



REGIONE PUGLIA



Provincia di Bari (BA)

TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED
ACQUAVIVA DELLE FONTI

OGGETTO

PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)

COMMITTENTE



BayWa r.e.

OCEANO RINNOVABILI Srl
Largo Augusto, 3
Cap: 20122
Milano (MI)
PEC/mail: oceanorinnovabili@legalmail.it

PROGETTAZIONE

Codice Commessa PHEEDRA: 23_22_EO_TUR



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: **Dott. Ing. Angelo Micolucci**



01	Gennaio 2024	PRIMA EMISSIONE	MS	AM	VS
REV.	DATA	ATTIVITA'	REDATTO	VERIFICATO	APPROVATO

OGGETTO DELL'ELABORATO

RELAZIONE GEOTECNICA

FORMATO	SCALA	CODICE DOCUMENTO					NOME FILE	FOGLI
		SOC.	DISC.	TIPO DOC.	PROG.	REV.		
A4	-	TUR	CIV	REL	026	01	TUR-CIV-REL-026_01	

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

Sommario

1. PREMESSA	2
2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO	3
3. PROPRIETÀ FISICHE E MECCANICHE DEI TERRENI	4
3.1. Caratteristiche geotecniche dei terreni	5
4. CARATTERISTICHE SISMICHE	7
5. CRITERI DI PROGETTO, MODELLAZIONE GEOTECNICA - VERIFICHE	8
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	19
6.1. Simbologia adottata nei tabulati di calcolo	19
6.2. Parametri di calcolo	21
6.3. Combinazioni di carico	21
6.4. Archivio stratigrafie	22
6.5. Archivio terreni	22
6.6. Dati geometrici degli elementi costituenti le fondazioni profonde	22
6.7. Valori di calcolo della portanza per fondazioni profonde	27
6.8. Valori di calcolo dei cedimenti per fondazioni profonde	31

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

1. PREMESSA

Nella presente relazione è descritto, il dimensionamento delle fondazioni di un impianto eolico composto da 6 aerogeneratori ognuno da 6,8 MW nominali, per un totale di 40,8 MW da installare nei comuni di Turi, Rutigliano e Conversano (BA), in località "Cisterne". Inoltre si prevede la realizzazione di un impianto di accumulo Bess da 30 MW ed una cabina utente 36 kV.

In particolare, tale parco eolico, costituito in totale da n° 6 aerogeneratori, coinvolge un'areale di territorio non omogenea ed in particolare costituito da differenti caratteristiche geologiche e litostratigrafiche, per cui sono state previsti approfonditi studi al fine di definire la geometria per le fondazioni per gli aerogeneratori.

In dettaglio le opere da autorizzare sono:

- n° 6 aerogeneratori da 6,8 MW – Modello V (Vestas) 162 - 6,8 con altezza al mozzo 119 m e diametro 162 m per una potenza totale pari a 40,8 MW;
- opere di fondazione degli aerogeneratori;
- n° 6 piazzole temporanee di montaggio con adiacenti piazzole di stoccaggio;
- n° 6 piazzole definitive per l'esercizio e la manutenzione degli aerogeneratori e piste di accesso;
- Cavidotto interrato per il collegamento tra gli aerogeneratori, tra questi e la cabina utente a 36 kV;
- Cavidotto interrato per il collegamento tra la cabina di campo dell'impianto BESS e la cabina utente a 36 kV;
- Cavidotto interrato per il collegamento della cabina utente a 36 kV e lo stallo predisposto nella Futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV;
- Cabina utente a 36 kV ubicata in agro Acquaviva delle Fonti (BA);
- Impianto di accumulo Bess con Tecnologia Tesla o similari da 30 MW;
- Cabina di campo a servizio dell'impianto BESS;
- Una linea in fibra ottica che collega tra di loro gli aerogeneratori e la stazione elettrica di trasformazione per il telecontrollo del parco eolico;
- Futura Stazione Elettrica (SE) di trasformazione della RTN a 380/150/36 kV da inserire in entra-esce alla linea RTN a 380 kV "Andria – Brindisi Sud ST";
- Elettrodotto aereo a 380 kV dalla nuova SE della RTN fino alla linea RTN a 380 kV "Andria – Brindisi Sud ST", e relative opere di connessione alla stessa linea 380 kV per realizzare l'entra-esce.

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.

Gli aerogeneratori sono localizzabili alle seguenti coordinate, espresse con datum WGS84 e proiezione UTM 33 N:

TURBINA	E (UTM WGS84 33N) [m]	N (UTM WGS84 33N) [m]
WTG01	671661	4534284

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 37
---	-----------------------------	----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

TURBINA	E (UTM WGS84 33N) [m]	N (UTM WGS84 33N) [m]
WTG02	672162	4534527
WTG03	671020	4536568
WTG04	673201	4535534
WTG05	673805	4535208
WTG06	673989	4536358

Le turbine sono identificate ai seguenti estremi catastali:

TURBINA	COMUNE	FOGLIO	PARTICELLA
WTG01	TURI	9	204
WTG02	TURI	9	205
WTG03	RUTIGLIANO	43	299
WTG04	CONVERSANO	72	158
WTG05	CONVERSANO	72	114
WTG06	CONVERSANO	61	114

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,

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 37
---	-----------------------------	----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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 si aggirano tra 240 e 280 m.s.l.m.

