



REGIONE PUGLIA



CITTA' DI BRINDISI

COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DA FONTE FOTOVOLTAICA AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 27,308 MW CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO DENOMINATO “BRINDISI LOIZZO” UBICATO IN AGRO DEL COMUNE DI BRINDISI.

progettato e sviluppato da



Via Gen. Giacinto
Antonelli n.3
70043
Monopoli (BA)



Ing. Emanuele Verdoscia
Via Villafranca n.42
73041
Carmiano (LE)

DATI CATASTALI:

Brindisi Fg. 179 P.IIa 45, 123, 124, 226, 227, 228, 229, 266, 86, 130, 131, 215, 230, 231, 232, 233, 234.
Fg 186 P.IIa 210, 217, 218, 224, 237, 472, 508, 690, 545.
Mesagne Fg. 103 P.IIa 60, 61, 58, 57, 56, 48, 83



Elaborato

Tecnico

Relazione geotecnica

Ing. Angelo Volpe

Indice

1. <i>PREMESSA</i>	3
2. <i>INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE</i>	4
3. <i>INDAGINI EFFETTUATE</i>	7
4. <i>RISULTATI OTTENUTI SULLA STRATIGRAFIA</i>	9
5. <i>CARATTERIZZAZIONE SISMICA</i>	10
6. <i>RISULTATI CALCOLI GEOTECNICI E TABULATI</i>	11
7. <i>CONCLUSIONI</i>	12

1. PREMESSA

L'area di studio si sviluppa in un contesto morfologico generalmente pianeggiante. L'area è attualmente adibita ad uso agricolo. In tale contesto è stato seguito uno studio geolitologico, morfologico ed idrogeologico dell'area di interesse allo scopo di ricostruire l'assetto litostratigrafico caratteristico del territorio in oggetto, nonché i principali caratteri morfologici ed idrogeologici dello stesso.

La ricostruzione dei principali lineamenti geologici del territorio in esame, che si era avvalsa nella fase preliminare del solo rilievo geo-litologico di superficie, delle informazioni desunte dalla bibliografia disponibile unitamente a precedenti esperienze professionali esperite nello stesso territorio, in questa fase successiva è stata ampliata ed avvalorata da una campagna di indagine geognostiche in situ.

La relazione è stata redatta al fine di:

- verificare la presenza di situazioni stratigrafiche complesse che possano inficiare la sicurezza della opere in fase di realizzazione;
- dare informazioni sulle caratteristiche geologico-stratigrafiche e geotecniche del sito investigato;
- evidenziare i livelli interessati dalle fondazioni;
- dare informazioni utili al fine di determinare la capacità portante ammissibile del terreno di fondazione;
- rilevare la eventuale presenza della falda idrica e analizzare eventuali fenomeni di interferenza con la struttura;
- stimare il valore del VS30 e determinare la categoria del suolo di fondazione ai sensi delle "Norme Tecniche per le Costruzioni D. Min. Infrastrutture" del 14 gennaio 2008 (Suppl Ord. G. U. 4.2.2008, n. 29).

