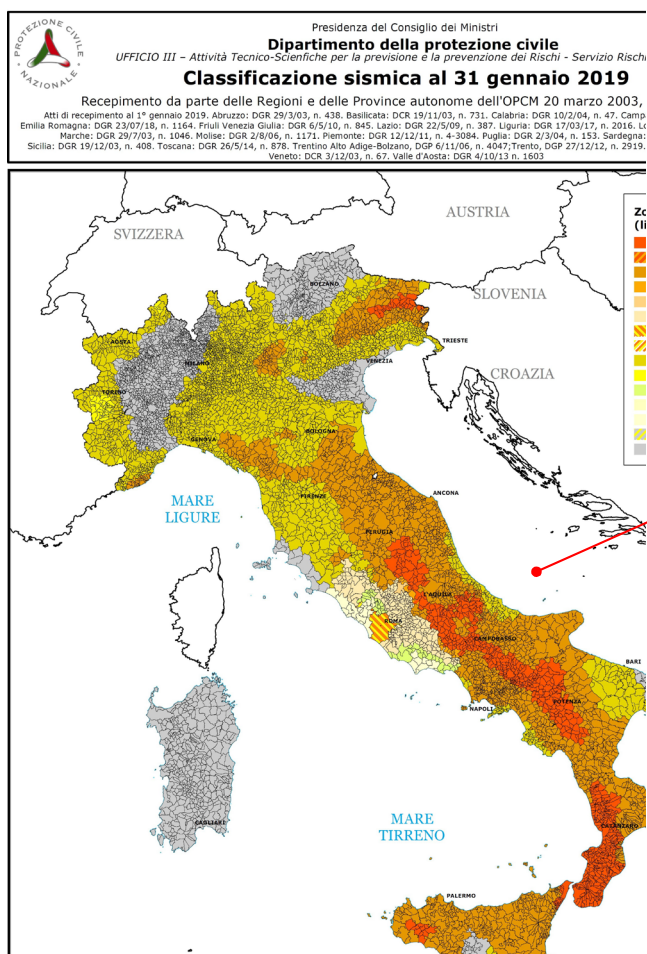


Fig. 8.1 Classificazione sismica del territorio del territorio nazionale  
(<http://www.protezionecivile.gov.it/attivita-rischi/rischio-sismico/attivita/classificazione-sismica>)

## 9 CARATTERIZZAZIONE GEOTECNICA DEI DEPOSITI INDAGATI

Per la definizione delle caratteristiche geotecniche dei depositi indagati, come anticipato, ci si è riferiti alle risultanze di una campagna di indagini di prospezione sismica dei terreni oggetto della presente relazione effettuati dal dott. Geologo Dario Fischetto.

Di seguito si riportano le tabelle di sintesi della caratterizzazione geotecnica del terreno ottenuta a seguito delle prove in sito effettuate:

### MODELLO GEOTECNICO

Strumento utilizzato: DPSH63-73 GEO DEEP DRILL (superpesante)