Strutturalmente l'area in studio si colloca nel settore centro orientale delle Murge. Nel contesto geodinamico e strutturale del Bacino del Mediterraneo, tale area della Puglia, costituisce una porzione di litosfera continentale allungata in senso NNO-SSE la cui natura (Promontorio africano o microplacca indipendente) è ancora dibattuta (e.g. Channel et al., 1979; Bosellini, 2002). Questo settore costituisce l'area di avampaese stabile (Avampaese adriatico).

In tale contesto, le Murge rappresentano, insieme al Salento, parte del più esteso tratto affiorante dell'Avampaese adriatico (Avampaese apulo sensu D'Argenio et al., 1973; Ricchetti et al., 1988). Tale settore, individuatosi nel Cenozoico, durante l'orogenesi appenninica, è costituito in prevalenza da una regione carbonatica autoctona poco deformata che attualmente si individua sia in aree emerse che sommerse (e.g. Ricchetti et al., 1988).

Nei suoi caratteri essenziali, l'Avampaese Apulo presenta una struttura crostale uniforme costituita da un basamento cristallino Variscano e da una copertura sedimentaria spessa circa 6 km. La copertura sedimentaria è stratigraficamente contrassegnata da facies terrigene fluvio-deltizie permio - triassiche (Verrucano), da evaporiti triassiche (Anidrite di Burano) e da una potente impalcatura carbonatica di piattaforma di età giurassico - cretacea (Ricchetti et al., 1988).

I calcari di piattaforma presentano in prevalenza facies ristrette depositatesi in un ampio dominio di piattaforma interna facente parte della Piattaforma apula (sensu D'Argenio, 1974). Durante il Mesozoico, la Piattaforma apula era una delle cosiddette piattaforme periadriatiche (D'Argenio, 1974), localizzate lungo il margine meridionale della Tetide e da molti autori comparate alle Bahamas per le facies carbonatiche presenti, per la forma, per le dimensioni, per i tassi di subsidenza e per l'architettura interna (Bernoulli, 2001).

Dal punto di vista litostratigrafico la successione carbonatica mesozoica affiorante nelle Murge è stata suddivisa in due formazioni (Valduga, 1965; Ciaranfi et al., 1988): il Calcare di Bari (Valanginiano pro-parte Turoniano inferiore?), spesso circa 2.000 m, ed il Calcare di Altamura (Turoniano sup. - Maastrichtiano), spesso circa 1.000 m, separate da una discontinuità stratigrafica marcata da depositi bauxitici del Turoniano (Ricchetti et al., 1988).

In particolare, (Cfr. Schema rapporti stratigrafici), la successione stratigrafica dei luoghi si compone, dall'alto verso il basso, di termini riferibili alle seguenti unità:

“Depositi attuali e recenti terrazzati di ambiente limno-fluviale” (a2), depositi prevalentemente ciottolosi degli alvei fluviali, talora anche terrazzati.

“Depositi alluvionali terrazzati ciottolosi e sabbiosi” (I), depositi prevalentemente ciottolosi e siltosi con lenti di ciottoli sui fianchi dei torrenti.

Le "Calcareni di M.te Castiglione"(Qcs) Di età post - calabriana, sono costituite da calcareniti per lo più grossolane, compatte e da calcari grossolani tipo "panchina", di colore grigio - giallastre, dello spessore intorno a 2-4 m. Stratigraficamente succedono alle Argille del Bradano.

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 37
---	-----------------------------	----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

“Argille di Gravina” (Qac) Argille azzurre con fossili marini. Si sovrappongono alle Calcareniti di Gravina in concordanza angolare e non differiscono dalle argille grigio – azzurre plio-pleistoceniche dell'appennino. Affiorano, ai margini della fossa bradanica, lungo il contatto con i calcari delle Murge.

Le "Calcareniti di Gravina o tufo di Gravina" contraddistinte con la sigla (Qcc) di età Pliocenica, trasgressive sul Calcare di Altamura. Si tratta di calcareniti organogene, variamente cementate, porose, bianco giallognole, costituite da clastici derivati dalla degradazione dei calcari cretaci nonch  da frammenti fossiliferi; alla base della formazione si riscontra un conglomerato a ciottoli calcarei con matrice calcarea rossastra.

Sui Calcari di Altamura poggia lo strato dei “Tufi delle Murge” (Qca), originatasi nel Pleistocene Superiore, si tratta di calcareniti bianche o giallastre pi  o meno cementate, a grana da media a grossolana, formate quasi completamente da bioclasti di molluschi, foraminiferi bentonici, alghe al 99% di carbonato di calcio. Lo spessore della formazione varia da pochi decimetri fino a 80 m circa. L'et    riferibile al Pliocene superiore - Pleistocene inferiore. Il contatto con i sottostanti calcari   trasgressivo.