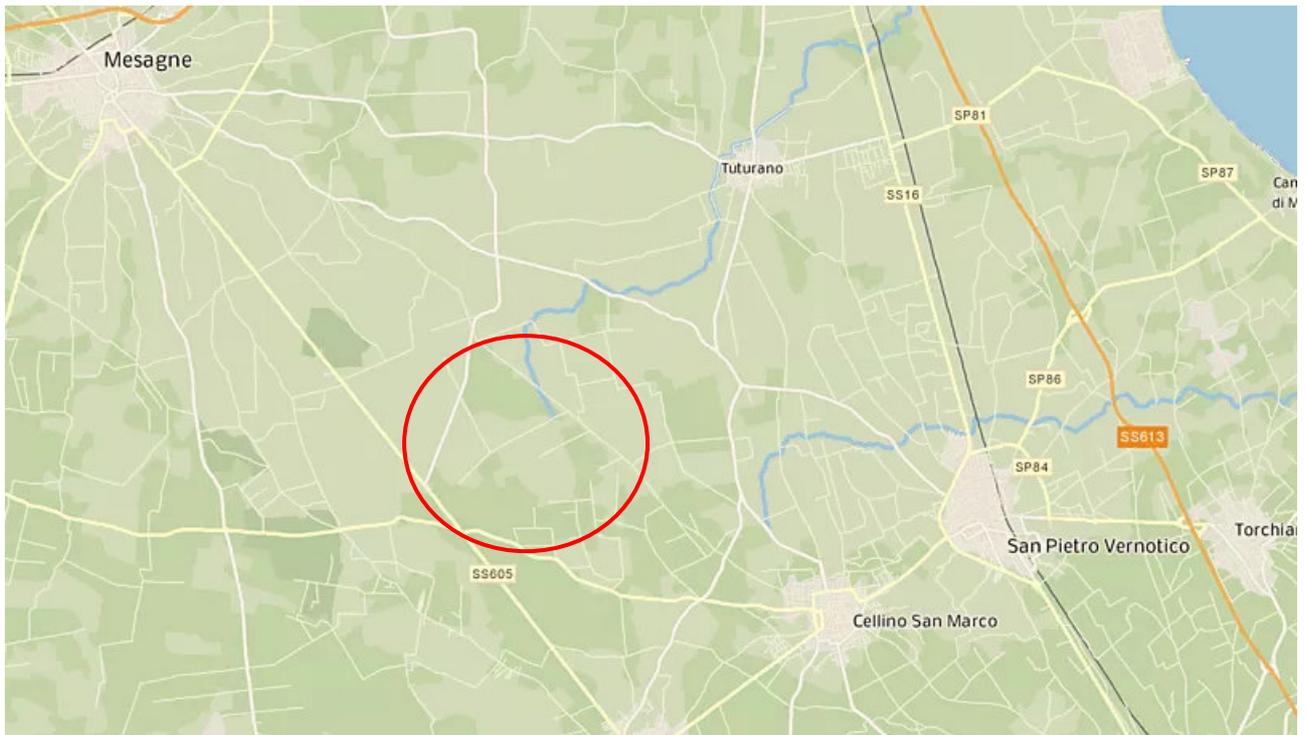
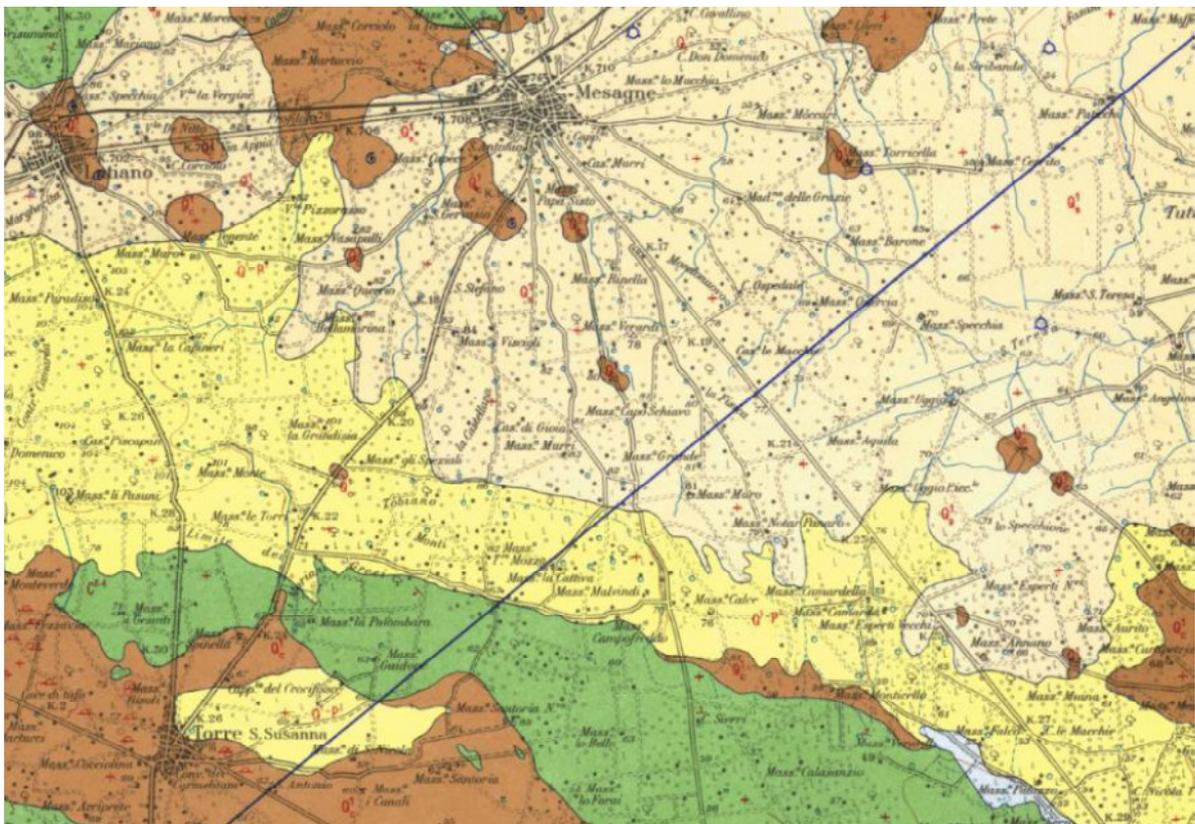