Profondità prova: 7,00 mt

Falda: non rilevata

Certificato Nr. 3 del 07/09/2020

Codice commessa nr. 31/2020GT

Profondità (m)	Nr. Colpi	Calcolo coeff. riduzione sonda Chi	Res. dinamica ridotta (Kg/cm <sup>2</sup> )	Res. dinamica (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile con riduzione Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )	Pres. ammissibile Herminier - Olandesi (Kg/cm <sup>2</sup> )
0,20	2	0,855	16,61	19,44	0,83	0,97
0,40	2	0,851	16,54	19,44	0,83	0,97
0,60	2	0,847	16,46	19,44	0,82	0,97
0,80	4	0,843	32,78	38,87	1,64	1,94
1,00	4	0,840	30,20	35,96	1,51	1,80
1,20	4	0,836	30,07	35,96	1,50	1,80
1,40	4	0,833	29,95	35,96	1,50	1,80
1,60	4	0,830	29,83	35,96	1,49	1,80
1,80	7	0,826	52,00	62,93	2,60	3,15
2,00	7	0,823	48,19	58,54	2,41	2,93
2,20	7	0,820	48,01	58,54	2,40	2,93
2,40	7	0,817	47,84	58,54	2,39	2,93
2,60	7	0,814	47,67	58,54	2,38	2,93
2,80	7	0,811	47,50	58,54	2,38	2,93
3,00	7	0,809	44,26	54,73	2,21	2,74
3,20	10	0,806	63,02	78,18	3,15	3,91
3,40	10	0,803	62,81	78,18	3,14	3,91
3,60	10	0,801	62,62	78,18	3,13	3,91
3,80	10	0,798	62,42	78,18	3,12	3,91
4,00	10	0,796	58,43	73,40	2,92	3,67
4,20	10	0,794	58,26	73,40	2,91	3,67
4,40	10	0,791	58,09	73,40	2,90	3,67
4,60	10	0,789	57,93	73,40	2,90	3,67
4,80	10	0,787	57,78	73,40	2,89	3,67
5,00	10	0,785	54,30	69,17	2,72	3,46
5,20	10	0,783	54,16	69,17	2,71	3,46
5,40	10	0,781	54,03	69,17	2,70	3,46
5,60	10	0,779	53,89	69,17	2,69	3,46
5,80	10	0,777	53,77	69,17	2,69	3,46
6,00	10	0,775	50,72	65,40	2,54	3,27
6,20	10	0,774	50,60	65,40	2,53	3,27
6,40	10	0,772	50,49	65,40	2,52	3,27
6,60	10	0,770	50,38	65,40	2,52	3,27
6,80	10	0,769	50,28	65,40	2,51	3,27
7,00	10	0,767	47,58	62,02	2,38	3,10

LITOLOGIA (ORIZZONTE)	PROFONDITA' dal P.C. (mt)		PARAMETRI GEOTECNICI	CORRELAZIONE	VALORE
	DA	A			
TERRENO VEGETALE (ORIZZONTE 1)	0,00	0,60	=	=	=
DEPOSITO LIMO SABBIOSO POCO ADDENSATO (ORIZZONTE 2)	0,60	1,60	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	29°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	36,09 Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	59,31 (Kg/cmq)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,34
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	POCO ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale ( $\gamma$ )	[Terzaghi-Peck 1948- 1967]	1,58 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo ( $\gamma_s$ )	[Terzaghi-Peck 1948- 1967]	1,89 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$	[Navfac 1971-1982]	1,22
Falda profondità dal p.c.	=	NON RILEVATA			
DEPOSITO SABBIOSO LIMOSO MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 3)	1,60	3,00	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	30°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	64,93 (Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	75,52 (Kg/cmq)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,33
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale ( $\gamma$ )	[Terzaghi-Peck 1948- 1967]	1,75 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo ( $\gamma_s$ )	[Terzaghi-Peck 1948- 1967]	1,92 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$	[Navfac 1971-1982]	2,23
Falda superficiale dal p.c.	=	NON RILEVATA			
DEPOSITO SABBIOSO DEBOLMENTE LIMOSO CON LA PRESENZA DI TROVANTI E LIVELLI ARENITICI MODERATAMENTE ADDENSATO (ORIZZONTE 4)	3,00	7,00	Coesione (C)	[Terzaghi-Peck]	0,0 (Kg/cmq)
			Angolo di attrito	[Sower 1961]	32°
			Modulo Elastico (di Young)	[Schmertmann (1978)]	94,60 Kg/cmq)
			Modulo Edometrico	[Menzenbach e Malcev]	92,20 (Kg/cmq)
			Modulo di Poisson	A.G.I.	0,32
			Classificazione AGI (1977)	AGI (1977)	MODERATAMENTE ADDENSATO
			Peso unità di volume naturale ( $\gamma$ )	[Terzaghi-Peck 1948- 1967]	1,89 (t/mc)
			Peso unità di volume saturo ( $\gamma_s$ )	[Terzaghi-Peck 1948- 1967]	1,96 (t/mc)
			Coefficiente spinta a Riposo $K_0 = \text{SigmaH}/P_0$	[Navfac 1971-1982]	3,19
Falda profondità dal p.c.	=	NON RILEVATA			