I "Calcari di Altamura"(C10-5), di et  senoniana, costituiscono il basamento delle rocce sedimentarie plio-pleistoceniche; rappresentano ottimi terreni di posa delle fondazioni. La roccia si presenta pi  o meno fratturata, a grana fine, ben stratificata, con spessori variabili da pochi cm ad oltre il metro, ed   rappresentata localmente da calcari detritici di colore dal bianco al grigio scuro, con frequenti intercalazioni di calcari dolomitici e dolomie grigiastre. A questi si associano termini residuali limoso-argillosi rossastri ("terre rosse"), sia di deposizione primaria (caratterizzati da geometrie lenticolari, da modesta estensione e da

spessore raramente superiore a metri 1), sia di colmamento delle principali discontinuit  strutturali della massa rocciosa. La genesi di tali discontinuit    imputabile a cause meccaniche ("fratturazione") e chimiche ("dissoluzione carsica"). L'intersezione di queste discontinuit  strutturali con quelle di origine sedimentaria ("giunti di stratificazione") determina la scomposizione dell'ammasso roccioso in blocchi, a geometrie vagamente regolari, di volumetrie comprese tra pochi centimetri cubici e svariati decimetri cubici.

Laddove pi  intensa   la sconnessione, le acque vadose acidulate hanno avuto modo di svolgere, nel tempo, una sensibile azione aggressiva nei confronti dei carbonati, sino a generare fenomenologie carsiche, esplicate in cavit  sotterranee anche d'imponenti dimensioni. Queste hanno sviluppo prevalentemente sub-orizzontale e sono organizzate in sistemi interconnessi che impegnano livelli ampiamente estesi. Collegate tra loro da una rete di canalicoli, sono, a volte, in comunicazione diretta con l'ambiente esterno, sia tramite fessure beanti che con apparati maggiormente evoluti, quali vore ed inghiottitoi.

La carsogenesi, particolarmente sviluppata nell'area delle Murge, presenta meccanismi evolutivi assai complessi, in diretto rapporto con la natura litologica e con l'assetto tettonico delle facies carbonatiche. Particolarmente sensibili sono i litotipi porosi (calcari biancastr) e quelli interessati da giunti di stratificazione e di fratturazione. Infatti, la direttrice principale di sviluppo dei vuoti carsici segue, in prevalenza, quella del sistema primario di fratturazione regionale, orientato da N-NO a S-SE. Lo spessore complessivo dell'unit  carbonatica   superiore a 3000 mt. ed   troncato in alto da una netta superficie di abrasione.

Per un maggiore dettaglio degli strati costituenti l'area oggetto di esame, si rimanda all'elaborato denominato “Relazione geologica, sismica e studio di compatibilit  idrogeologica”, 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

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 5 di 37
---	----------------------	----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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:

Categoria A) Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di velocità delle onde di taglio superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie terreni di caratteristiche meccaniche più scadenti con spessore massimo pari a 3 m.

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.

I dati acquisiti dalla letteratura e gli studi effettuati in aree limitrofe che presentano caratteristiche geologico-geotecniche simili a quelle in esame, hanno evidenziato la seguente stratigrafia:

FALDE ACQUIFERE			
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Lunghezza (m)
1	118,70	119,00	0,30
2	130,20	130,50	0,30
3	142,50	143,00	0,50

STRATIGRAFIA					
Progr	Da profondità (m)	A profondità (m)	Spessore (m)	Età geologica	Descrizione litologica
1	0,00	0,60	0,60		TERRENO VEGETALE
2	0,60	118,00	117,40		ROCCIA CALCAREA COMPATTA
3	118,00	145,00	27,00		ROCCIA CALCAREA FESSURATA CON FALDE ACQUIFERE

Il rilievo geologico di superficie, dell'area in questione, ha evidenziato la presenza in affioramento di terreno vegetale con uno spessore di circa 50 cm, seguito da materiale calcareo a luoghi alterato e fratturato superficialmente che assume caratteristiche di roccia compatta all'aumentare della profondità.

Il piano di posa è costituito da terreni coesivi calcarei ben cementati, aventi buone caratteristiche geotecniche. I primi spessori possono risultare alterati e fratturati, ma proseguendo in profondità assumono le caratteristiche di rocce compatte.

I parametri geotecnici di questo litotipo sono stati dedotti da indagini pregresse che hanno restituito i risultati i seguenti:

Roccia calcarea compatta	
Spessore medio	> 100 m

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

Angolo di attrito interno	40°
Coazione drenata	0,1 kg/cm ²
Peso di volume naturale	24,4 kN/m ³
Modulo edometrico	17700 kg/cm ²
Modulo di Poisson	0,27
Vp	2800 m/sec

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 INDIRETTE
WTG 1	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG 2	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG 3	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG 4	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto
WTG 5	n°1 Sondaggio in corrispondenza della fondazione di progetto	n°1 Indagine "DOWN – HOLE – in corrispondenza della fondazione in progetto

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	--	---

AREA INTERESSATA	INDAGINE DIRETTE	INDAGINI INDIRETTE
WTG 6	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 20,00 m ed una altezza massima di 4 m, poggianti su pali trivellati aventi una lunghezza di 30,00m. A seguito delle indagini specialistiche si potranno dimensionare le fondazioni in modo più accurato.