Fig. 1: Ubicazione del sito di progetto

2. INQUADRAMENTO GEOLOGICO GENERALE

L'area oggetto di studio ricade nel Foglio 203 "Brindisi" della Carta Geologica d'Italia.





principali e di "terra rossa".

argillose e limi grigi lagunari-palustri recenti.



Livelli appartenenti alle CALCARENITI DEL SALENTO, aventi caratteristiche:

(q¹) Calcareniti e calcari tipo panchina, con ricca fauna non *Elphidium crispum* (LIN.), *Bulinina marginata* D'ORB., *Cassidul* D'ORB. var. *carinata* SILV., *Uvigerina peregrina* CUSH., *Sphaeroid* D'ORB., *Cibicides boucanus* (D'ORB.), *Cibicides floridanus* (CUSH). In trasgressione su (q²), oppure sulle formazioni cretatiche rapporti stratigrafici, questo livello è attribuibile al Pleistocene.

(q²) Calcari bioclastici ben cementati ricchi di fossili non indicati *complanatum* (D'ORB.), *E. crispum* (LIN.), *Discorbis orbicu* *Ammonia beccarii* (LIN.), *Cibicides floridanus* (CUSH). In tra (p¹) oppure sul Cretacico. In base ai rapporti stratigrafici, è attribuibile al Pleistocene.

(q¹-p¹) Sabbie calcaree poco cementate, con intercalati banchi di pan argillose grigio-azzurre. Verso l'alto associazione calabrian *balthica* (SCHR.), *Cassidulina laevigata* D'ORB. var. *carinata* SIL *marginata* D'ORB., *Ammonia beccarii* (LIN.) (CALABRIANO-PLIOCENE SUP.?) In trasgressione sulle fo

La Piana di Brindisi corrisponde ad una vasta depressione strutturale, affacciatesi sulla costa adriatica, costituitasi a seguito del graduale abbassamento del basamento carbonatico mesozoico, che dagli affioramenti di Francavilla Fontana si spinge sino al litorale adriatico ed oltre, laddove, a seguito di distinte fasi eustatico-tettoniche, è stato sepolto dai sedimenti del ciclo della Fossa Bradanica e dai Depositi marini terrazzati.

Nella piana di Brindisi sono presenti in affioramento ed in sequenza stratigrafica sul basamento mesozoico, localmente ascrivibile alla Formazione del Calcarea di Altamura (Cretacico sup.) e al Calcarea di Caranna (Cretacico sup.), la Calcarenite di Gravina (Pliocene sup.-Pleistocene inf.), le Argille subappennine (Pleistocene inf.), i Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio-superiore) e i Depositi recenti ed attuali (alluvionali e costieri).