Considerando che l'area oggetto di studio è simicamente classificata come zona 4, i parametri e coefficienti sismici locali sono sintetizzati nelle tabelle seguenti:

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"-</b>  <b>Brindisi-</b>  <b>Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3</b>  <b>Srl</b></p>
--	---	---

#### PARAMETRI SISMICI:

STATO LIMITE	Probabilità di superamento (%)	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T_c^*$ [s]
<b>SLO</b>	81	30	0,014	2,412	0,157
<b>SLD</b>	63	50	0,019	2,405	0,208
<b>SLV</b>	10	475	0,052	2,385	0,489
<b>SLC</b>	5	975	0,068	2,474	0,540

SLO = Stato Limite di Operatività - SLD = Stato Limite di Danno - SLV = Stato Limite di salvaguardia della Vita - SLC = Stato Limite di prevenzione del Collasso -  $T_R$  = Tempo di ritorno -  $a_g$  = accelerazione orizzontale massima del terreno -  $F_0$  = valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale -  $T_c^*$  = periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

#### COEFFICIENTI SISMICI:

STATO LIMITE	$S_S$ [-]	$C_c$ [-]	$S_T$ [-]	$K_h$ [-]	$K_v$ [-]	$A_{max}$ [m/s <sup>2</sup> ]	$Beta$ [-]
<b>SLO</b>	1,200	1,590	1,000	0,003	0,002	0,166	0,200
<b>SLD</b>	1,200	1,510	1,000	0,005	0,002	0,222	0,200
<b>SLV</b>	1,200	1,270	1,000	0,013	0,006	0,615	0,200
<b>SLC</b>	1,200	1,240	1,000	0,016	0,008	0,800	0,200

$S_S$  = coefficiente di amplificazione stratigrafica -  $S_T$  = coefficiente di amplificazione topografica -  $C_c$  = coefficiente funzione della categoria di sottosuolo -  $K_h$  = Coefficiente sismico orizzontale -  $K_v$  = Coefficiente sismico verticale -  $A_{max}$  = Accelerazione orizzontale massima attesa -  $Beta$  = Coefficiente di riduzione per  $A_{max}$ .

## 10. CONDIZIONI DI SICUREZZA

Sulla base dell'analisi sismica condotta in loco i terreni sono classificabili di tipo B. Per omogeneità di progetto tutte le opere andranno progettate, a titolo cautelativo, come categoria sismica B. Per condizioni topografiche l'era indagata rientra nella categoria T1.

## 11. SCELTE E VERIFICHE PRESTAZIONALI DELLE OPERE DA ESEGUIRSI

Sulla base delle analisi dei dati di cui ai paragrafi precedenti si è proceduto alle verifiche geotecniche e quindi la verifica delle condizioni di sicurezza del sistema costruzioni-terreno nonché delle sollecitazioni delle strutture a contatto con il terreno relativamente alle opere da eseguire nel presente progetto.

Le opere di cui si tratta sono riconducibili tutte a opere semplici e di modesta rilevanza costruttiva.

In sintesi le opere di cui si tratta sono le fondazioni delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici (fondazioni vibro-infisse) riconducibili a fondazioni su palo e le fondazioni dei sostegni dell'elettrodotto e dei corpi illuminanti.

Quindi si tratta di fondazioni su palo e fondazioni superficiali (plinti).

Le verifiche dei due sistemi costruzione-terreno sono state trattate in apposita relazione (Calcoli Preliminari Strutture).

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati e si rinvia alla lettura di tale elaborato per gli approfondimenti.



INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"- Brindisi- Relazione Geotecnica	OPDENERGY SALENTO 3 Srl
--	---	----------------------------

## 12 VERIFICHE DI SICUREZZA

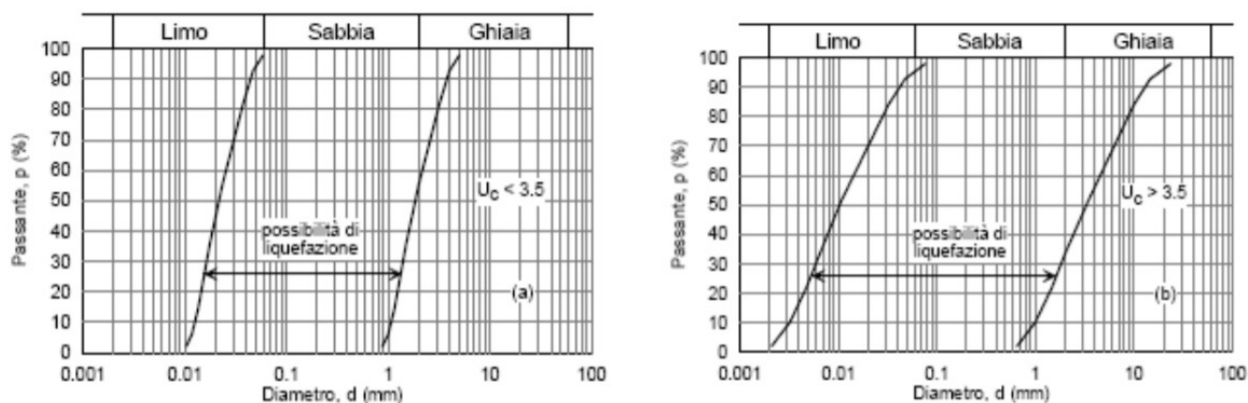
Di seguito si riporta, invece, la verifica preliminare della fondazioni della cabine e degli elementi della stazione di elevazione.

### 12.1 VERIFICA A LIQUEFAZIONE

Il sito presso il quale è ubicato il manufatto deve essere stabile nei confronti della liquefazione, intendendo con tale termine quei fenomeni associati alla perdita di resistenza al taglio o ad accumulo di deformazioni plastiche in terreni saturi, prevalentemente sabbiosi, sollecitati da azioni cicliche e dinamiche che agiscono in condizioni non drenate.

Secondo le NTC 2008 la verifica a liquefazione può essere omessa quando si manifesti almeno una delle seguenti circostanze:

1. Eventi sismici attesi di magnitudo  $M$  inferiore a 5;
2. Accelerazioni massime attese al piano campagna in assenza di manufatti (condizioni di campo libero) minori di  $0,1g$ ;
3. Profondità media stagionale della falda superiore a 15 m dal piano campagna, per piano campagna sub-orizzontale e strutture con fondazioni superficiali;
4. Depositi costituiti da sabbie pulite con resistenza penetrometrica normalizzata  $(N1)_{60} > 30$  oppure  $qc_{1N} > 180$  dove  $(N1)_{60}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche dinamiche (Standard Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa e  $qc_{1N}$  è il valore della resistenza determinata in prove penetrometriche statiche (Cone Penetration Test) normalizzata ad una tensione efficace verticale di 100 kPa;
5. Distribuzione granulometrica esterna alle zone indicate nella Figura 7.11.1(a) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c < 3,5$  ed in Figura 7.11.1(b) nel caso di terreni con coefficiente di uniformità  $U_c > 3,5$ :



FUSI GRANULOMETRICI DEI TERRENI SUSCETTIBILI DI LIQUEFAZIONE

In base all'osservazione che la granulometria è esterna ai suddetti fusi granulometrici si può affermare che il terreno di fondazione in oggetto non è suscettibile di liquefazione.

## 12.2 VERIFICA DELLA CAPACITA' PORTANTE DELLE FONDAZIONI SUPERFICIALI

In base al rapporto tra la profondità del piano di posa ( $D$ ), rispetto al piano di campagna, e la dimensione minima in pianta ( $B$ ), si definiscono superficiali (o dirette), se il rapporto  $D/B$  è minore di 4. In riferimento al meccanismo di trasferimento dei carichi si ha che le fondazioni superficiali trasferiscono i carichi solo attraverso il piano di appoggio.

Le fondazioni delle cabine prefabbricate, delle opere elettromeccaniche e dei fabbricati della Stazione di Elevazione sono tutte fondazioni superficiali.