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 "faturazione" 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:

$$q_0 = C * q_u$$

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

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 37
---	----------------------	----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

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.

5.1. DETERMINAZIONE DELLA PORTANZA VERTICALE DI FONDAZIONI PROFONDE

Dal momento che gli aerogeneratori andranno ad attestarsi nel substrato "substrato flyschoidale", 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 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

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	<p style="text-align: center;">RELAZIONE GEOTECNICA</p>	<p style="text-align: right;">Pagina 9 di 37</p>
---	---	--

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

- $W_{ATT.NEG.}$ 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:

$$Q_P = A_P \cdot (q_P \cdot N_q^* + c \cdot N_c^*)$$

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 $\phi_{\chi op}$ 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:

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 10 di 37
---	-----------------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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

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

$$\begin{aligned}
 N_q &= \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg}(\phi)} & N_c &= (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi) \\
 s_q &= 1 + 0.1 \cdot \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) & s_c &= 1 + 0.2 \cdot \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) && \text{(fattori di forma)} \\
 d_q &= 1 + 0.1 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} & d_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} \cdot \sqrt{\operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right)} && \text{(fattori d'approfondimento)} \\
 N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c
 \end{aligned}$$

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

$$\begin{aligned}
 N_q &= 1.00 & N_c &= \pi + 2 \\
 s_q &= 1.00 & s_c &= 1.20 && \text{(fattori di forma)} \\
 d_q &= 1.00 & d_c &= 1 + 0.2 \cdot \frac{L}{D} && \text{(fattori d'approfondimento)} \\
 N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c
 \end{aligned}$$

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

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

$$\begin{aligned}
 N_q &= \operatorname{tg}^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \cdot e^{\pi \cdot \operatorname{tg}(\phi)} & N_c &= (N_q - 1) \cdot \operatorname{ctg}(\phi) \\
 s_q &= 1 + \operatorname{tg}(\phi) & s_c &= 1 + \frac{N_q}{N_c} && \text{(fattori di forma)} \\
 d_q &= 1 + 2 \cdot \operatorname{tg}(\phi) \cdot (1 - \operatorname{sen}(\phi))^2 \cdot \theta & d_c &= 1 + 0.4 \cdot \theta && \text{(fattori d'approfondimento)} \\
 \text{dove: se } \frac{L}{D} \leq 1 &\Rightarrow \theta = \frac{L}{D}, \text{ se } \frac{L}{D} > 1 &\Rightarrow \theta = \operatorname{arctg}\left(\frac{L}{D}\right) \\
 N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c
 \end{aligned}$$

2. se $\varphi = 0$ (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 11 di 37
---	----------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

$$\begin{aligned}
 N_q &= 1.00 & N_c &= \pi + 2 \\
 s_q &= 1.00 & s_c &= 1.20 & & \text{(fattori di forma)} \\
 d_q &= 1.00 & d_c &= 1 + 0.4 \cdot \theta & & \text{(fattori d'approfondimento)} \\
 N_q^* &= N_q \cdot s_q \cdot d_q & N_c^* &= N_c \cdot s_c \cdot d_c
 \end{aligned}$$

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

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

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

2. se $\varphi = 0$ (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:

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

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

L/D	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

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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:

$$N_q^* = 1.00$$

$$N_c^* = 9.00$$

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

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

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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

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

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:

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

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

dove " Dr " è la densità relativa del terreno.

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

$$N_q^* = 1.00 \quad N_c^* = 5.74$$

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

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.

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

$$N_c = (N_q - 1) \cdot \text{ctg}(\phi) \quad \text{se } \phi = 0 \Rightarrow N_c = \frac{3}{2} \cdot \pi + 1$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

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

$$N_q = \text{tg}^6\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right) \quad N_c = 5 \cdot \text{tg}^4\left(\frac{90^\circ + \phi}{2}\right)$$

$$s_q = 1.00 \quad s_c = 1.30 \quad (\text{fattori di forma})$$

$$N_q^* = RQD^2 \cdot N_q \cdot s_q \quad N_c^* = RQD^2 \cdot N_c \cdot s_c$$

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:

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

dove i simboli sopra riportati hanno il seguente significato:

- χ_a adesione all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"

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 37
---	----------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

- σ_n tensione orizzontale alla generica profondità "z"
- δ angolo di resistenza a taglio all'interfaccia terreno-palo alla generica profondità "z"
- Π_{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)

$$\text{se } c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 1.000 - 0.100 \cdot c_*$$

$$\text{se } c_* > 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.525 - 0.005 \cdot c_*$$

Whitaker-Cooke (consigliato per pali trivellati)

$$\text{se } c_* \leq 2.50 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.90$$

$$\text{se } 2.50 < c_* \leq 5.00 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.80$$

$$\text{se } 5.00 < c_* \leq 7.50 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.60$$

$$\text{se } c_* > 7.50 \text{ N/cm}^2 \quad \Rightarrow \quad \psi = 0.40$$

Woodward (consigliato per pali trivellati)

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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

Viggiani e altri (consigliato per pali infissi)

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

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.

