



REGIONE PUGLIA

Provincia di BT

(Barletta - Andria - Trani)

TRINITAPOLI, SAN FERDINANDO DI PUGLIA



OGGETTO

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)

PROPONENTE



Aer Soléir

GREEN ENERGY 2 S.R.L.

Corso Europa 13, 20122 Milano (MI)
C.F./P.IVA: 12767800969
email/PEC: green.energy2.srl@legalmail.it

SVILUPPO



VALLEVERDE ENERGIA S.R.L.

Via Foggia 174, 85025 Melfi (PZ)
C.F./P.IVA: 02118870761
email: info@valleverde-energia.it
PEC: valleverde.energia@pec.it

Codice Commessa PHEEDRA: 24_06_EO_TNV

INGEGNERIA



PHEEDRA
Our passion, your expression.

PHEEDRA S.r.l. Via Lago di Nemi, 90
74121 - Taranto
Tel. 099.7722302 - Fax 099.9870285
e-mail: info@pheedra.it
web: www.pheedra.it

Direttore Tecnico Ing. Angelo Micolucci



01	MAGGIO 2024	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOTECNICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	TNV	CIV	REL	026	00	TNV-CIV-REL-026_00	-

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

Sommario

1. PREMESSA.....	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	2
3. PROPRIETÀ FISICHE E MECCANICHE DEI TERRENI.....	2
3.1. Caratteristiche geotecniche dei terreni.....	4
4. CARATTERISTICHE SISMICHE	6
5. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA - VERIFICHE.....	7
5.1. Determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde.....	9
5.2. Carico limite verticale alla punta del palo	10
5.3. Carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo	15
6. TABULATI DI CALCOLO	18
6.1. Simbologia adottata nei tabulati di calcolo.....	18
6.2. Parametri di calcolo.....	20
6.3. Combinazioni di carico	20
6.4. Archivio stratigrafie.....	21
6.5. Archivio terreni	21
6.6. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde	21
6.7. Valori di calcolo della portanza per fondazioni profonde	25
6.8. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni profonde.....	32

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

1. PREMESSA

Nella presente relazione è descritto, il dimensionamento delle fondazioni degli aerogeneratori del parco eolico composto da 18 aerogeneratori ognuno da 7,2 MW della potenza di 129,6 MW e relative opere di connessione nei Comuni di Trinitapoli (BT), San Ferdinando Di Puglia (BT) e Cerignola (FG) commissionato dalla società Green Energy 2 s.r.l. sede legale: Corso Europa, 13 – CAP: 20122 - Milano (MI), P.IVA: 12767800969

Le elaborazioni di seguito proposte sono da considerare indicative e dovranno essere necessariamente supportate in una fase successiva da indagini in sito e di laboratorio, per meglio caratterizzare i litotipi presenti nel sottosuolo delle diverse aree interessate e individuarne le caratteristiche geotecniche e meccaniche.

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

In quanto di seguito riportato viene fatto esplicito riferimento alle seguenti Normative:

- LEGGE n° 64 del 02/02/1974.** "Provvedimenti per le costruzioni, con particolari prescrizioni per le zone sismiche.";
- **D.M. LL.PP. del 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 e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione.";
- **D.M. LL.PP. del 16/01/1996.** "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.";
- **Circolare Ministeriale LL.PP. n° 65/AA.GG. del 10/04/1997.** "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. 16/01/1996.";
- **Eurocodice 1 - Parte 1** - "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture - Basi di calcolo -.";
- **Eurocodice 7 - Parte 1** - "Progettazione geotecnica - Regole generali -.";
- **Eurocodice 8 - Parte 5** - "Indicazioni progettuali per la resistenza sismica delle strutture - Fondazioni, strutture di contenimento ed aspetti geotecnici -.";
- **D.M. 17/01/2018 – AGGIORNAMENTO DELLE NUOVE NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI**
- **Circolare n. 7 del 21/01/2019**

3. PROPRIETÀ FISICHE E MECCANICHE DEI TERRENI

L'area di studio, così come evidenziato dagli elaborati cartografici, è situata in un contesto generale planare e in generale dotato di andamento grossolanamente pianeggiante immergente a NE, con quote topografiche che in generale oscillano tra i 40 e i 100 m.s.l.m.

Di seguito un estratto dallo studio geologico eseguito:

Dei quattro domini geologici dell'Italia meridionale (avampaese Apulo, avanfossa Adriatica, Monti della Daunia, arco Calabro-Peloritano), la Puglia, intesa come regione, ricade nei primi tre. Geograficamente essi sono rappresentati da:

- *Avampaese Apulo: rappresentato da tre settori (Gargano, Murge e Salento);*
- *Avanfossa Adriatica: piana del Tavoliere e depositi del Pliocene Sup-Pleistocene inf.;*
- *Catena Appenninica: Monti della Daunia.*

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 2 di 36
---	----------------------	----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

In Puglia le falde della catena appenninica sono rappresentate in modo abbastanza limitato dai Monti della Daunia. La catena, nel suo movimento verso NE, creò una flessura della crosta antistante e facente parte della Placca Africana. Più precisamente, la crosta direttamente a contatto con la catena in avanzamento subì un forte ribassamento (subsidenza) creando la cosiddetta area di "avanfossa": nel caso della regione Puglia questa è rappresentata dall'avanfossa Adriatica, che prende il nome di Fossa Bradanica nel tratto apulo-lucano.

La zona di avanfossa inizialmente era occupata da un bacino di mare profondo, che via via si riempì di sedimenti provenienti dalla catena in avanzamento. Attualmente la Fossa Bradanica è una valle in cui scorrono i fiumi appenninici, i quali continuano a scaricare nello Ionio i sedimenti provenienti dall'Appennino. Il mar Ionio è quindi la parte sommersa della Fossa Bradanica.

Dopo la zona di subsidenza, la crosta di fronte alla catena si inarcò in modo blando a formare un'ampia piega: tale struttura si presuppone che determinò la formazione di strutture distensive, ovvero faglie dirette.

Questa è l'area di avampaese di un sistema orogenico, che nel nostro caso è rappresentato dall'avampaese Apulo. Questa zona inarcata, in passato (dal Giurassico in poi), costituì una piattaforma a sedimentazione carbonatica di mare poco profondo bordata da scogliere coralline.

Il Tavoliere di Puglia coincide attualmente col tratto dell'avanfossa Adriatica delimitato dalla catena Appenninica e dall'avampaese Apulo. Esso costituisce una vasta pianura plio-pleistocenica, dolcemente degradante verso il Mare Adriatico, delimitata a sud-est dal Fiume Ofanto, ad ovest dalla zona collinare che va da Ascoli Satriano ad Apricena, a Nord-Est dal Torrente Candelaro che separa la pianura dal Promontorio del Gargano. Il Tavoliere può ritenersi la naturale continuazione verso settentrione della Fossa Bradanica.

Mentre la parte della catena appenninica è rappresentata dal Subappennino Dauno, costituito prevalentemente da successioni terziarie di sedimenti argilloso - marnoso - arenacei con carattere di flysh, il Tavoliere delle Puglie costituisce la parte dell'avanfossa. Quest'elemento strutturale si delineò a partire dal Pliocene quando una costante subsidenza, seguita alla fase tettonica tardo - messiniana, portò alla formazione di un bacino sedimentario allungato parallelamente alla piattaforma carbonatica apula il cui margine esterno fu dislocato in blocchi ed assunse una conformazione "a gradinata".

La fossa subì ulteriori deformazioni a seguito dell'attività medio - pliocenica che, facendo migrare il fronte appenninico, indusse l'accavallamento di sedimenti di facies di flysch sui depositi infra - pliocenici della fossa stessa.

La subsidenza presumibilmente continuò durante tutto il Pleistocene inferiore-medio e solo successivamente si presuppone ci sia stata un'inversione di tendenza.

Le successioni dell'avanfossa sono riferibili a due distinti cicli sedimentari separati da una lacuna stratigrafica. L'intera area del Tavoliere è ricoperta da depositi quaternari, in prevalenza di facies alluvionale.

Tra questi depositi prevale, al centro, un banco di argilla marnosa, di probabile origine lagunare, ricoperta a luoghi da lenti di conglomerati e da straterelli di calcare evaporitico (crosta).

Sotto l'argilla si rinviene in generale un deposito clastico sabbioso-ghiaioso cui fa da basamento impermeabile il complesso delle argille azzurre pliocenico-calabriane che costituiscono il ciclo sedimentario più recente delle argille subappenniniche. Queste, trasgressive sulle argille azzurre infra medio-plioceniche (ciclo più antico) o sui terreni in facies di flysh a cui si addossano nella parte alta occidentale, costituiscono i principali affioramenti argillosi della regione.

I depositi argillosi di entrambi i cicli sono indicativi di una facies neritica e mostrano d'essersi originati in un bacino lentamente subsidente. Sono costituiti da argille marnose più o meno siltoso-sabbiose e da marne argillose di color grigio-azzurro o giallastro, con giacitura generalmente suborizzontale. La potenza di questi

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 3 di 36
---	----------------------	----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

depositi varia sensibilmente da punto a punto con spessori massimi dell'ordine di centinaia di metri. Il ciclo argilloso plio-pleistocenico a luoghi poggia, in continuità di sedimentazione, su depositi calcarenitici trasgressivi sul basamento mesozoico.

Le argille sub-appennine grigio-azzurre formano lembi discontinui, anche se talora vasti, venuti a giorno laddove l'erosione ha asportato la copertura post-calabrianiana. Spesso al di sotto di quest'ultima, le argille giacciono a pochi metri di profondità.

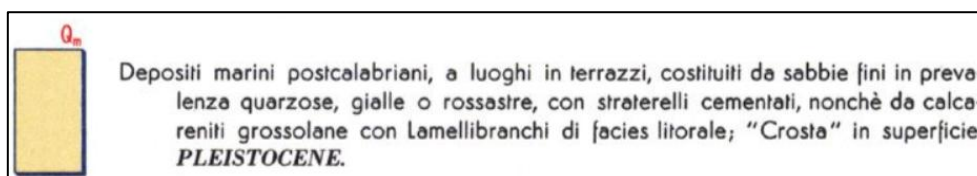
I sedimenti post-calabrianiani sono essenzialmente di origine continentale e poggiano generalmente in discordanza sui sottostanti depositi marini. Si tratta per lo più di depositi ghiaioso-sabbiosi alternati a strati di materiale fino, di facies deltizia e/o fluvio-lacustre. Nella parte settentrionale dell'area, infine, affiorano i calcari mesozoici che caratterizzano una zona di retroscogliera.