Il substrato carbonatico è rappresentato quasi esclusivamente dalla Formazione del Calcarea di Altamura, mentre il Calcarea di Caranna affiora in un'area limitata di pochi km². Il Calcarea di Altamura è costituito prevalentemente da calcari micritici bianchi a grana fine e media, ben litificati e stratificati, con ricorrenti strutture biogeniche (stromatoliti e bancate biostromali a rudiste). Si alternano dolomie grigio-nerastre, organizzate in strati e banchi. L'assetto è generalmente tabulare, con strati debolmente immergenti verso SSE e SE. Il Calcarea di Caranna è invece costituito da calcareniti e calciruditi bioclastiche in facies di scarpata.

In trasgressione sulle rocce carbonatiche mesozoiche affiorano i depositi calcarenitici e calciruditi bioclastici di ambiente litorale, ascrivibili alla formazione delle Calcareniti di Gravina, (Pleistocene inf.), che raggiungerebbe spessori massimi intorno ai 30 m (MARGIOTTA *et alii*,

2010). In continuità di sedimentazione su quest'ultima formazione poggiano le Argille subappennine, essenzialmente riscontrate in profondità, rappresentate da argille limose, argille sabbiose ed argille marnose di color grigio-azzurro, talora giallastre, con orizzonti e lenti sabbiose. Nella Piana di Brindisi le Argille subappennine presentano spessori alquanto variabili, che aumentano procedendo sia da Ovest verso Est che da Sud verso Nord. Lungo la costa, ad esempio, lo spessore passa da circa 20 m a 45 m, muovendosi dall'area di Cerano fino al Porto di Brindisi. Secondo quanto riportato in MARGIOTTA *et alii*, (2008, 2010), sulla formazione argillosa pleistocenica, mediante un contatto erosivo, sarebbero deposte le Sabbie di Brindisi; esse costituiscono un'unità informale istituita dai suddetti autori, affiorante lungo la falesia di Cerano, di età Pleistocene inferiore-medio, in base alla sua posizione stratigrafica. Questa unità, in media spessa 13-14 m, è costituita da sabbie fini, di colore variabile dal giallo al grigio muovendosi verso l'alto stratigrafico, con abbondanti concrezioni diagenetiche nella porzione superiore dell'unità.

I Depositi marini terrazzati, di età Pleistocene medio-superiore, affiorano estesamente nella Piana di Brindisi con spessori variabili da qualche decimetro fino a circa 20 m (CIARANFI *et alii*, 1988; MARGIOTTA *et alii*, 2010) e riferibili a diversi e brevi cicli sedimentari trasgressivoregressivi (Supersintemi marini; cap. 1). Infatti, secondo quanto esaminato da Mastronuzzi *et alii* (2011), nel corso del Pleistocene medio, nella Piana di Brindisi, si accumulavano, intercalati a fasi di emersione, depositi marini sabbioso argillosi più spessi di quelli affioranti nelle zone murgiane limitrofe. A partire dal Pleistocene superiore, l'area in esame fu caratterizzata da stabilità o, localmente, da relativa blanda subsidenza. Nella Piana di Brindisi i Depositi marini terrazzati sono costituiti da biocalcareni grossolani giallastri con intervalli sabbiosi o di calcari organogeni. I depositi terrazzati più antichi contengono vulcanoclasti provenienti dalle prime fasi eruttive del M. Vulture, mentre quelli più recenti sono caratterizzati dalla presenza di un'associazione faunistica *senegalensis* che, insieme alle datazioni u/Th eseguite su esemplari di *Cladocora caespitosa*, hanno permesso, anche grazie a datazioni assolute, di attribuirli allo stadio isotopico 5 (SHACKLETON & OPDYKE, 1973; MASTRONUZZI & SANSÒ, 2002; MASTRONUZZI *et alii*, 2011).

In sintesi, le formazioni affioranti all'interno della provincia di Brindisi, facendo riferimento alle "Note alla Carta Geologica delle Murge e del Salento" di Ciaranfi *et alii* (1992), procedendo dal basso verso l'alto, sono distinti in due macro gruppi: Depositi Marini, più antichi e Depositi Continentali, più recenti, così suddivisi:

DEPOSITI MARINI

- **Calcari d'Altamura (Cretaceo sup.)**
- **Calcareni di Gravina (Pliocene sup. – Pleistocene inf.)**

- Argille subappenniniche (Pleistocene inf.)
- Depositi marini terrazzati (Pleistocene medio – sup.)