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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:

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

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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
- 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

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 37
---	----------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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
- 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)

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 37
---	-----------------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

- 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
- Coeff. M1 per c' (statico): 1
- Coeff. M1 per C_u (statico): 1
- Coeff. M1 per $\tan \phi$ (sismico): 1
- Coeff. M1 per c' (sismico): 1
- Coeff. M1 per C_u 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

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 37
---	----------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

6.4. ARCHIVIO STRATIGRAFIE

Indice / Descrizione: 001 / Nuova stratigrafia n. 1

Numero strati: 1

Profondità falda: assente

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

6.5. ARCHIVIO TERRENI

Indice / Descrizione terreno: 001 / Roccia compatta

Comportamento del terreno: condizione drenata

Peso Spec. daN/cm ²	P. Spec. Sat. daN/cm ²	Angolo Res. Gradi°	Coesione daN/cm ²	Mod.Elast. daN/cm ²	Mod.Edom. daN/cm ²	Dens.Rel. %	Poisson %	C. Ades.
2,440 E-3	2,440 E-3	40,000	0,100	14164,850	17700,000	90,0	0,270	0,90

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.
cm	cm	cm	cm	cm	cm	Gradi°	n.	n.
-700,0	-700,0	200,0	0,0	0,0	400,0	0,00	69	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: 76 - 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	76	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: 83 - 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	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

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 22 di 37
---	-----------------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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 E.C.V. E.C.C. E.C.T. 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 E.C.V. E.C.C. E.C.T. 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 E.C.V. E.C.C. E.C.T. 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

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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.
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