Nel complesso si può concludere che la "Serie dei depositi plio-pleistocenici" rappresenta genericamente un intero ed unico ciclo sedimentario, anche se i termini più alti possono comprendere episodi secondari di oscillazioni e di alluvionamento. Si tratta nel complesso di una serie sabbioso-argillosa con episodici depositi di conglomerati alla base e alla sommità del ciclo sedimentario.

L'area di progetto rientra nel settore NW del foglio 176 "Barletta" della Carta Geologica d'Italia in scala 1:100.000.

Qui affiorano alcuni tra i termini più recenti della serie Plio-Pleistocenica su cui prevalgono depositi di età Olocenica di origine continentali sia naturali (alluvioni terrazzate e alluvioni recenti), sia importati artificialmente a scopo di bonifica (alluvioni per colmata).

Le formazioni affioranti sono indicate nella legenda allegata come:



Per un maggiore dettaglio delle caratteristiche geologiche dell'area oggetto di esame, si rimanda all'elaborato denominato "TNV_VIC_REL_023 – Relazione geologica e sismica e studio di compatibilità", redatto dal geol. Dott. Fusco.

3.1. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEI TERRENI

Per quanto riguarda l'individuazione delle caratteristiche geotecniche dei terreni costituenti il sottosuolo del territorio in esame, esse sono state desunte dalle prove geognostiche svolte direttamente sui diversi siti di interesse (siti aerogeneratori, porzioni di territorio attraversate dal tracciato del cavidotto, ecc.) e da dati derivanti da lavori svolti nel tempo in aree ricadenti nello stesso territorio o ad esso assimilabili dal punto di vista geologico e litostratigrafico, unitamente a dati presenti nella letteratura scientifica riguardanti sia i terreni di copertura (terreno pedogenizzato e orizzonte di alterazione del substrato roccioso locale) e quelli detritici superficiali (detriti di versante, depositi eluvio-colluviali, depositi caotici di frana, ecc.) sia le caratteristiche litologiche e geotecniche dei terreni litoidi costituenti i diversi substrati di base locali.

Sulla base dell'analisi dei suddetti dati e possibile assegnare genericamente, ed in via approssimativa e cautelativa, ai terreni presenti nei primi orizzonti più superficiali (terreni di copertura e terreni detritici superficiali) del sottosuolo del territorio in esame i seguenti parametri geotecnici:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 4 di 36
---	----------------------	----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

Categoria B

Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 360 m/s e 800 m/s.

Ovviamente la suddetta parametrizzazione risulta essere una mera rappresentazione di massima, e molto generica, delle caratteristiche dei terreni presenti sul territorio in esame. Un'estesa campagna geognostica (sondaggi geognostici, prove penetrometriche SPT, prelievo campioni per analisi di laboratorio, ecc.) andrà necessariamente svolta in una fase successiva rispetto a questa di studio preliminare sui singoli siti e/o aree coinvolte dal progetto, al fine di stabilire con precisione la natura litologica reale dei terreni presenti nei diversi sottosuoli e le relative caratteristiche geotecniche.

Dalle prove svolte in un'area prossima a quella di interesse è stata ricostruita la seguente successione litostratigrafia:

- da 0.00 m a 2.50 m Terreno di copertura
- da 2.50 m a 5.00 m Sabbie calcaree cementate

I parametri geotecnici medi dedotti dalle indagini sono risultati i seguenti:

Sabbie calcaree	
Spessore medio	3 m
Angolo di attrito interno	27°
Peso di volume naturale	19 kN/cm ³
Coesione efficace	15 kPa
Modulo edometrico	63 kg/cm ²
Modulo di Poisson	0.32
Modulo di Young	161 kg/cm ²

Lo spessore indagato è inadatto alla verifica geotecnica dei pali di fondazione, pertanto, in questa fase si considereranno le caratteristiche geotecniche delle sabbie calcaree sopra riportate estese a tutta la profondità minima necessaria allo svolgimento delle analisi. Si ribadisce che in sede di progetto esecutivo andranno svolte opportune indagini anche in riferimento agli spessori significativi di terreno coinvolto.

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

4. CARATTERISTICHE SISMICHE

I valori di pericolosità sismica riportati dalle seguenti carte sono espressi in termini di accelerazione massima del suolo (a_g = frazione della accelerazione di gravità), riferita a suoli rigidi ($V_{s30} > 800$ m/s ovvero cat. A, punto 3.2.1 del D.M. 14.09.2005), con probabilità di eccedenza in 50 anni pari a: 81%, 63%, 50%, 39%, 30%, 22%, 5% e 2%.

Si ribadisce che in questa fase i valori di a_g sono prettamente statistici, in fase esecutiva di progetto, per valutare la reale corrispondenza di tali valori bisognerà ricorrere alla procedura di analisi contenuta nella Norme Tecniche per le Costruzioni 2018.

Per eseguire l'analisi mediante i dettami del NTC 2018, sarà necessario eseguire le indagini sismiche puntuali, così come sopra riportato, da cui ricavare il parametro V_{s30} del sottosuolo. La conoscenza di tale parametro permetterà di attribuire alla zona interessata dal progetto, una determinata categoria di suolo, così come previsto dalla tabella 3.2 II – Categorie di sottosuolo NTC 2018.

AREA INTERESSATA	INDAGINE DIRETTE	INDAGINI INDIRECTE
T 1	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 2	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 3	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 4	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 5	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 6	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 7	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 8	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 9	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

AREA INTERESSATA	INDAGINE DIRETTE	INDAGINI INDIRETTE
T 10	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 11	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 12	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 13	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 14	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 15	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 16	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 17	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
T 18	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
CABINA DI RACCOLTA	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
SSE	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto

Inoltre, verranno eseguite n°2 Indagini a rifrazione per ciascuna zona che intercorre tra i diversi sondaggi diretti ossia tra le aree dove sono previste le fondazioni di progetto.

5. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA - VERIFICHE

In questa fase si ipotizza la progettazione di una fondazione su plinti di forma quadrangolare con una larghezza e lunghezza pari a 22,00 m ed una altezza massima di 4 m, poggianti su pali trivellati aventi una lunghezza di 30,00m.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 – Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 – Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it – web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 7 di 36
---	----------------------	----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

Le torri eoliche in progetto, per semplicità di calcolo, si ipotizzano poggianti su terreni aventi tutti la stessa tipologia di progetto.

Gli aerogeneratori secondo progetto saranno ubicati per gran parte sulle aree sommitali dei vari rilievi collinari presenti nell'intera area in esame. In tali zone di "crinale" la copertura di alterazione (suolo) del substrato "roccioso" può in taluni casi presentarsi con uno spessore più ridotto rispetto alle zone di versante, così come in generale i crinali appaiono zone più stabili.

Ove il substrato "roccioso integro" sarà rinvenuto a breve profondità dal piano campagna (tali condizioni potranno essere analizzate solo dopo opportune indagini geognostiche in situ) le strutture fondali delle opere in progetto sia esse di tipo superficiale (platea) sia di tipo profondo (pali) dovranno interessare ("essere attestate") tale substrato roccioso locale "inalterato". Si tratterà, quindi, di realizzare in ogni caso fondazioni su substrato roccioso, anche se di natura flyschoidale.

Nel caso di fondazioni superficiali su **substrato roccioso**, sia esso carbonatico, arenaceo e argilloso (argille sovraconsolidate), la resistenza della roccia base in situ, come riportato da alcune pubblicazioni a carattere tecnico-scientifico, è probabilmente dello stesso ordine di grandezza di quella del calcestruzzo di fondazione. Questo se la roccia è integra.

Nel caso di rocce non integre, la presenza di fratture (ancor più di diverse famiglie di fratture) o una profonda alterazione (pedogenizzazione, argillificazione, ecc.) può determinare un aumento drastico della compressibilità delle masse rocciose. Il grado di influenza nel caso, per esempio, di un substrato roccioso carbonatico interessato da "fatturazione" appare legato alla suddivisione e alla dimensione delle fratture, alla larghezza delle fratture stesse (nel caso di fratture beanti) e al fatto se esse siano riempite o meno da sedimenti compressibili. Per tenere conto della possibilità che la roccia non sia integra è consuetudine usare coefficienti di sicurezza elevati (ad esempio da 6 a 10 rispetto alla resistenza a compressione uniassiale q_u) e, nel caso in cui si verifica la situazione di un semplice contatto tra calcestruzzo e roccia, di usare non più della resistenza a compressione del calcestruzzo come capacità portante della roccia.

In generale la capacità portante nel caso di fondazioni superficiali in roccia si esprime come:

$$q_o = C * q_u$$

ove C può essere solitamente dell'ordine di 0,2-0,3.

Per quanto attiene il caso di un substrato roccioso flyschoidale, costituito da alternanze di calcari, argille, marne ed arenarie, da vari lavori presenti nella letteratura scientifico-tecnica e riguardanti la caratterizzazione geomeccanica di diversi ammassi rocciosi, con diversi gradi di fatturazione e di alterazione, è possibile attribuire ad esso un valore medio di resistenza a compressione uniassiale pari a circa 1-2 MPa. Per quanto attiene il caso di fondazioni su roccia di tipo profondo (pali) la letteratura scientifico-tecnica propone di considerare la "capacità portante ultima strutturale" del palo stesso V_s che può essere espressa come:

$$V_s = \Phi * P$$

ove P è la resistenza massima di un pilastro sottoposto a compressione semplice e Φ un fattore di riduzione della capacità del palo che varia in funzione dei differenti tipi di palo, dalle incertezze ed imprecisioni proprie nella costruzione dei pali e delle distorsioni degli assi del palo.

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 8 di 36
---	----------------------	----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

Come si legge dalla relazione geologica: "l'analisi compiuta può consentire di affermare che, allo stato attuale, non si evidenziano fattori riconducibili a fenomeni di natura geostatica che implicino modifiche degli equilibri raggiunti. Le unità sopra descritte rappresentano il terreno che direttamente interagirà con le strutture di fondazione delle opere in progetto, e fino alla profondità da noi investigate, (circa 15 metri) rinveniamo le Sabbie- limose appartenenti all'unità dei conglomerati di Campomarino. Questi terreni non rappresentano verosimilmente un'unica fase di deposizione; la distribuzione e la diversa altezza degli affioramenti fanno pensare che la rete idrografica che li ha determinati non presentasse grande analogia con l'attuale o che comunque non fosse ancora bene impostata. Probabilmente si tratta di una successione di fasi di accumulo e di erosione caratterizzate dalla presenza di depressioni interne ove, a depositi di natura essenzialmente lacustre, si alternavano episodi di facies deltizia e fluviale. Essi poggiano sulla superficie erosa della serie marina pliocenico-calabrianiana o, nelle aree più vicine alla costa, sui Conglomerati di Campomarino.