DEPOSITI CONTINENTALI

- Depositi alluvionali ed eluvio-colluviali (Olocene)

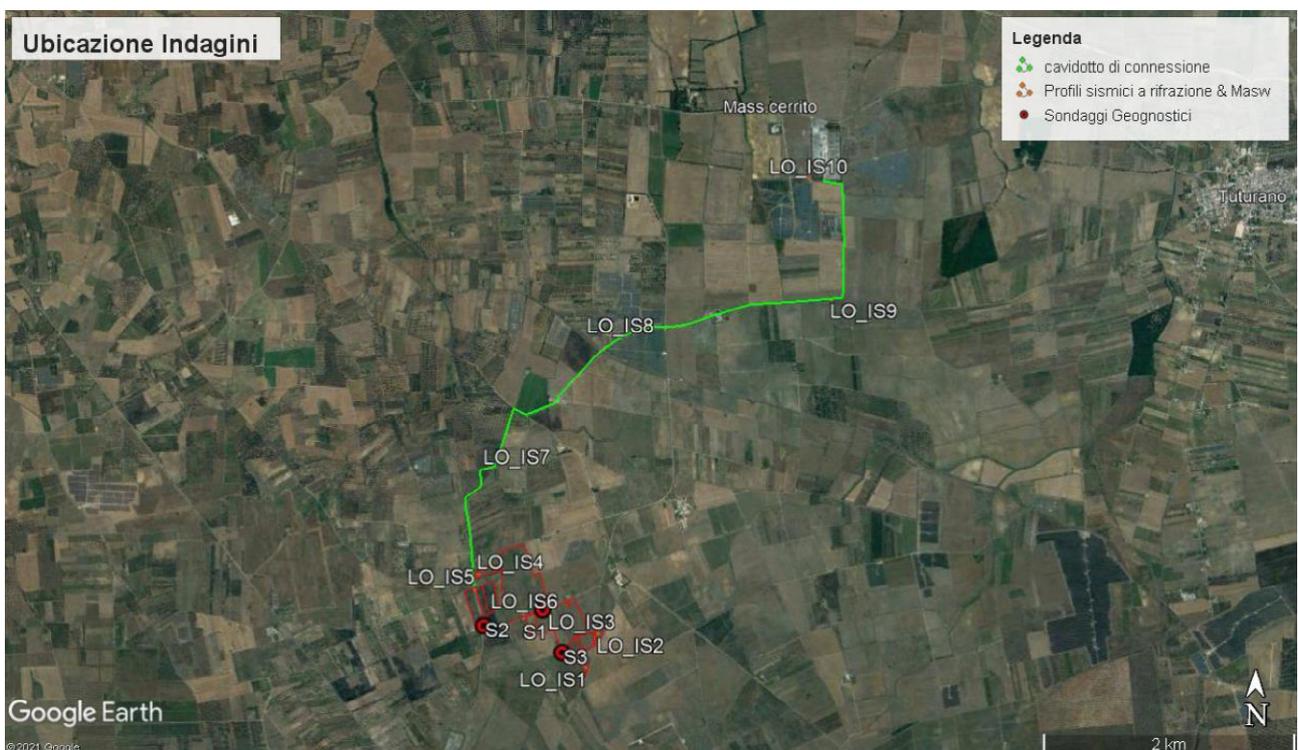
In particolare, nell'area in esame, gli affioramenti sono costituiti esclusivamente da Depositi Marini Terrazzati (Q1s e Q1c) (formazione di Gallipoli), come indicato nella Carta Geologica d'Italia F. 203 – Brindisi.

3. INDAGINI EFFETTUATE

Riprendendo la relazione geologica si riporta quanto segue.