Per garantire la funzionalità della struttura in elevazione, il sistema di fondazioni deve essere in grado di soddisfare alcuni requisiti, a cui corrispondono stati limite ultimi (ULS) o di servizio (SLS) da soddisfare:

- non deve portare a rottura il terreno sottostante
- non deve indurre scorrimenti della fondazione sul piano di posa;
- non deve produrre fenomeni di instabilità generale;
- non deve indurre stati di sollecitazione nella struttura di fondazione incompatibili con la resistenza dei materiali;
- non deve indurre nel terreno cedimenti eccessivi tali da compromettere la stabilità e la funzionalità dell'opera sovrastante.

La verifica di stabilità dell'insieme terreno-fondazione consiste:

- nella determinazione di quella che viene definita capacità portante (o carico limite,  $q_{lim}$ ) e che rappresenta la pressione massima che una fondazione può trasmettere al terreno prima che questo raggiunga la rottura  $\theta$ ;
- nel confronto del carico limite con il carico di esercizio trasmesso dalla fondazione al terreno ( $q_{es}$ )

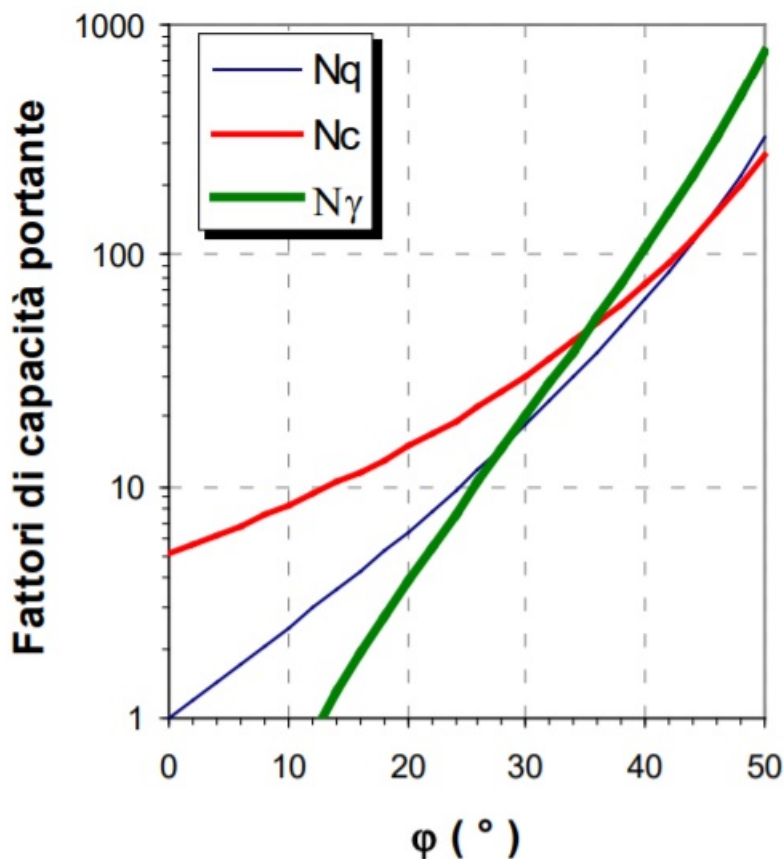
Secondo lo schema di Terzaghi per fondazioni nastriformi:

$$q_{lim} = \frac{1}{2} * \gamma * B * N_{\gamma} + C * N_c + q * N_q$$

dove  $N_{\gamma}$ ,  $N_c$ ,  $N_q$  sono quantità adimensionali, detti fattori di capacità portante, funzioni dell'angolo di resistenza al taglio  $\phi$  e della forma della superficie di rottura considerata.

$\gamma$  = peso proprio del terreno interno alla superficie di scorrimento;

$B$  = larghezza fondazione



INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"-</b>  <b>Brindisi-</b>  <b>Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3</b>  <b>Srl</b></p>
--	---	---

Per  $\varphi = 29^\circ$  come per i terreni in questione

$$N_q = 20, N_c = 34 N_\gamma = 19.$$

$$\gamma = 1.58 \text{ ton/mc}$$

## 12.2 Analisi dei carichi

Si analizzano di seguito le seguenti strutture:

### ➤ Cabine prefabbricate

Per i pesi propri si riportano i dati del costruttore:

- cabina : 18 ton.
- Vasca : 8 ton.