Nell'area del foglio S. Severo i terrazzi più alti ascritti ai flysh. si trovano nella zona a Sud di Ururi e superano i 300 m di quota; qui essi sono costituiti da argille grigiogiallastre con ciottolame di media dimensione, croste travertinose e straterelli di calcare bianco pulverulento; da questa zona essi degradano rapidamente verso E in direzione dei corsi del T. Saccione.

I rilievi geologici hanno messo in evidenza la presenza di una successione stratigrafica caratterizzata principalmente da una modesta copertura vegetale di spessore medio compreso tra 0,70 m. e 1,00 m.; successivamente vi è la presenza di uno spesso strato costituito da argille.

Di seguito una rapida descrizione del substrato argilloso rilevato:

Complesso argilloso: composto dai termini litologici appartenenti alle Argille di Montesecco e alle Argille scagliose. Si tratta di argilliti con sporadiche intercalazioni centimetriche e decimetriche di marne e calcari micritici. Costituiscono limiti di permeabilità per gli acquiferi giustapposti verticalmente o lateralmente e, nello specifico contesto idrogeologico di riferimento, rappresentano degli acquicludi di importanza significativa in quanto tamponano alla base tutti gli acquiferi più importanti; non sono presenti falde o corpi idrici sotterranei di una certa rilevanza. La permeabilità, per porosità e fessurazione, è variabile da impermeabile a molto bassa.

Onde tener conto di tale situazione sono stati eseguite delle calcolazioni relativamente a fondazioni di tipo profondo.

5.1. DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA VERTICALE DI FONDAZIONI PROFONDE

Dal momento che gli aerogeneratori andranno ad attestarsi nel substrato "substrato flyshoide", vista sia la situazione stratigrafica e geomeccanica dei terreni di sedime, sia le caratteristiche strutturali dell'opera in progetto, si ritiene che per essa la soluzione fondale più idonea sia, in tale situazione, l'adozione di fondazioni di tipo profondo.

Tale struttura fondale potrà essere realizzata tramite una palificata costituita da pali di grande diametro armati per tutto il loro sviluppo per la presenza di carichi orizzontali (sisma) e di lunghezza tale da andarsi ad attestare almeno a partire dalla quota di 25 - 30 m dal piano campagna laddove si rinvenivano litotipi con caratteristiche geomeccaniche idonee.

Prendendo in esame in prima analisi pali trivellati è stato calcolato il valore del carico assiale limite (Q_{lim}) assumendo per il singolo palo un diametro $\varnothing = 1$ m.

Per la determinazione della portanza verticale di fondazioni profonde si fa riferimento a due contributi: la "portanza di punta" e la "portanza per attrito laterale". Queste due componenti in genere sono calcolate in maniera autonoma dato che risulta molto difficoltoso, tranne che in poche situazioni, stabilire quanta parte del carico è assorbita dall'attrito laterale e quanta dalla resistenza alla punta. Nel seguito, ai fini del calcolo

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 9 di 36
---	----------------------	----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

della portanza verticale, si assumeranno le seguenti espressioni generali valide per il caso di palo soggetto a compressione e per il caso di palo soggetto a trazione (nel calcolo della portanza verticale è possibile tenere in conto tutti o solo uno dei contributi su definiti):

$$\begin{aligned}
 Q_C &= \frac{Q_P}{\eta_P} + \frac{Q_L}{\eta_L} - W_{ATT.NEG.} - W_P \quad (\text{caso di palo in compressione}) & Q_T \\
 &= \frac{Q_L}{\eta_L} + W_P \quad (\text{caso di palo in trazione})
 \end{aligned}$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- Q_C resistenza a compressione del palo
- Q_T resistenza a trazione del palo
- Q_P carico limite verticale alla punta del palo
- Q_L carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo
- $W_{ATT.NEG.}$ attrito negativo agente sul palo
- W_P peso totale del palo
- η_P coefficiente di sicurezza per carico limite verticale alla punta del palo
- η_L coefficiente di sicurezza per carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo

I valori del carico limite verticale alla punta del palo " Q_P " e del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo " Q_L " sono determinati con le note "formule statiche". Queste esprimono i valori di cui sopra in funzione della geometria del palo, delle caratteristiche geotecniche del terreno in cui è immerso, della modalità esecutiva e dell'interfaccia palo-terreno.

Di seguito si illustrano le metodologie con le quali saranno determinati i valori prima citati; è necessario tenere presente che tali metodi sono riferiti al calcolo del "singolo palo" e per estendere tale modalità computazione al caso di "pali in gruppo" si farà ricorso ai "coefficienti d'efficienza", in questo modo si potrà tenere in debito conto l'interferenza reciproca che i pali esercitano.

5.2. CARICO LIMITE VERTICALE ALLA PUNTA DEL PALO

Il valore del carico limite verticale alla punta del palo, indipendentemente dal metodo utilizzato per la sua determinazione, è condizionato dalla modalità esecutiva. Esso varia notevolmente a seconda che il palo sia del tipo "infisso" o "trivellato" poiché le caratteristiche fisico-meccaniche del terreno circostante il palo variano in seguito alle operazioni d'installazione. Di conseguenza, per tenere conto della modalità esecutiva nel calcolo dei coefficienti di portanza, si propone di modificare il valore dell'angolo di resistenza a taglio secondo quanto suggerito da Kishida (1967):

$$\phi_{cor} = \frac{\phi + 40}{2} \quad (\text{per pali infissi}) \qquad \phi_{cor} = \phi - 3^\circ \quad (\text{per pali trivellati})$$

Con la correzione di cui sopra si determineranno i fattori adimensionali di portanza che sono presenti nella relazione per la determinazione del carico limite verticale alla punta che assume la seguente espressione:

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

$$Q_p = A_p \cdot (q_p \cdot N_q^* + c \cdot N_c^*)$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- A_p superficie portante efficace della punta del palo
- q_p pressione del terreno presente alla punta del palo
- c coesione del terreno alla punta del palo (nel caso di condizione non drenata $c = c_u$)
- N_q^*, N_c^* fattori adimensionali di portanza funzione dell'angolo d'attrito interno ϕ_{zop} del terreno già corretti

In letteratura esistono diverse formulazioni per il calcolo dei fattori adimensionali di portanza, di seguito si riportano quelle che sono state implementate:

Formulazione di Meyerhof per base poggiate su terreni sciolti (1951)

1. se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q = \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$s_q = 1 + 0.1 \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \quad s_c = 1 + 0.2 \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \quad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1 + 0.1 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \quad d_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \quad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

2. se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q = 1.00 \quad N_c = \pi + 2$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.20 \quad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1.00 \quad d_c = 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \quad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

Formulazione di Hansen per base poggiate su terreni sciolti (1970)

1. se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

$$N_q = \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg}(\phi)} \quad N_c = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi)$$

$$s_q = 1 + \operatorname{tg}(\phi) \quad s_c = 1 + \frac{N_q}{N_c} \quad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\phi) \cdot (1 - \operatorname{sen}(\phi))^2 \cdot \theta \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta \quad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

dove: se $\frac{L}{D} \leq 1 \Rightarrow \theta = \frac{L}{D}$, se $\frac{L}{D} > 1 \Rightarrow \theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{L}{D}\right)$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

2. se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q = 1.00 \quad N_c = \pi + 2$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.20 \quad \text{(fattori di forma)}$$

$$d_q = 1.00 \quad d_c = 1 + 0.4 \cdot \theta \quad \text{(fattori d'approfondimento)}$$

$$N_q^* = N_q \cdot s_q \cdot d_q \quad N_c^* = N_c \cdot s_c \cdot d_c$$

Formulazione di Zeevaert per base poggiate su terreni sciolti (1972)

1. se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{\cos^2(\phi)}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} + \phi\right) \cdot \operatorname{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi)$$

2. se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 9.00$$

Formulazione di Berezantzev per base poggiate su terreni sciolti (1970)

Berezantzev fa riferimento ad una superficie di scorrimento "alla Terzaghi" che si arresta sul piano della punta del palo. Inoltre, considera il cilindro di terreno coassiale al palo (avente diametro pari all'estensione in sezione della superficie di scorrimento) in parte sostenuto da tensioni tangenziali dal rimanente terreno presente lungo la superficie laterale del cilindro. Conseguentemente il valore della pressione presente alla punta del palo è inferiore alla corrispondente pressione litostatica ed è influenzata dal rapporto tra la profondità alla quale è posta la punta "L" del palo e il diametro "D" dello stesso. Quindi il valore di N_q^* è influenzato da questo effetto "Silo". I valori che l'autore propone sono:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 12 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

1. se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

Valori di N_q^* per pali di diametro fino a 80.0 cm.

Λ/Δ	8°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
4	1.07	2.18	3.15	4.72	7.15	10.73	15.85	22.95	32.62	45.56	62.69	85.18	114.53	152.71	202.32	266.82	350.86	460.79	605.36
12	1.04	1.77	2.46	3.64	5.52	8.42	12.71	18.85	27.44	39.21	55.07	76.20	104.13	140.81	188.86	251.72	334.05	442.17	584.82
20	1.03	1.63	2.20	3.20	4.82	7.38	11.22	16.82	24.76	35.79	50.83	71.06	98.01	133.65	180.59	242.29	323.39	430.21	571.48
28	1.03	1.54	2.05	2.93	4.40	6.72	10.26	15.48	22.96	33.43	47.84	67.37	93.54	128.35	174.39	235.13	315.21	420.95	561.08
36	1.02	1.49	1.94	2.75	4.10	6.26	9.57	14.49	21.60	31.64	45.53	64.48	90.00	124.10	169.36	229.27	308.46	413.26	552.38
50	1.02	1.42	1.82	2.53	3.74	5.68	8.70	13.23	19.84	29.27	42.45	60.56	85.14	118.18	162.30	220.95	298.80	402.16	539.74
75	1.02	1.35	1.69	2.30	3.33	5.02	7.69	11.74	17.73	26.37	38.58	55.55	78.82	110.38	152.84	209.67	285.53	386.74	522.01
100	1.01	1.31	1.61	2.14	3.07	4.60	7.02	10.74	16.28	24.34	35.84	51.95	74.19	104.56	145.68	201.02	275.23	374.64	507.95
200	1.01	1.22	1.44	1.84	2.54	3.71	5.60	8.56	13.05	19.73	29.43	43.30	62.82	89.95	127.29	178.30	247.63	341.59	468.90
500	1.01	1.14	1.29	1.55	2.02	2.82	4.14	6.24	9.50	14.45	21.83	32.64	48.25	70.49	101.85	145.69	206.57	290.75	406.87

Valori di N_q^* per pali di diametro maggiore a 80.0 cm.