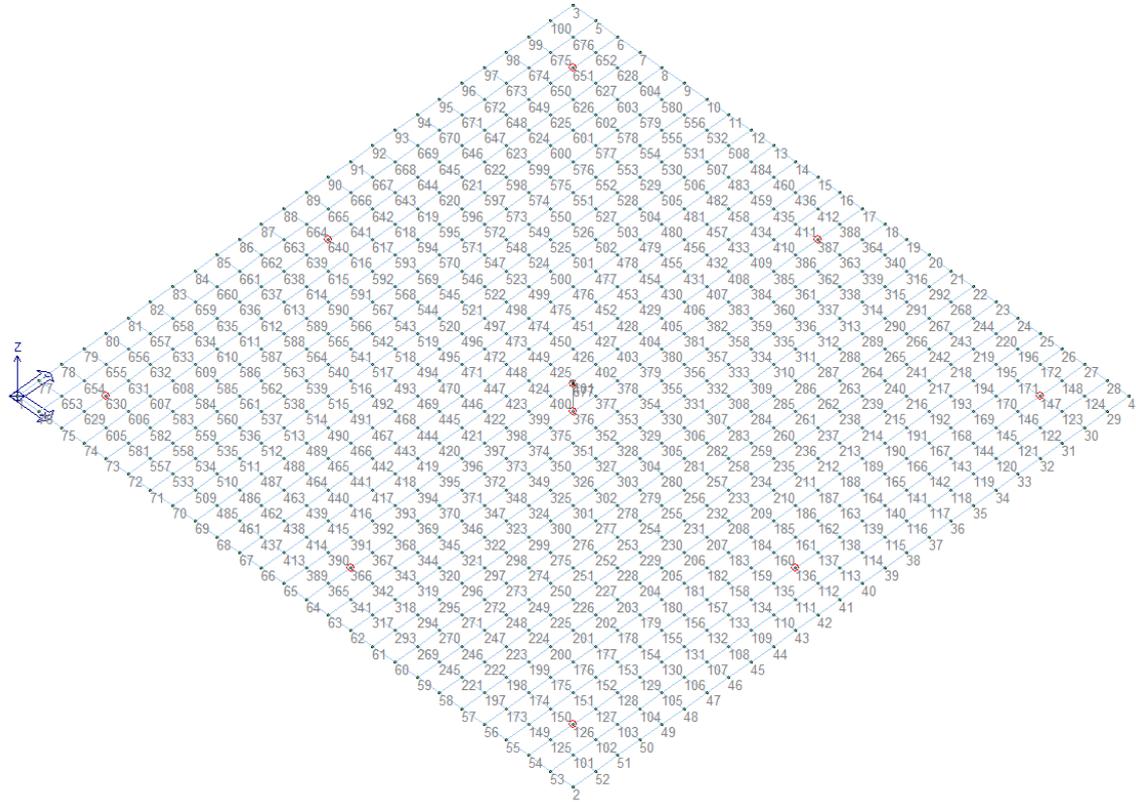


Figura 1 – Modello nodale platea di fondazione

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

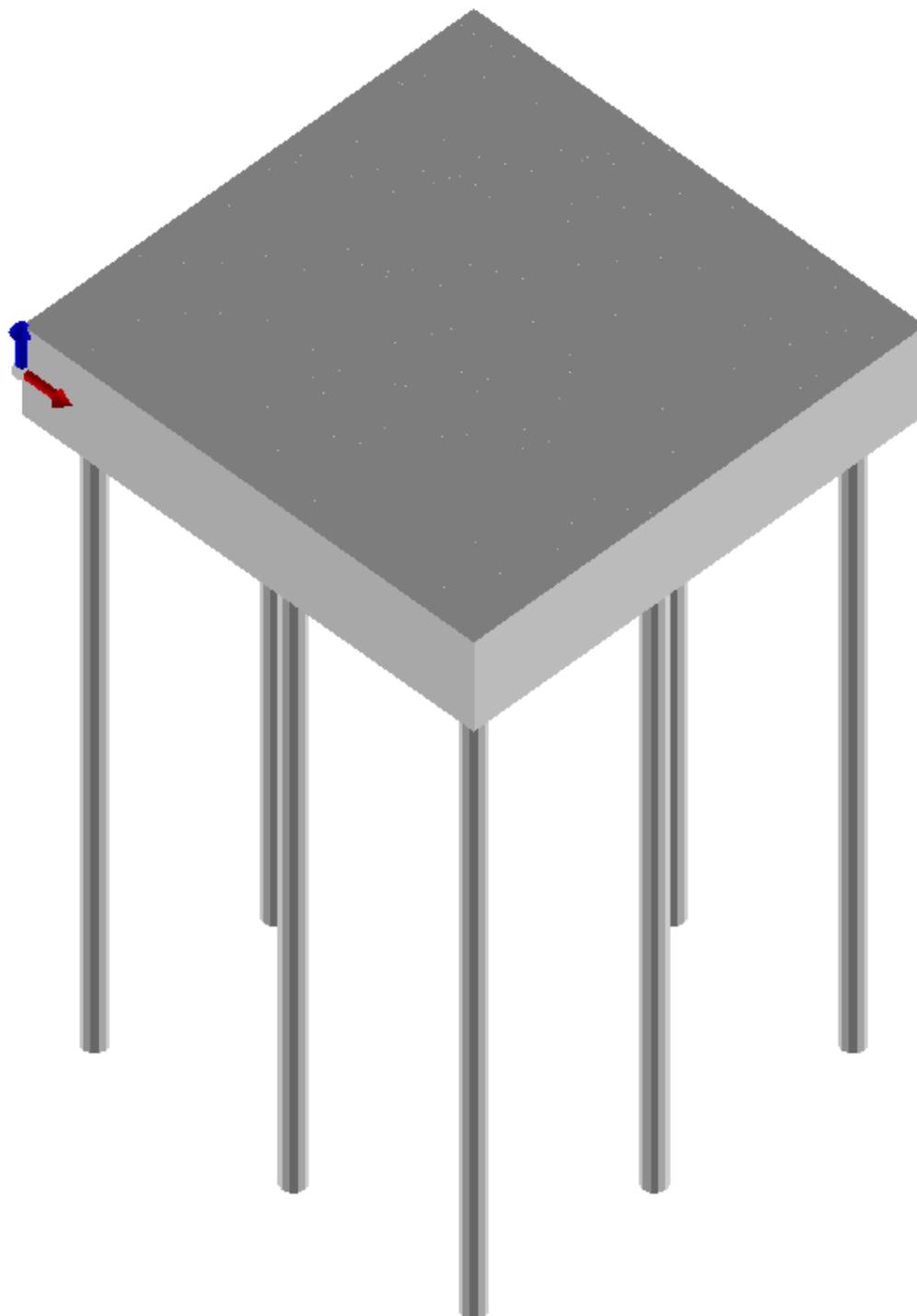


Figura 2 – Modello solido platea con pali di fondazione

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

Macro platea: 1

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLU STR**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.4880 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 6.2770 + 25.3547 + 42.1187 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.3308 / 73.7504 = 0,018 Ok (Cmb. n. 001)

TB / TBlim = 0.0 / 2676072.0 = 0,000 Ok (Cmb. n. 001)

TL / TLLim = 48556.1 / 2132672.0 = 0,023 Ok (Cmb. n. 003)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
001	SLU STR	No	0.000	-0.366	0.0	48556.1	-4871219.0	-1.1596	-1.3308
003	SLU STR	No	0.000	-0.476	0.0	48556.1	-3747088.0	-0.8919	-1.0237

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLV A1 sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.4880 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 6.3679 + 25.7162 + 43.1175 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.0237 / 75.2016 = 0,014 Ok (Cmb. n. 013)

TB / TBlim = 399.9 / 2101517.0 = 0,000 Ok (Cmb. n. 013)

TL / TLLim = 0.0 / 2101517.0 = 0,000 Ok (Cmb. n. 014)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
013	SLV A1	Si	0.126	0.000	399.9	0.0	-3747090.0	-0.8920	-1.0237
014	SLV A1	Si	-0.126	0.000	-399.9	0.0	-3747090.0	-0.8920	-1.0237

Risultati più gravosi per cmb. di tipo **SLD sism.**:

Sgm. Lt (tens. litostatica) = -0.4880 daN/cm²

Qlim = Qlim c + Qlim q + Qlim g + Qres P = 6.3684 + 25.7184 + 43.1274 + 0.0000

Qmax / Qlim = 1.0237 / 75.2142 = 0,014 Ok (Cmb. n. 015)

TB / TBlim = 175.7 / 2101533.0 = 0,000 Ok (Cmb. n. 015)

TL / TLLim = 0.0 / 2101533.0 = 0,000 Ok (Cmb. n. 015)

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	Ecc. B cm	Ecc. L cm	S. Taglio B daN	S. Taglio L daN	S. Normale daN	T.T. min daN/cm ²	T.T. max daN/cm ²
015	SLD	Si	0.056	0.000	175.7	0.0	-3747090.0	-0.8921	-1.0237

6.7. VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA PER FONDAZIONI PROFONDE

Elemento: 69 - Palo singolo

Nq = 261.262, σ_{punta} = 7.808, φ = 37.0, Nc = 345.379, c punta = 0.100

Port. lat. = 1256613.0 daN, Port. punta = 16292860.0 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	-80020.0	-7683151.0	0,010	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
001	SLU STR	No	-80020.0	-621.0	8273.7	371900.0	106900.0

Elemento: 76 - Palo singolo

Nq = 261.262, σ_{punta} = 7.808, φ = 37.0, Nc = 345.379, c punta = 0.100

Port. lat. = 1256613.0 daN, Port. punta = 16292860.0 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	-82020.0	-7683151.0	0,011	Ok

Sollecitazioni:

Cmb n.	Tipo	Sism.	N daN	Tx daN	Ty daN	Mx daN cm	My daN cm
001	SLU STR	No	-82020.0	-621.0	8273.7	371900.0	106900.0

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 27 di 37
---	-----------------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

$N_q = 261.262$, $\sigma_{punta} = 7.808$, $\phi = 37.0$, $N_c = 345.379$, $c_{punta} = 0.100$

Port. lat. = 1256613.0 daN, Port. punta = 16292860.0 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	-81880.0	-7683151.0	0,011	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-81880.0	0.0	7012.6	476500.0	0.0

Elemento: 377 - Palo singolo

$N_q = 261.262$, $\sigma_{punta} = 7.808$, $\phi = 37.0$, $N_c = 345.379$, $c_{punta} = 0.100$

Port. lat. = 1256613.0 daN, Port. punta = 16292860.0 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	-79940.0	-7683151.0	0,010	Ok

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
005	SLU STR	No	-79940.0	1009.9	6346.7	413300.0	-125900.0

Portanza verticale

(Ok < 1)