Pesi dei componenti interni (trasformatori/inverter/ quadri servizi ausiliari) si considerano la condizione più sfavorevole che è rappresentata dalla condizione di alloggiamento del trasformatore.

Peso trasformatore: 1 ton.

### ➤ Fabbricati di gestione e controllo della Stazione di utenza

I fabbricati di gestione e controllo della stazione di utenza sono realizzati in opere con strutture portanti in c.a., muratura con blocchi di laterizio e solaio in latero cemento.

Pertanto l'analisi dei carichi conduce a:

Descrizione	Peso proprio	Carico permanente (KN/mq)	Carico variabile (KN/mq)
Solaio copertura	3.5 (KN/mq)	2.58	2,0
Muratura in laterizio	2,0 (KN/m)		
Solaio di calpestio	3,7 (KN/mq)	1,52	2,5
Fondazione	1.25(KN/mq)		

La fondazione sarà eseguita con una trave rovescia in c.a della larghezza di 100 cm. per 25,8 mt di lunghezza .

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"-</b>  <b>Brindisi-</b>  <b>Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3</b>  <b>Srl</b></p>
--	---	---

- Fondazione trasformatore in S.U.

Il trasformatore della S.U. poggerà su una fondazione a platea in c.a. di 50 cm di spessore.

Il peso del trasformatore è di 7,5 ton.

Le dimensioni di ingombro del trasformatore sono: 1,5 x 2.5 mt.

### 12.2.1 Cabine prefabbricate (6.71 x 2.34 x 2.5)

La zattera di appoggio avrà dimensioni pari a:

$$7,70 \cdot 3,35 \cdot 0,3$$

Quindi una superficie S complessiva pari a:

$$S = 7,7 \cdot 3,35 = 29,80 \text{ mq}$$

Applicando la formula Terzaghi

$$Q_{lim} = 17.614 \text{ KN}$$

adottando un coefficiente di sicurezza pari a 2,3 si ha che

$$Q_{lim} = 7.658 \text{ KN}$$

$$Q_{agente} = 264 \text{ KN}$$

$$Q_{lim} \geq Q_{agente} \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

### 12.2.2 Fabbricati di gestione e controllo della S.U.

INGVEPROGETTI s.r.l.s Società di ingegneria	<p style="text-align: center;"><b>PROGETTO AGRIVOLTAICO "Verdesolare"-</b>  <b>Brindisi-</b>  <b>Relazione Geotecnica</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>OPDENERGY SALENTO 3</b>  <b>Srl</b></p>
--	---	---

I fabbricati di gestione e controllo della stazione di utenza sono realizzati in opere con strutture portanti in c.a., muratura con blocchi di laterizio e solaio in latero cemento.

La fondazione sarà eseguita con una trave rovescia in c.a della larghezza di 100 cm. per 25,8 mt di lunghezza .

Applicando la formula Terzaghi

$$Q_{lim} = 7.726 \text{ KN}$$

adottando un coefficiente di sicurezza pari a 2,3 si ha che

$$Q_{lim} = 3.359 \text{ KN}$$

$$Q_{agente} = 1.250 \text{ KN}$$

$$Q_{lim} \geq Q_{agente} \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

### 1.2.2.3 Basamento trasformatore

Il trasformatore della S.U. poggerà su una fondazione a platea in c.a. di 50 cm di spessore.

Il peso del trasformatore è di 7,5 ton.

Le dimensioni di ingombro del trasformatore sono: 1,5 x 2.5 mt.

Applicando la formula Terzaghi

$$Q_{lim} = 3.346 \text{ KN}$$

adottando un coefficiente di sicurezza pari a 2,3 si ha che

$$Q_{lim} = 1.454 \text{ KN}$$

$$Q_{agente} = 87,27 \text{ KN}$$

$$Q_{lim} \geq Q_{agente} \quad \text{VERIFICA SODDISFATTA}$$

Mesagne 20-02-2021

Il tecnico  
Ing. Giorgio Vece