Λ/Δ	8°	16°	18°	20°	22°	24°	26°	28°	30°	32°	34°	36°	38°	40°	42°	44°	46°	48°	50°
4	1.16	3.09	3.95	5.04	6.44	8.22	10.50	13.41	17.12	21.87	27.92	35.65	45.53	58.14	74.24	94.80	121.05	154.57	197.38
12	1.21	3.14	3.98	5.05	6.42	8.14	10.34	13.13	16.68	21.18	26.90	34.17	43.41	55.15	70.07	89.03	113.13	143.77	182.72
20	1.26	3.18	4.01	5.06	6.39	8.06	10.18	12.85	16.23	20.49	25.88	32.69	41.29	52.16	65.89	83.26	105.21	132.97	168.06
28	1.30	3.22	4.04	5.07	6.36	7.99	10.02	12.57	15.78	19.81	24.86	31.20	39.17	49.16	61.72	77.49	97.29	122.16	153.40
36	1.35	3.27	4.07	5.08	6.34	7.91	9.86	12.30	15.33	19.12	23.84	29.72	37.04	46.17	57.55	71.72	89.38	111.36	138.75
44	1.39	3.31	4.10	5.09	6.31	7.83	9.70	12.02	14.88	18.43	22.81	28.23	34.92	43.18	53.38	65.95	81.46	100.56	124.09
52	1.44	3.35	4.14	5.10	6.29	7.75	9.54	11.74	14.44	17.74	21.79	26.75	32.80	40.19	49.21	60.18	73.54	89.76	109.43
56	1.46	3.37	4.15	5.10	6.27	7.71	9.46	11.60	14.21	17.40	21.28	26.00	31.74	38.70	47.12	57.30	69.58	84.36	102.10
60	1.49	3.39	4.17	5.11	6.26	7.67	9.38	11.46	13.99	17.06	20.77	25.26	30.68	37.20	45.03	54.42	65.62	78.96	94.77
65	1.51	3.42	4.19	5.12	6.25	7.62	9.28	11.29	13.71	16.63	20.13	24.33	29.35	35.33	42.43	50.81	60.67	72.21	85.61

$$N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

2. se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 13 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

Formulazione di Vesic per base poggiate su terreni sciolti (1975)

1. se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \frac{3}{3 - \sin(\phi)} \cdot \text{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot I_{rr}^{\frac{4 - \sin(\phi)}{3 \cdot (1 + \sin(\phi))}} \cdot e^{\left(\frac{\pi}{2} - \phi\right) \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$I_{rr} = \frac{I_r}{1 + \varepsilon_v \cdot I_r} \quad \varepsilon_v = \frac{q_p \cdot \alpha \cdot (1 + \nu) \cdot (1 - 2 \cdot \nu)}{E_t \cdot (1 - \nu)} \quad I_r = \frac{E_t}{2 \cdot (1 + \nu) \cdot (c + q_p \cdot \alpha \cdot \text{tg}(\phi))} \square$$

2. se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = \frac{4}{3} \cdot (\log_n(I_{rr}) + 1) + \frac{\pi}{2} + 1$$

dove i simboli su riportati hanno il seguente significato:

- E_t modulo elastico del terreno alla profondità della punta del palo
- ν coefficiente di Poisson del terreno alla profondità della punta del palo
- α coefficiente di riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo

Nel caso in cui si scelga di effettuare la riduzione della pressione del terreno presente alla profondità della punta del palo (cioè $\alpha \neq 1$) il coefficiente di riduzione " α " assume la seguente espressione:

$$\alpha = \frac{1 + 2 \cdot K_0}{3} \quad \text{dove: se } \phi \neq 0 \Rightarrow K_0 = 1 - \sin(\phi); \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow K_0 = \frac{\nu}{1 - \nu}$$

Formulazione di Janbu per base poggiate su terreni sciolti (1976)

1. se $\phi \neq 0$ (condizione drenata) si ha:

$$N_q^* = \left(\text{tg}(\phi) + \sqrt{1 + \text{tg}^2(\phi)}\right)^2 \cdot e^{2 \cdot \vartheta \cdot \text{tg}(\phi)} \quad N_c^* = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$\vartheta = 60 + 0.45 \cdot Dr$$

dove " Dr " è la densità relativa del terreno.

2. se $\phi = 0$ (condizione non drenata) si ha:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 14 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 5.74$$

Formulazione di Terzaghi per base poggiate su roccia (1943)

Per la determinazione del carico limite nel caso di presenza di ammasso roccioso bisogna valutare molto attentamente il grado di solidità della roccia stessa. Tale valutazione viene in genere eseguita stimando l'indice *RQD* (Rock Quality Designation) che rappresenta una misura della qualità di un ammasso roccioso. Tale indice può variare da un minimo di 0 (caso in cui la lunghezza dei pezzi di roccia estratti dal carotiere è inferiore a 100 mm) ad un massimo di 1 (caso in cui la carota risulta integra) ed è calcolato nel seguente modo:

$$RQD = \frac{\sum \text{lunghezze dei pezzi di roccia intatta} > 100\text{mm}}{\text{lunghezza del carotiere}}$$

Se il valore di *RQD* è molto basso la roccia è molto fratturata ed il calcolo della capacità portante dell'ammasso roccioso va condotto alla stregua di un terreno sciolto utilizzando tutte le formulazioni sopra descritte.

$$N_q = \frac{e^{2 \cdot \left(\frac{3 \cdot \pi}{4} - \frac{\phi}{2}\right) \cdot \text{tg}(\phi)}}{2 \cdot \cos^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)}$$

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi)$$

$$\text{se } \phi = 0 \Rightarrow N_c = \frac{3}{2} \cdot \pi + 1$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_c = 1.30$$

(fattori di forma)

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q$$

$$N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

Formulazione di Stagg - Zienkiewicz per base poggiate su roccia (1968)

$$N_q = \text{tg}^6\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$N_c = 5 \cdot \text{tg}^4\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$s_q = 1.00$$

$$s_c = 1.30$$

(fattori di forma)

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q$$

$$N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

5.3. CARICO LIMITE VERTICALE LUNGO LA SUPERFICIE LATERALE DEL PALO

Il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo è dato dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali che si sviluppano all'interfaccia palo-terreno in condizioni limite:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 15 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

$$Q_L = \int_{\Gamma} \tau_{lim} \cdot d\Gamma = \int_0^L (c_a + \sigma_h \cdot \text{tg}(\delta)) \cdot P_{lat} \cdot dz$$

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

- χ_a adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- σ_h tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- δ angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- P_{lat} perimetro della sezione trasversale del palo alla generica profondità "z"
- L sviluppo longitudinale del palo

Analogamente al carico limite alla punta, anche il valore del carico limite verticale lungo la superficie laterale del palo varia notevolmente a seconda che esso sia del tipo "infisso" o "trivellato" a causa del diverso comportamento del terreno circostante in palo. Conseguentemente i parametri sopra riportati possono essere correlati da leggi diverse in funzione delle modalità di esecuzione del palo. Di seguito si descrivono quelle che sono state implementate.

L'adesione " c_a " è correlata alla coesione " c " nel caso di condizioni drenate; oppure alla coesione non drenata " c_u " nel caso di condizioni non drenate, per mezzo del coefficiente d'adesione " ψ " secondo la seguente relazione:

$$c_a = c_* \cdot \psi \quad \text{dove: } c_* = c \text{ (in condizione drenata);}$$

$$c_* = c_u \text{ (in condizione non drenata).}$$

Esprimendo il valore di " c " in N/cm², il coefficiente d'adesione " ψ " può assumere i seguenti valori:

Caquot-Kerisel (consigliato per pali trivellati)

$$\psi = \frac{100 + c_*^2}{100 + 7 \cdot c_*^2}$$

Meyerhof-Murdock (consigliato per pali trivellati)

$$\begin{aligned} \text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_* \\ \text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 & \Rightarrow \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_* \end{aligned}$$

Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 16 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

se $c_s \leq 2.50 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.90$
se $2.50 < c_s \leq 5.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.80$
se $5.00 < c_s \leq 7.50 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.60$
se $c_s > 7.50 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.40$

Woodward (consigliato per pali trivellati)

se $c_s \leq 4.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.90$
se $4.00 < c_s \leq 8.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.60$
se $8.00 < c_s \leq 12.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.50$
se $12.00 < c_s \leq 20.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.40$
se $c_s > 20.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.30$

Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)

se $c_s \leq 5.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 1.00$
se $5.00 < c_s \leq 10.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.70$
se $10.00 < c_s \leq 15.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.50$
se $15.00 < c_s \leq 20.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.40$
se $c_s > 20.00 \text{ N/cm}^2$	\Rightarrow	$\psi = 0.30$

Il valore della tensione orizzontale " σ_h " è correlato al valore della pressione verticale " σ_v " per mezzo del coefficiente di spinta orizzontale " K_s " secondo la seguente relazione:

$$\sigma_h = \sigma_v \cdot K_s$$

Il valore di " K_s " dipende essenzialmente dal tipo di terreno e dal suo stato d'addensamento nonché dalla tecnologia utilizzata per l'installazione.

Il programma permette di scegliere tra differenti teorie per il calcolo di K_s .

1. Opzione 1:

Metodo "Tomlinson (1971)"

K_s può variare da un limite inferiore pari al coefficiente di spinta a riposo " K_0 " fino a valori prossimi al coefficiente di spinta passiva " K_p "; i valori proposti sono:

pali trivellati: $K_s = K_0 = 1 - \text{sen}(\phi)$

pali infissi: $K_s =$ variabile da: $K_p = 1 + \text{tg}^2(\phi)$ in sommità fino a $K_0 = 1 - \text{sen}(\phi)$ alla punta

2. Opzione 2:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 17 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

Metodo di "Kulhavy (1983)"

pali trivellati: $K_s = \alpha K_0$ con α variabile tra 2/3 e 1

pali infissi: $K_s = \alpha K_0$ con α variabile da 3/4, per compattazione del terreno trascurabile, fino a 2, nel caso di compattazione significativa.

Il valore dell'angolo di resistenza al taglio all'interfaccia terreno-palo " δ " è funzione della scabrezza della superficie del palo e quindi della modalità esecutiva; i valori proposti sono:

$$\delta = \arctg(\tg(\phi)) \quad (\text{per pali trivellati}) \quad \delta = \arctg\left(\frac{3}{4} \cdot \tg(\phi)\right) \quad (\text{per pali infissi})$$

6. TABULATI DI CALCOLO

6.1. SIMBOLOGIA ADOTTATA NEI TABULATI DI CALCOLO

Per maggior chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo viene riportata la descrizione dei simboli principali utilizzati nella stesura degli stessi. Per comodità di lettura la legenda è suddivisa in paragrafi con la stessa modalità in cui sono stampati i tabulati di calcolo.

Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde

- X elem. ascissa nel riferimento globale dell'elemento
- Y elem. ordinata nel riferimento globale dell'elemento
- Profon. profondità del piano di posa dell'elemento a partire dal piano campagna
- Base larghezza della sezione trasversale dell'elemento
- Lungh. dimensione dello sviluppo longitudinale dell'elemento
- Altez. altezza della sezione trasversale dell'elemento
- Rotaz. rotazione dell'elemento rispetto al suo baricentro
- Grup. ap. nel caso cui l'elemento faccia parte di una palificata, rappresenta il numero identificativo della stessa
- Ind. Strat. indice della stratigrafia associata all'elemento
- Tip. iniez. tipologia d'iniezione dei micropali ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (No iniez. = assenza d'iniezione, Iniez.uni. = iniezione unica, Iniez.rip. = iniezione ripetuta)
- Tip. ter. tipologia di terreno ai fini del calcolo della portanza secondo le raccomandazioni di Bustamante e Doix (Coes. = coesivo, Inc. = incoerente)
- Dia. P. diametro fusto del palo
- Lun. P. lunghezza totale del palo
- Lun. L. lunghezza tratto del palo senza contributo di terreno
- Dis. P. distanza del baricentro del palo dal bordo del plinto
- In. Px interasse principale del palo
- In. Py interasse secondario del palo
- Dia. B. diametro bulbo del palo
- Lun. B. lunghezza della sbulbatura del palo
- E.C.V. coefficiente d'efficienza per carico limite verticale del singolo palo

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 18 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

- E.C.C. coefficiente d'efficienza per carico critico verticale del singolo palo
- E.C.T. coefficiente d'efficienza per carico limite trasversale del singolo palo
- Svin. testa codice di svincolo alla rotazione in testa al palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Vin. piede codici di vincolo rispettivamente alla rotazione orizzontale, traslazione orizzontale e traslazione verticale applicabili al piede del palo (0 = non attivo, 1 = attivo)
- Asc. X' ascissa del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Asc. Y' ordinata del baricentro del singolo palo dell'elemento nel riferimento locale con origine nel baricentro del plinto
- Peso spec. peso specifico del palo
- Mod. El. Pa. modulo elastico normale del palo

Dati di carico degli elementi costituenti le fondazioni profonde

- Cmb numero della combinazione di carico
- Tipologia tipologia della combinazione di carico
- Sismica flag per l'applicazione della riduzione sismica alle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione per la combinazione di carico in esame
- S. Normale sollecitazione normale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Tagliante X' sollecitazione tagliante lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Tagliante Y' sollecitazione tagliante lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale X' sollecitazione flessionale lungo l'asse X' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Flessionale Y' sollecitazione flessionale lungo l'asse Y' agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)
- S. Torsionale sollecitazione torsionale agente alla quota del piano di fondazione dell'elemento (riferimento locale con origine nel baricentro del plinto)

Valori di calcolo per le fondazioni profonde

- Port. punta carico limite verticale alla punta del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Port. lat. carico limite verticale lungo la superficie laterale del fusto del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Port. bulbo carico limite verticale lungo la superficie laterale del bulbo del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- C. Critico carico critico per l'instabilità del palo (valore su singolo palo corretto dal relativo coefficiente d'efficienza)
- Attr. Neg. attrito negativo agente sul palo (valore su singolo palo)
- Peso Palo peso totale del singolo palo
- Cmb numero e tipologia della combinazione di carico
- S. Norm. sollecitazione normale agente alla testa del palo in esame

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 19 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

- V. V. Com. resistenza a compressione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- V. V. Tra. resistenza a trazione del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Com. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a compressione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione normale agente alla testa del palo e la sua resistenza a trazione (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- S. Tagl. sollecitazione tagliante agente alla testa del palo
- S. Fles. sollecitazione flessionale agente alla testa del palo
- V. V. Trs. resistenza trasversale del palo in esame (corretto dal relativo coefficiente di sicurezza)
- Ver. Tra. rapporto tra la sollecitazione tagliante agente alla testa del palo e la sua resistenza trasversale (verifica positiva se il rapporto è < 1.0)
- Ced. V. cedimento verticale in corrispondenza della testa del palo
- Ced. H. cedimento orizzontale in corrispondenza della testa del palo

6.2. PARAMETRI DI CALCOLO

Modalità di calcolo della portanza verticale per fondazioni profonde:

Per elementi con pali: Portanza di punta e laterale

Per elementi con micropali: Portanza di punta e laterale

Metodi di calcolo della portanza di punta per fondazioni profonde:

Per terreni sciolti: Vesic

Riduzione della tensione litostatica: No

Per terreni lapidei: Terzaghi

Riduzione di Kishida per pali battuti o trivellati: Si

Metodo di calcolo del coefficiente di spinta orizzontale Ks: Tomlinson

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per Tensioni Ammissibili e S.L.E. nel calcolo della portanza per fondazioni profonde:

Coeff. di sicurezza alla punta: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il fusto: 2,50

Coeff. di sicurezza lungo il bulbo: 2,50

Coeff. di sicurezza per palo in trazione: 2,50

6.3. COMBINAZIONI DI CARICO

APPROCCIO PROGETTUALE TIPO 2 - Comb. (A1+M1+R3)

Coefficienti parziali e totali di sicurezza per S.L.U. nel calcolo della portanza per pali trivellati:

I coeff. A1 risultano combinati secondo lo schema presente nella relazione di calcolo della struttura.

- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (statico): 1

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 20 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per Cu (statico): 1
- Coeff. M1 per Tan ϕ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per Cu sismico): 1
- Coeff. R3 base: 1,35
- Coeff. R3 laterale in compressione: 1,15
- Coeff. R3 laterale in trazione: 1,25

Fattore di correlazione: 170

6.4. ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 1

Profondità falda: assente

Strato n.	Quota di riferimento	Spessore	Indice / Descrizione terreno	Attrito
Neg. 1	da 0,0 a -10000,0 cm	10000,0 cm	001 / Sabbia compatta	Assente

6.5. ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: **001 / Sabbia compatta**

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec.	P. Spec. Sat.	Angolo Res.	Coesione	Mod.Elast.	Mod.Edom.	Dens.Rel.	Poisson	C. Ades.
daN/cm ³	daN/cm ³	Gradi°	daN/cm ²	daN/cm ²	daN/cm ²	%	%	
1,900 E-3	2,000 E-3	27,000	0,150	161,000	63,000	80,0	0,320	0,85

6.6. DATI GEOMETRICI DEGLI ELEMENTI COSTITUENTI LE FONDAZIONI PROFONDE

Elemento: 69 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.	Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice
-700,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	69	001	100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 1
Palo	Asc. X'	Ord. Y'																			
n.	cm	cm																			
1	0,0	0,0																			

Elemento: 76 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.	Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice
0,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	76	001	100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 1
Palo	Asc. X'	Ord. Y'																			
n.	cm	cm																			
1	0,0	0,0																			

Elemento: 83 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 21 di 36
---	-----------------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.						
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.						
700,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	83	001						
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede		
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice		
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1		
Palo	Asc. X'	Ord. Y'												
n.	cm	cm												
1	0,0	0,0												

Elemento: 216 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
-700,0	0,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	216	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 223 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
0,0	0,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	223	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 230 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
700,0	0,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	230	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 363 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
-700,0	700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	363	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 370 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
0,0	700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	370	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

Elemento: 377 - Palo singolo - Tipologia pali: trivellati

X elem.	Y elem.	Prof.	Base	Lungh.	Altez.	Rot.	Grup.ap.	Ind.strat.					
---------	---------	-------	------	--------	--------	------	----------	------------	--	--	--	--	--

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	---	---

cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.					
700,0	700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	377	001					
Dia. P.	Lun. P.	Lun. L.	Dist.P.	In. Px	In. Py	Dia. B.	Lun. B.	E.C.V.	E.C.C.	E.C.T.	Svin.testa	Vin.piede	
cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm				codice	codice	
100,0	3000,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,00	1,00	1,00	0	0; 0; 1	
Palo	Asc. X'	Ord. Y'											
n.	cm	cm											
1	0,0	0,0											