La campagna geognostica ha previsto:

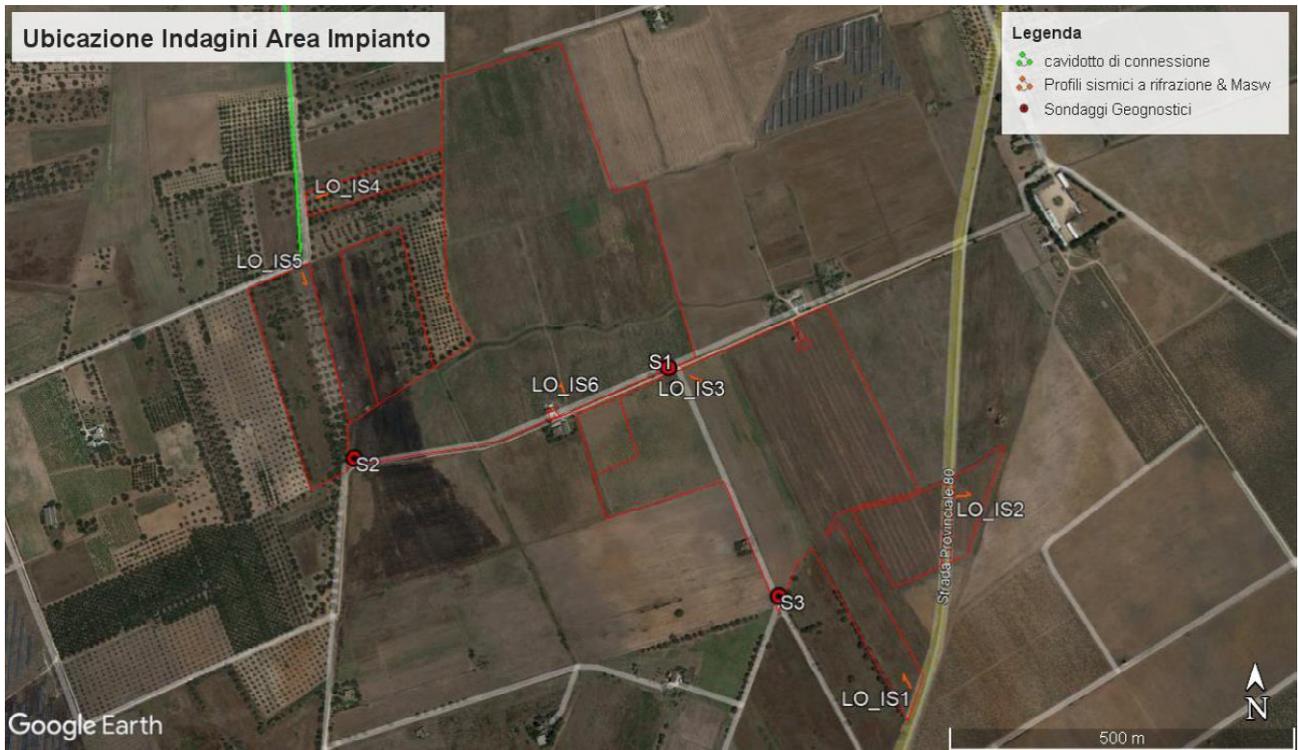
- n° 3 Sondaggi a carotaggio continuo;
- n° 5 Prove di permeabilità Lefranc;
- n° 10 Profili sismici a rifrazione & M.A.S.W.



Ubicazione Indagini

Sull'area d'impianto sono stati eseguiti i tre sondaggi a carotaggio continuo S1, S2, S3 e le indagini geofisiche LO_IS1, LO_IS2, LO_IS3, LO_IS4, LO_IS5, LO_IS6; si precisa che per l'area

di sottostazione, invece, è stata eseguita ed analizzata l'indagine LO_IS10. Infine tramite le indagini LO_IS7, LO_IS8 e LO_IS9 hanno permesso di studiare e caratterizzare il tracciato del cavidotto.



Per i sondaggi geognostici, le prove e tutte le indagini effettuate si rimanda alla specifica relazione geologica.

4. RISULTATI OTTENUTI SULLA STRATIGRAFIA

- AREA DI SOTTOSTAZIONE

Per l'area di sottostazione è stata presa in considerazione l'indagine sismica LO_IS10.