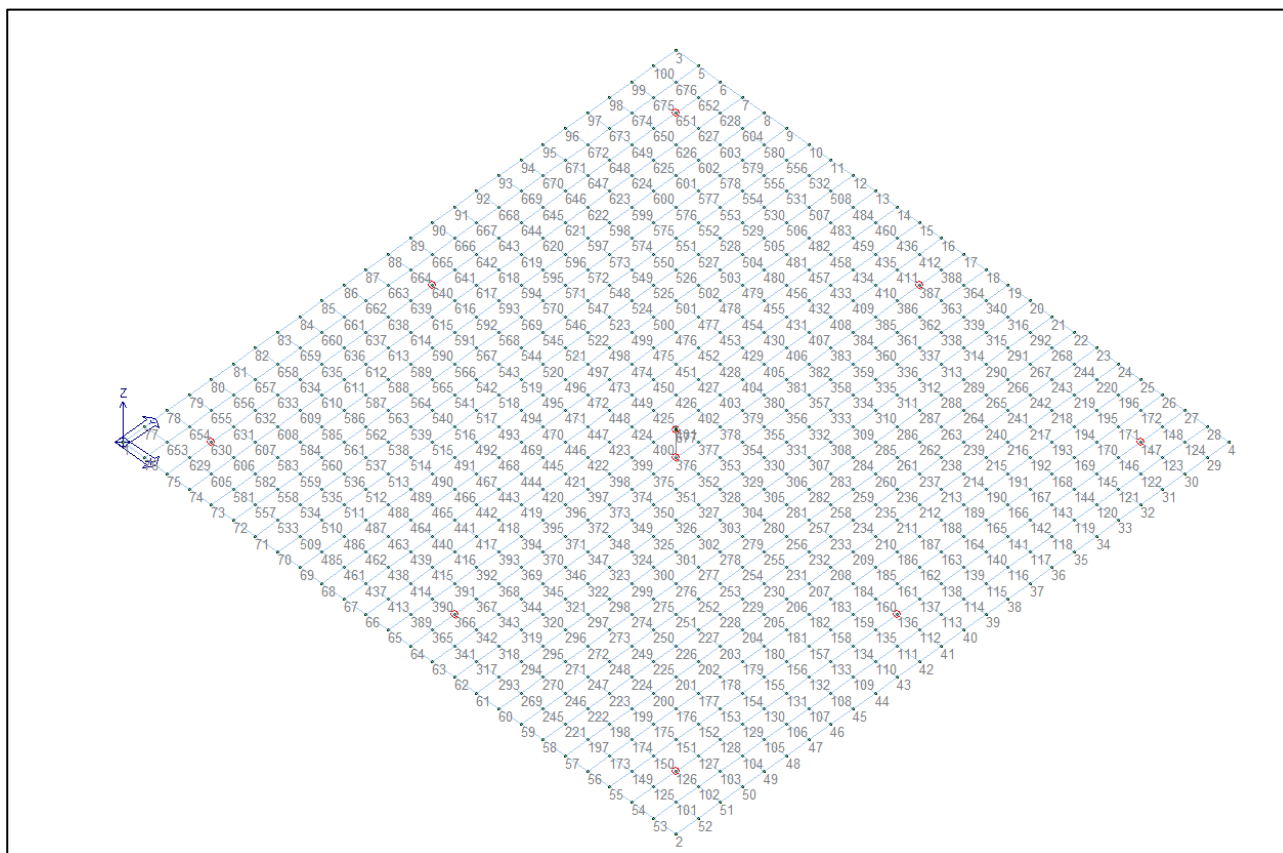


Figura 1 – Modello nodale platea di fondazione

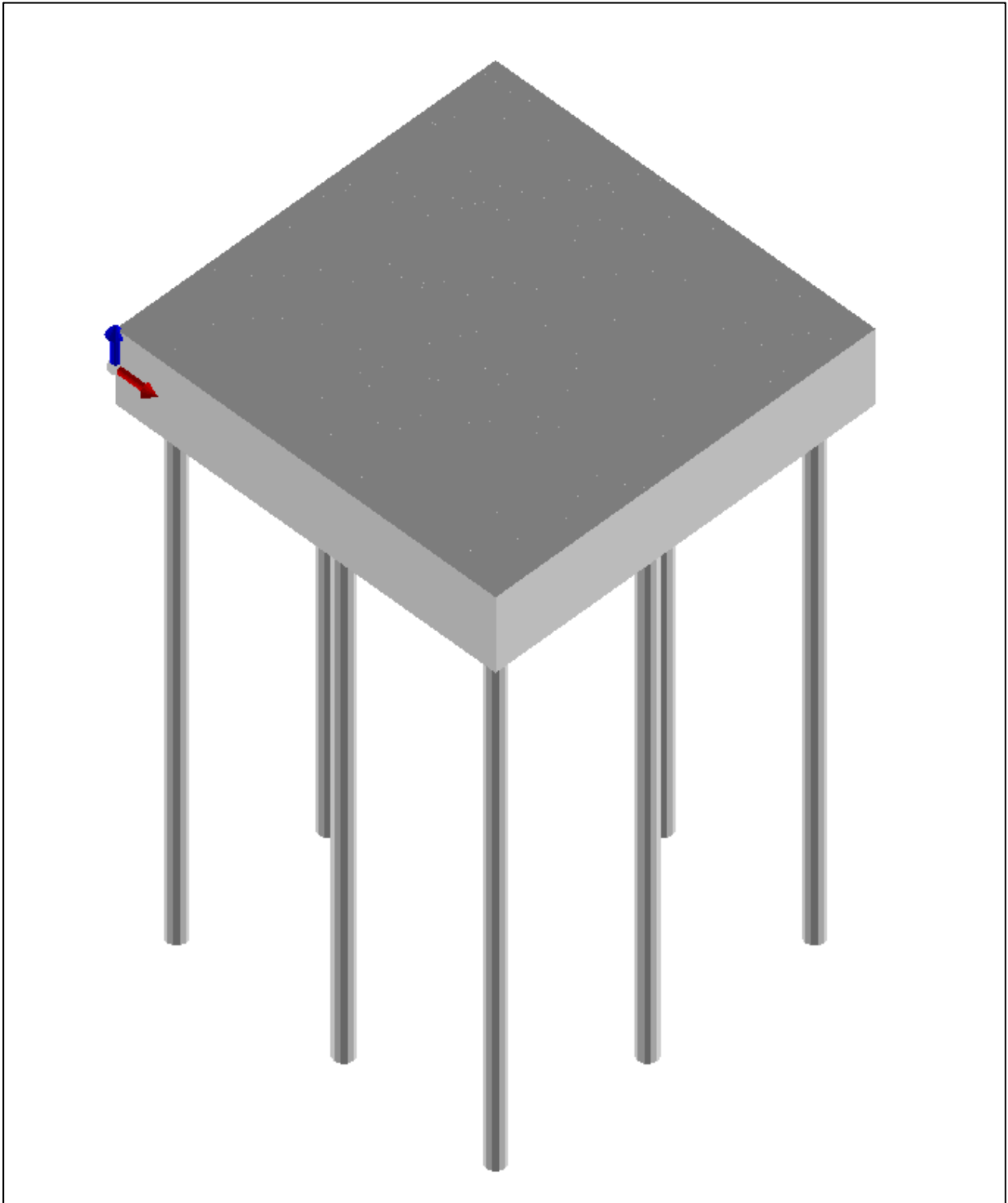


Figura 2 – Modello solido platea con pali di fondazione

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

6.7. VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI PROFONDE

PORTANZA VERTICALE

Elemento: 69 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
005	SLU STR	1	0.000	0.000	-601800.0	-710205.0	0,847	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-601800.0	-69.3	6667.9	1791000.0	37830.0

Elemento: 76 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
005	SLU STR	1	0.000	0.000	-605300.0	-710205.0	0,852	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-605300.0	0.0	6655.2	1783000.0	0.0

Elemento: 83 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
005	SLU STR	1	0.000	0.000	-601800.0	-710205.0	0,847	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-601800.0	69.3	6667.9	1791000.0	-37830.0

Elemento: 216 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-608100.0	-710205.0	0,856	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-608100.0	-87.7	11240.0	3050000.0	47220.0

Elemento: 223 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-618600.0	-710205.0	0,871	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
001	SLU STR	No	-618600.0	0.0	11300.0	3077000.0	0.0

Elemento: 230 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	N	N lim	Ver.N	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	daN		
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-608100.0	-710205.0	0,856	Ok

Sollecitazioni:

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 25 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
001	SLU STR	No	-608100.0	87.7	11240.0	3050000.0	-47220.0

Elemento: 363 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	N daN	N lim daN	Ver.N	Stato
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-609500.0	-710205.0	0,858	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
001	SLU STR	No	-609500.0	-73.1	11300.0	3086000.0	38530.0

Elemento: 370 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	N daN	N lim daN	Ver.N	Stato
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-612900.0	-710205.0	0,863	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
001	SLU STR	No	-612900.0	0.0	11330.0	3097000.0	0.0

Elemento: 377 - Palo singolo

$N_q = 12.550$, $\sigma_{punta} = 6.080$, $\phi = 24.0$, $N_c = 25.941$, $c_{punta} = 0.150$

Port. lat. = 967080.8 daN, Port. punta = 629838.4 daN, P.P.Palo = 58904.9 daN

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	N daN	N lim daN	Ver.N	Stato
001	SLU STR	1	0.000	0.000	-609500.0	-710205.0	0,858	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
001	SLU STR	No	-609500.0	73.1	11300.0	3086000.0	-38530.0

PORTANZA ORIZZONTALE

Elemento: 69 - Palo singolo

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc.	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11180.1	P. Lungo	15023780.0	20471.1	0,546	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
003	SLU STR	No	-460300.0	-52.0	11180.0	3018000.0	28870.0

Elemento: 76 - Palo singolo

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc.	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11170.0	P. Lungo	15058610.0	20523.4	0,544	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
003	SLU STR	No	-463000.0	0.0	11170.0	3013000.0	0.0

Elemento: 83 - Palo singolo

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc.	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11180.1	P. Lungo	15023780.0	20471.1	0,546	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
003	SLU STR	No	-460300.0	52.0	11180.0	3018000.0	-28870.0

Elemento: 216 - Palo singolo

Cmb n.	Tipo	Palo n.	coord.X cm	coord.Y cm	Ved daN	Mecc.	Mu daN cm	V lim daN	Ver.V	Stato
						-				

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 26 di 36
---	----------------------	-----------------

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

003 SLU STR 1 0.000 0.000 11240.2 P. Lungo 15119630.0 20508.5 0,548 Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-467800.0	-67.4	11240.0	3050000.0	36320.0

Elemento: 223 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11300.0	P. Lungo	15218800.0	20574.8	0,549	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-475800.0	0.0	11300.0	3077000.0	0.0

Elemento: 230 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11240.2	P. Lungo	15119630.0	20508.5	0,548	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-467800.0	67.4	11240.0	3050000.0	-36320.0

Elemento: 363 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11290.1	P. Lungo	15147220.0	20478.1	0,551	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-470000.0	-56.8	11290.0	3077000.0	29730.0

Elemento: 370 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11310.0	P. Lungo	15179510.0	20499.7	0,552	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-472600.0	0.0	11310.0	3086000.0	0.0

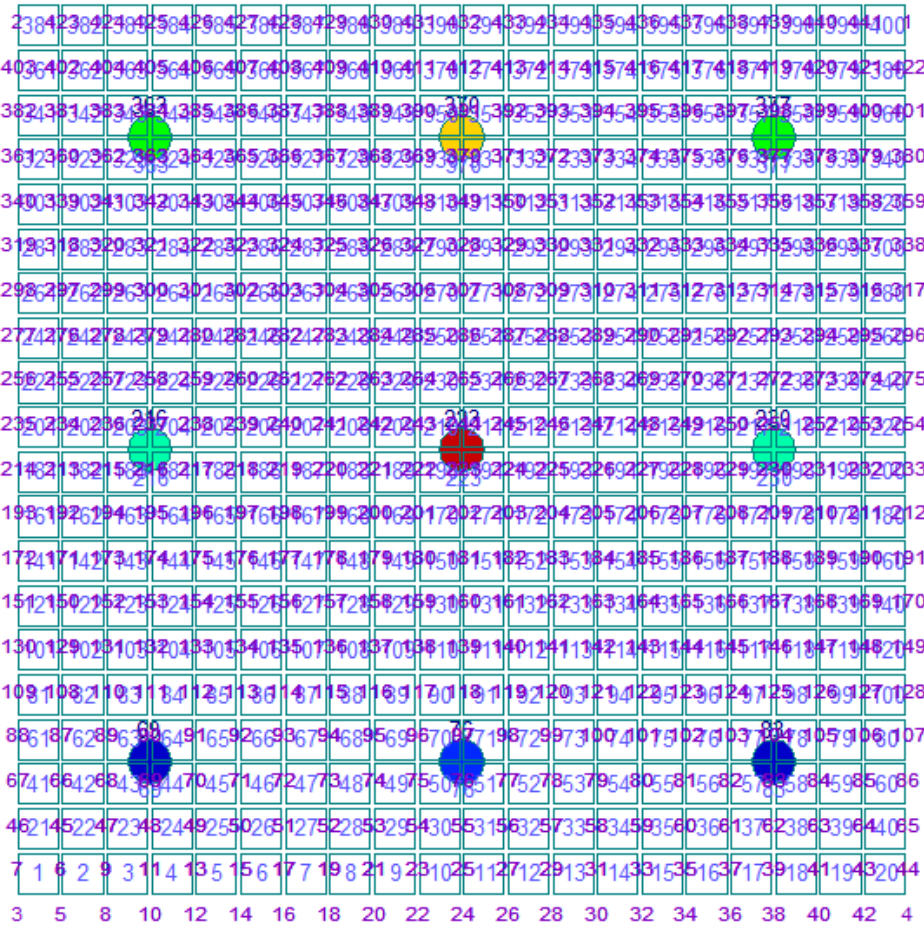
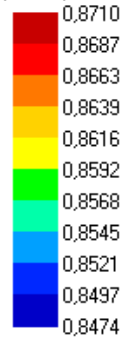
Elemento: 377 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V	Stato
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN		
003	SLU STR	1	0.000	0.000	11290.1	P. Lungo	15147220.0	20478.1	0,551	Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-470000.0	56.8	11290.0	3077000.0	-29730.0

Portanza verticale
(Ok < 1)



Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

VERIFICA PORTANZA VERTICALE

Elemento: 69 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
005	SLU STR	1	-601800.0	-710205.0	0,847

Elemento: 76 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
005	SLU STR	1	-605300.0	-710205.0	0,852

Elemento: 83 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
005	SLU STR	1	-601800.0	-710205.0	0,847

Elemento: 216 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
001	SLU STR	1	-608100.0	-710205.0	0,856

Elemento: 223 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
001	SLU STR	1	-618600.0	-710205.0	0,871

Elemento: 230 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
001	SLU STR	1	-608100.0	-710205.0	0,856

Elemento: 363 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
001	SLU STR	1	-609500.0	-710205.0	0,858

Elemento: 370 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	
001	SLU STR	1	-612900.0	-710205.0	0,863

Elemento: 377 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	N _{ed}	N _{limite}	Ver.N
n.		n.	daN	daN	

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

VERIFICA PORTANZA ORIZZONTALE

Elemento: 69 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11180.1	20471.1	0,546

Elemento: 76 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11170.0	20523.4	0,544

Elemento: 83 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11180.1	20471.1	0,546

Elemento: 216 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11240.2	20508.5	0,548

Elemento: 223 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11300.0	20574.8	0,549

Elemento: 230 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11240.2	20508.5	0,548

Elemento: 363 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11290.1	20478.1	0,551

Elemento: 370 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11310.0	20499.7	0,552

Elemento: 377 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	V _{ed}	V _{limite}	Ver.V
n.		n.	daN	daN	
003	SLU STR	1	11290.1	20478.1	0,551

Committente: Green Energy 2 S.r.l. Corso Europa, 13 20122 Milano (MI)	PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT), SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA (FG)*	Nome del file: TNV-CIV-REL-026_00
---	--	---

6.8. VALORI DI CALCOLO DEI CEDIMENTI PER FONDAZIONI PROFONDE

Elemento: 69 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-461900.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-461900.0	-52.8	7433.0	2003000.0	29010.0

Elemento: 76 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-464600.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-464600.0	0.0	7424.6	1997000.0	0.0

Elemento: 83 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-461900.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-461900.0	52.8	7433.0	2003000.0	-29010.0

Elemento: 216 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-467800.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-467800.0	-67.4	7491.0	2034000.0	36320.0

Elemento: 223 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-475800.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-475800.0	0.0	7532.3	2051000.0	0.0

Elemento: 230 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-467800.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-467800.0	67.4	7491.0	2034000.0	-36320.0

Elemento: 363 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-468400.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-468400.0	-56.0	7541.8	2061000.0	29590.0

PHEEDRA Srl Servizi di Ingegneria Integrata Via Lago di Nemi, 90 74121 - Taranto (Italy) Tel. +39.099.7722302 - Fax: +39.099.9870285 Email: info@pheedra.it - web: www.pheedra.it	RELAZIONE GEOTECNICA	Pagina 32 di 36
---	----------------------	-----------------

Elemento: 370 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-471000.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-471000.0	0.0	7559.5	2069000.0	0.0

Elemento: 377 - Palo singolo

Cmb. (Tipo)	Palo	coord.X	coord.Y	N	Ced.Vert
n.	n.	cm	cm	daN	cm
009 (SLE rare)	1	0.000	0.000	-468400.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-468400.0	56.0	7541.8	2061000.0	-29590.0

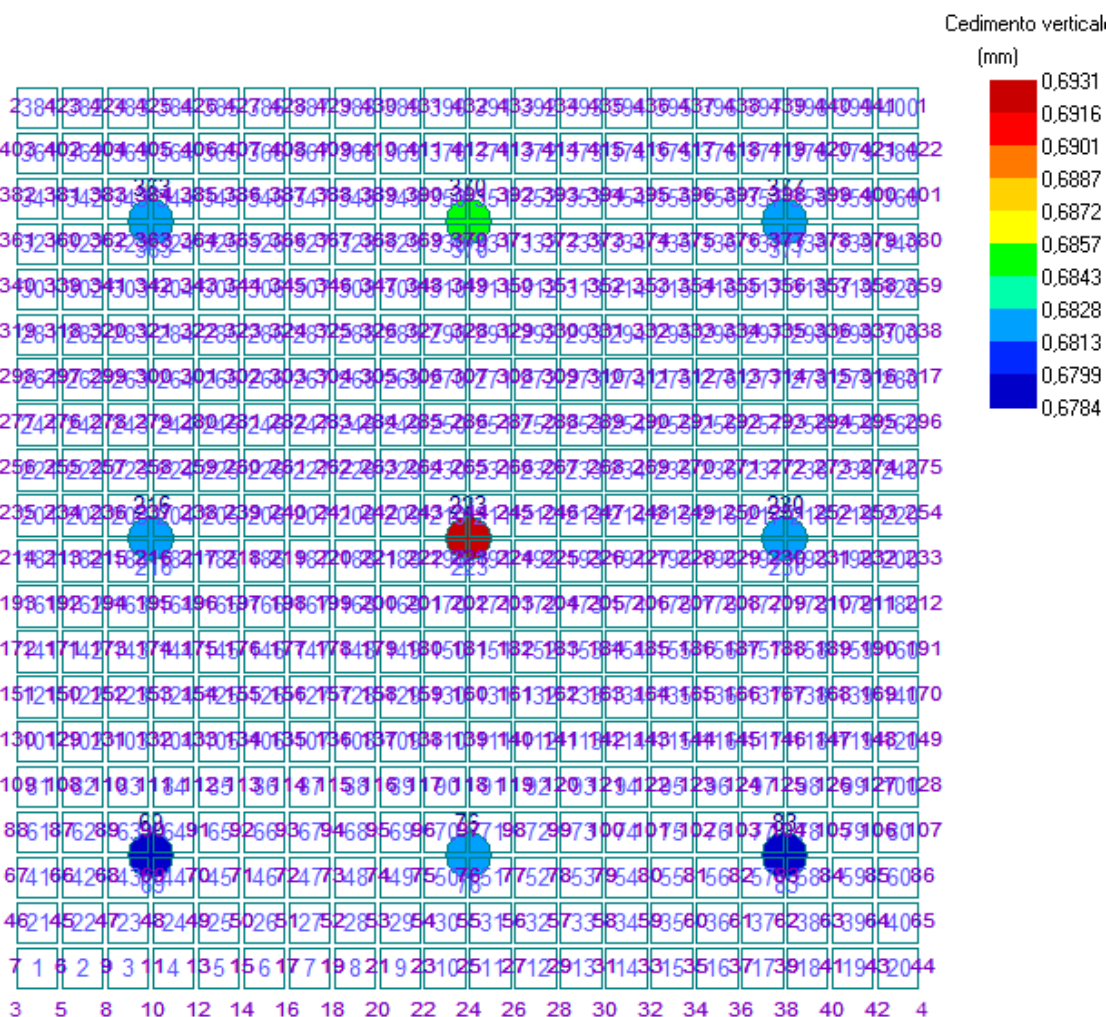
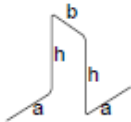
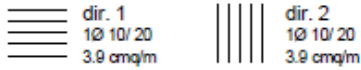


Figura 4 – Cedimenti massimi

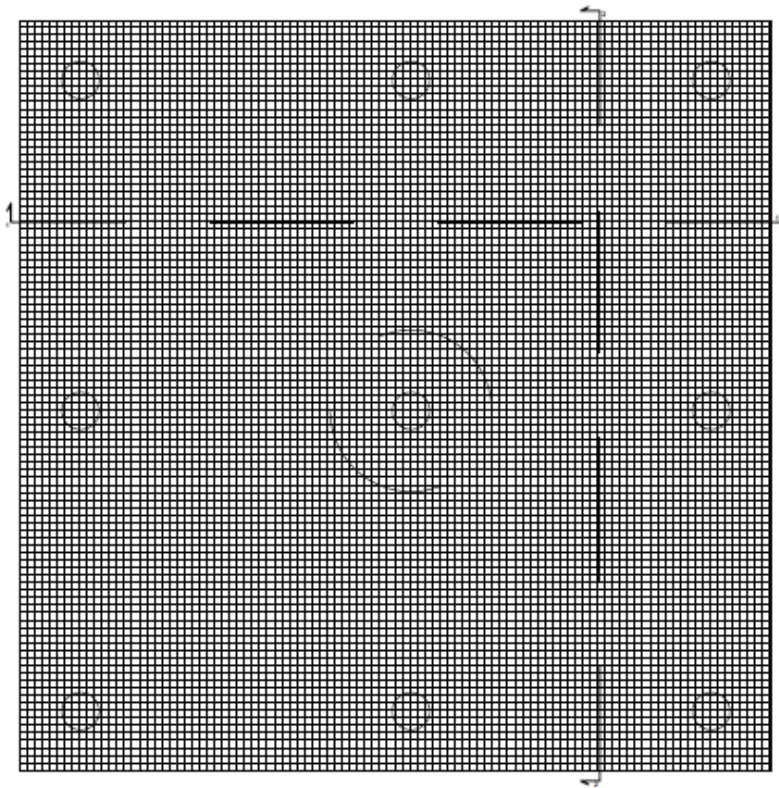
Particolare costruttivo della platea di fondazione:

Armatura diffusa lato superiore



Assonometria cavalletti distanziatori Ø 12
 a=24 cm, b=18cm, h=394 cm
 4 per mq, (1/50 dir.1, 1/50 dir.2)

Armatura diffusa lato inferiore



Armatura a taglio

Armatura per punzonamento (misure in mm):

$N \times \text{ØD} - L / n$ ($d1+d2$)