In base ai dati ottenuti tramite le indagini sismiche, è possibile ricostruire un modello del sottosuolo che, sostanzialmente, si traduce nella seguente successione stratigrafica:

Unità Geologica-Geotecnica	denominazione	intervallo di profondità	vs (m/s)	vp (m/s)
[I]	Terreno vegetale	0,0 m – 1,00 m	154	406
[II]	sabbie limose e/o sabbie calcaree limose	1,00 ÷ 3,00m	281	580
[III]	Sabbie calcaree includenti livelli calcarei detritici	3,00 m – prof. interesse geotecnica	402	784

Di cui si ricavano i parametri:

	Unità IA	Unità IIA	Unità IIIA
velocità onde S: v_s (m/s)	154	281	402
velocità onde P: v_p (m/s)	406	580	784
indice di Poisson: ν	0,416	0,35	0,32
densità ρ (g/cm ³)	1,597	1,70	1,81
peso di volume: γ (kN/m ³)	16,81	17	18
modulo di taglio: G_0 (Mpa)	38	135	292
modulo di Young dinamico: E_{din} (Mpa)	107	363	773
modulo edometrico E_d (Mpa)	300	300	300
modulo di Young statico: E_{stat} (Mpa)	13	44	93
modulo di Bulk: K (Mpa)	213	395	722
coefficiente di Winkler: K_w (kg/cm ³)	1,30	4,13	8,62

CARATTERISTICHE GEOTECNICHE PER LE TERRE			
coesione non drenata: C_u (Kpa)	46	151	304
angolo d'attrito interno: φ (°)	25,00	31	32

CAPACITA' PORTANTE - FONDAZIONE SUPERFICIALE			
fattore di sicurezza: F_s	2,00	2,33	1,98
Q_{ult} (kg/cm ²)	9,47	12,12	16,50
Q_{amm} (kg/cm ²)	4,74	5,19	8,33

- PERCORSO CAVIDOTTO

Lungo il percorso del covidotto sono state eseguite le indagini: LO_IS7, LO_IS8, LO_IS9.

Possiamo rappresentare per i primi metri un unico modello di sottosuolo:

Unità Geologica-Geotecnica	denominazione	intervallo di profondità	vs (m/s)	vp (m/s)
[I]	Terreno vegetale	0,0 m – 1,00 m	200	400
[II]	sabbie limose e/o sabbie calcaree limose	1,00 ÷ 3,00m	250	570
[III]	Sabbie calcaree includenti livelli calcarei detritici	3,00 m – prof. interesse geotecnica	500	900

Di cui si ricavano i parametri:

	Unità IA	Unità IIA	Unità IIIA
velocità onde S: v_s (m/s)	200	250	500
velocità onde P: v_p (m/s)	400	570	900
peso di volume: γ (kN/m ³)	16,80	17,14	23,80
modulo di Young dinamico: E_{din} (Mpa)	170	294	1186
modulo edometrico E_d (Mpa)	200	300	900
modulo di Young statico: E_{stat} (Mpa)	20	35	143
coesione non drenata: C_u (Kpa)	77	120	466
angolo d'attrito interno: φ (°)	25	30	32

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

Il territorio comunale di BRINDISI di MESAGNE non era classificato sismico ai sensi del D.M. 19.03.1982.; l'O.P.C.M. n. 3274 del 23.03.2003 ha riclassificato l'intero territorio nazionale. In tale quadro i Comuni di BRINDISI di MESAGNE ricadono in Zona Sismica 4.

Di seguito si riporta la tabella ove ciascuna zona è individuata secondo valori di accelerazione di picco orizzontale del suolo a_g , con probabilità di superamento del 10% in 50 anni.