N - numero complessivo di listelli

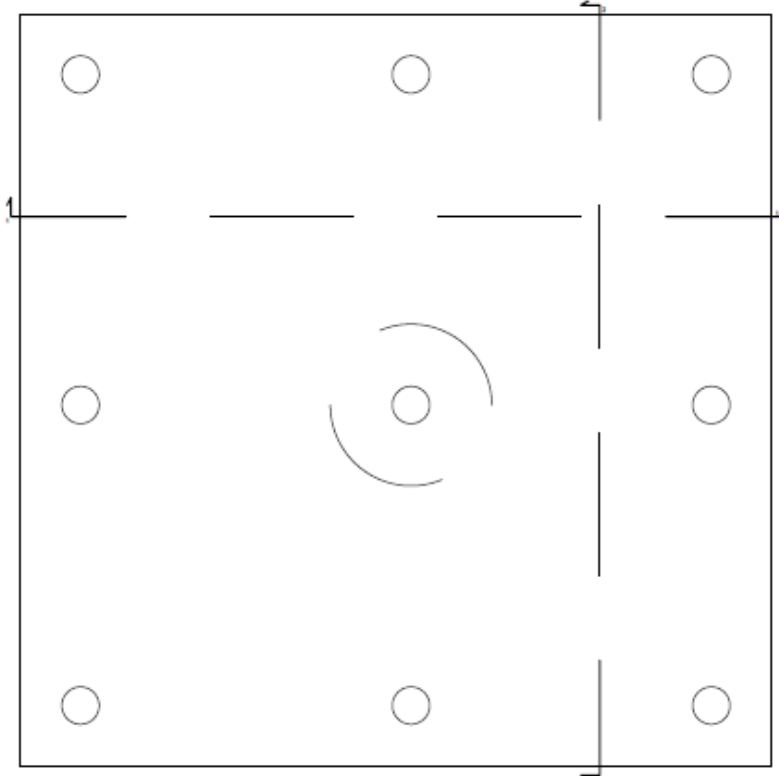
D - diametro dei pioli con testa a martello

L - lunghezza dei pioli

n - numero dei pioli per listello

d1 - distanza del primo piolo dal bordo pilastro

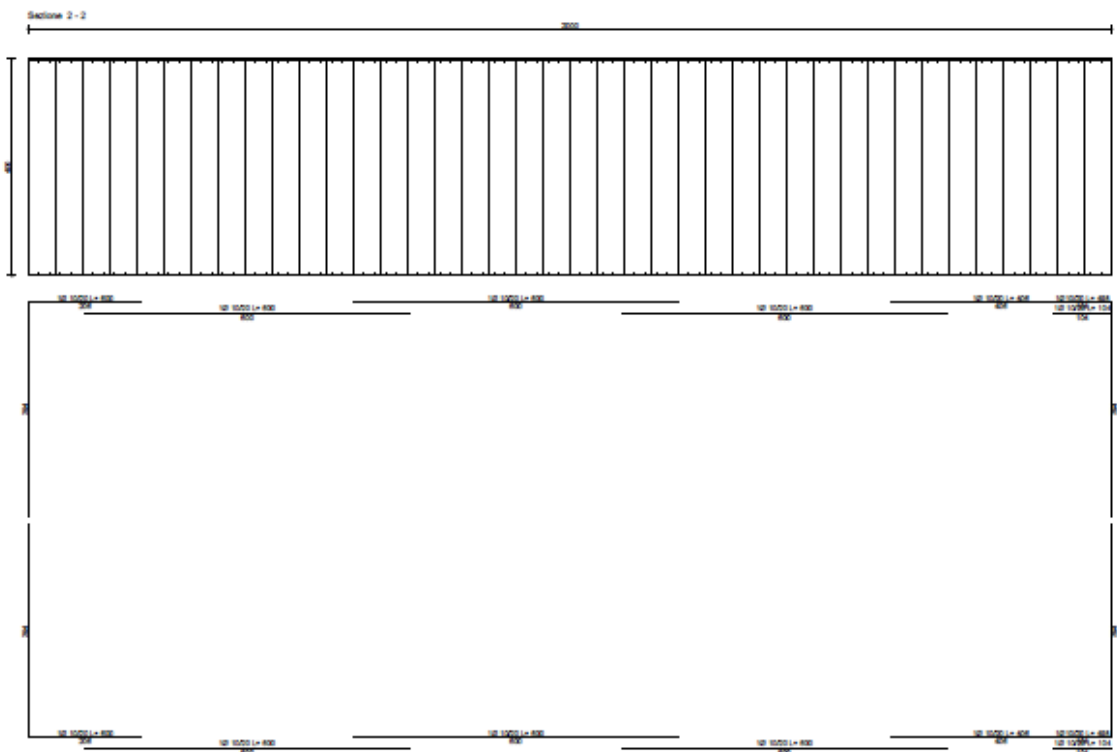
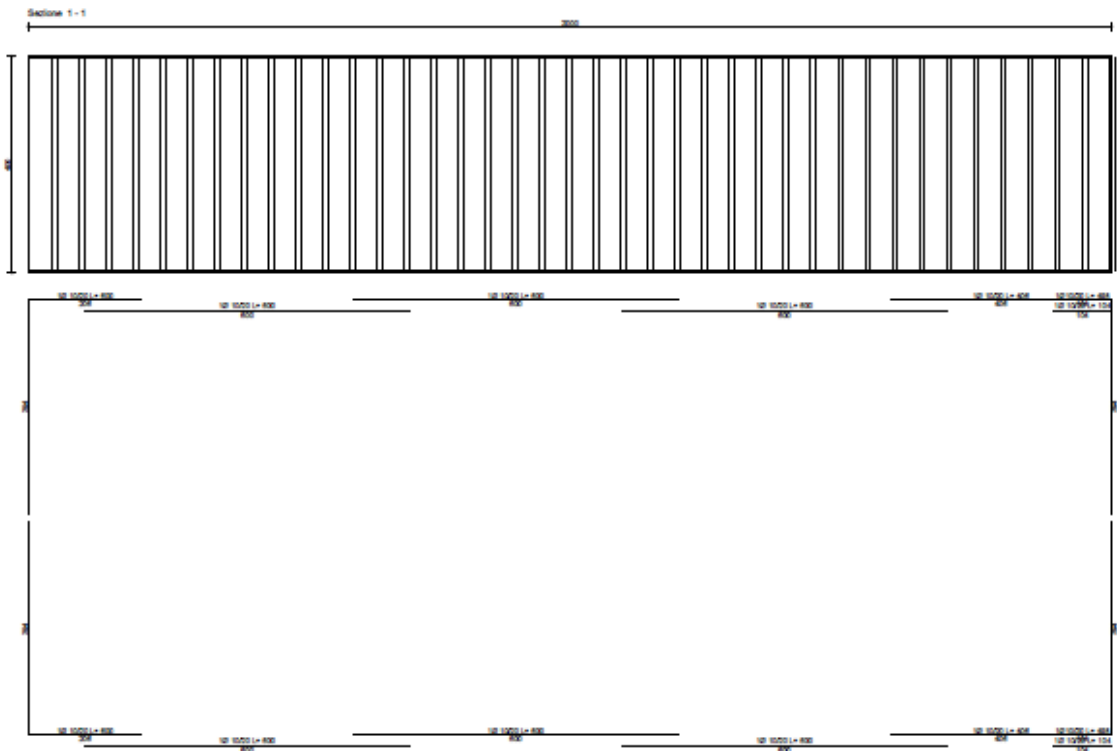
d2 - distanza tra i successivi pioli per numero di pioli rimanenti



Committente:
Green Energy 2 S.r.l.
Corso Europa, 13
20122 Milano (MI)

PROGETTO PER LA COSTRUZIONE ED
ESERCIZIO DI UN PARCO EOLICO DELLA
POTENZA DI 129,6 MW E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE NEI COMUNI DI TRINITAPOLI (BT),
SAN FERDINANDO DI PUGLIA (BT) E CERIGNOLA
(FG)*

Nome del file:
TNV-CIV-REL-026_00



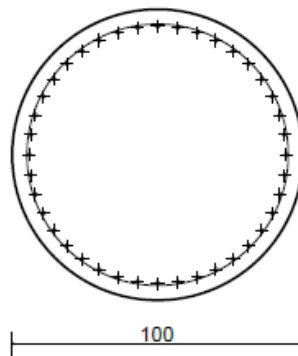
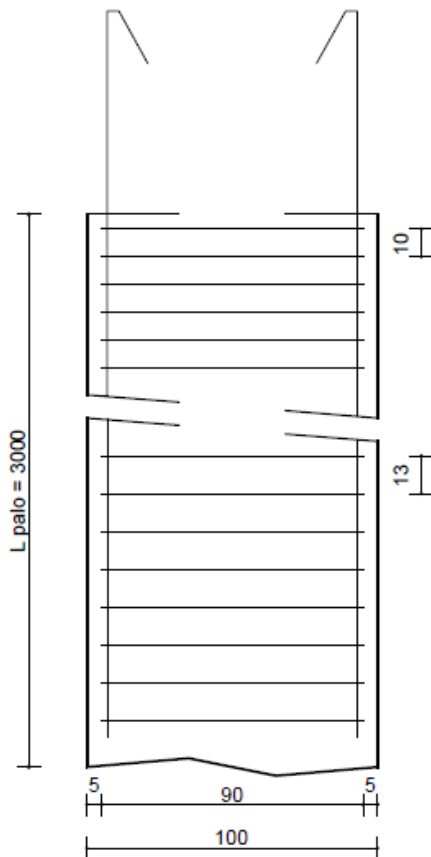
Particolare costruttivo del palo di fondazione

PALO TIPO

Pos.	Num.	D.(mm)	L (cm)	Peso (kg)
1	1	Ø 8	68905	271,9
2	17	Ø 16	3080	826,4
3	23	Ø 16	1088	395,0

Peso acciaio pali = 1493,3 kg

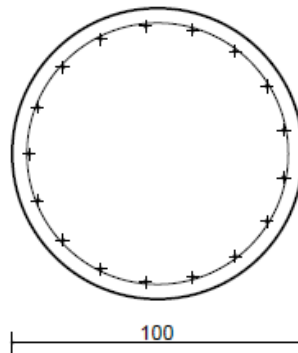
Volume calcestruzzo pali = 23,6 mc



Sezione palo da:

quota 0,0 a quota -1000,0

- ① St. circolari Ø8 / 9.6, L = 331
- ② 17Ø16 L = 3080
- ③ 23Ø16 L = 1090



Sezione palo da:

quota -1000,0 a quota -3000,0

- ① St. circolari Ø8 / 13, L = 331
- ② 17Ø16 L = 3080