Zona sismica	Accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10% in 50 anni [ag/g]	Accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico [ag/g]
1	> 0.25	0.35
2	0.15 – 0.25	0.25
3	0.05 – 0.15	0.15
4	< 0.05	0.05

Strategia di progettazione

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R info

Stati limite di esercizio - SLE {

- SLO - $P_{VR} = 81\%$
- SLD - $P_{VR} = 63\%$

Stati limite ultimi - SLU {

- SLV - $P_{VR} = 10\%$
- SLC - $P_{VR} = 5\%$

Elaborazioni

- Grafici parametrizzazione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametri azione

Strategia di progettazione

LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

6. RISULTATI CALCOLI GEOTECNICI E TABULATI

Stratigrafie

N	Descrizione	falda [m]	Strati
1	Tipo A		20 3 strati: Htot = 18

Strati stratigrafia Tipo A (3 strati: Htot = 18)

N	Descrizione	Classe	Tipo	Classe 2	Potenza [m]	γ [kN/m ³]	ϕ' [°]	ϕ'/c_v [°]	Dr [%]	IC	c' [kPa]	c_u [kPa]	v	NSPT	OCR	$\Delta\sigma'_p$ [kPa]	Eed [MPa]	CR	RR	CR/RR	FC [%]
1	omogeneo	limo	fine	argillosa	1	15.97	25	25	50	0.4	46	30	0.3	30	1		300			8	0
2	omogeneo	limo	fine	limosa	2	17	31	31	50	0.4	5	30	0.3	30	1		300			8	0
3	omogeneo	limo	fine	ghiaiosa	15	18.1	32	32	50	0.4	5	30	0.3	30	1		300			8	0

Opzioni verifica terreni

N	Descrizione	Portanza Drenata	Portanza Non Dren.	Scorr. Drenato	Scorr. Non Dren.	Liquef.	cedimenti Edometrici	ced. Burl. Burbidge	H compr. Bur-Bur [m]	ced. Max [m]	d/ Δw	k Amplif. Sisma
1	Opz.A	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto	auto

Suoli di posa fondazioni

N	Descrizione	kw Trasv./kw	kw Ass./kw	Stratigrafia	Opzioni Verifiche Terreno	Prof. di posa [m]	H sbanc. later. [m]	H riporto Later. [m]	γ riporto Later. [kN/m ²]
1	Posa A		0.5	0.1 1) Tipo A	1) Opz.A		1	0	14
2	kk=0.1;1		0.1	1) Tipo A	1) Opz.A		1	0	14

Opzioni geotecniche pali

N	Descrizione	Posa	q Lim	Rot Testa	Alfa	k Gruppo	k Gruppo
---	-------------	------	-------	-----------	------	----------	----------

				Roccia [MPa]	Impedita	Viggiani	Vert	Oriz
1	Triv A	Trivellato		0 auto	Si			

Riassunto verifiche

Coefficienti totali verifiche terreno di fondazione

SLU	Port.	Port.	Scorr.	Scorr.	Scorr.	Liquef.	Tot	Ced. max	SLE	Tot.	Totale
Port.	Non dren.	Tot	dren.	non dren.					Ced. diff.		Tot.
Dren.											Tot.

Verifiche totali terreno di fondazione

SLU	Port.	Port.	Scorr.	Scorr.	Scorr.	Liquef.	Tot	Ced. max	SLE	Tot.	Totale
Port.	Non dren.	Tot	dren.	non dren.					Ced. diff.		Tot.
Dren.											Tot.

7. CONCLUSIONI

Al fine di fornire un giudizio motivato di accettabilità del risultato, come richiesto al § 10.2.1 NTC18, il geotecnico assevera di aver:

- Esaminato preliminarmente la documentazione a corredo del software Jasp® e di ritenerlo affidabile ed idoneo alla struttura in oggetto.
- Controllato accuratamente i tabulati di calcolo ed il listato degli errori numerici del solutore.
- Confrontato i risultati del software con quelli ottenuti con semplici calcoli di massima.

Pertanto ritiene che i risultati siano accettabili e che il presente progetto strutturale sia conforme alle Leggi n°1086/71 e n°64/74, e al DM 17/01/2018 (Norme tecniche per le costruzioni).

Si prescrive di eseguire una nuova verifica geotecnica in fase di progettazione definitiva/esecutiva, ovvero quando saranno definite in modo univoco le strutture.