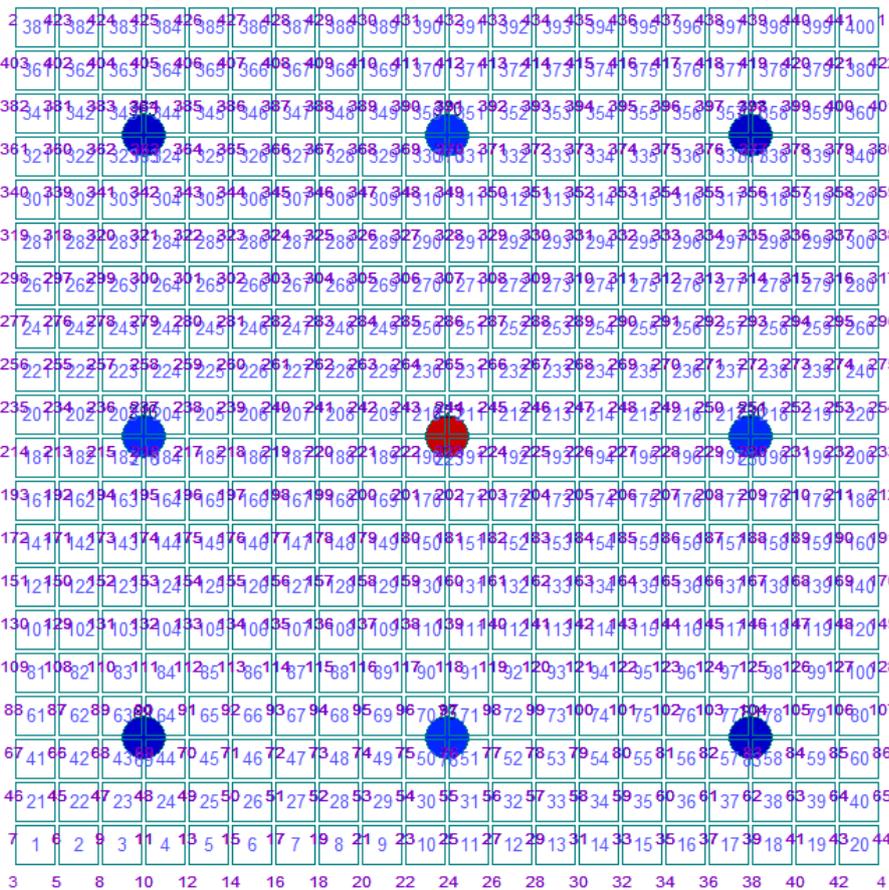


Figura 3 – Portanza massima verticale

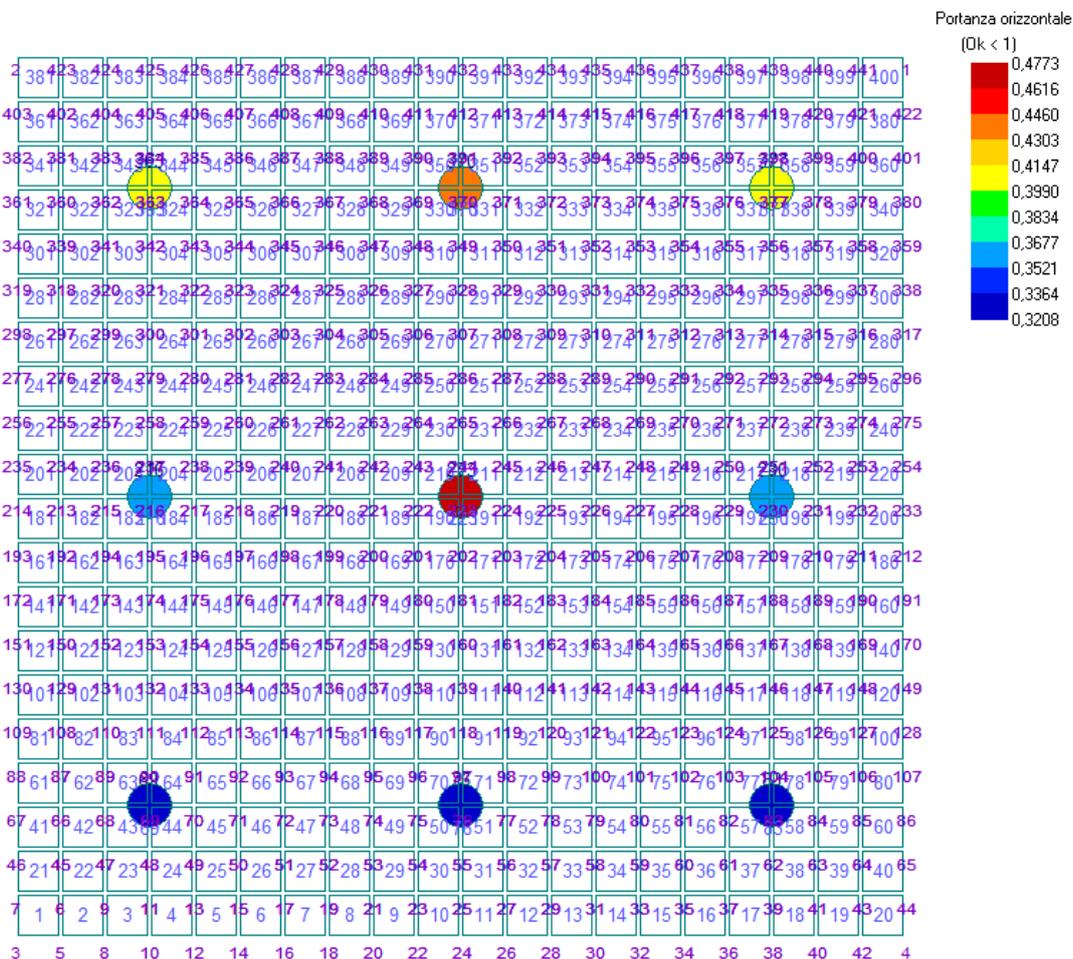


Figura 4 – Portanza massima orizzontale

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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	-61550.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-61550.0	-502.6	5427.2	235800.0	83470.0

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	-63080.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-63080.0	0.0	5541.3	220900.0	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	-61550.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-61550.0	502.6	5427.2	235800.0	-83470.0

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	-63020.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-63020.0	-920.6	6136.3	330700.0	126300.0

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	-69250.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-69250.0	0.0	8065.5	467100.0	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	-63020.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-63020.0	920.6	6136.3	330700.0	-126300.0

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	-61480.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-61480.0	-826.7	6756.5	418600.0	99320.0

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

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	-62960.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-62960.0	0.0	7382.6	473400.0	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	-61480.0	0.000

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
009	SLE rare	No	-61480.0	826.7	6756.5	418600.0	-99320.0

VALORI DI CALCOLO DELLA PORTANZA ORIZZONTALE PER FONDAZIONI PROFONDE

Elemento: 69 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.	Stato	n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	8483.6	P. Lungo	5059707.0	26447.7	0,321

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-61570.0	-421.6	8473.1	399300.0	79510.0

Elemento: 76 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.	Stato	n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	8772.2	P. Lungo	5113141.0	27321.9	0,321

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-63110.0	0.0	8772.2	394400.0	0.0

Elemento: 83 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.	Stato	n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	8483.6	P. Lungo	5059707.0	26447.7	0,321

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-61570.0	421.6	8473.1	399300.0	-79510.0

Elemento: 216 - Palo singolo

Cmb.	Tipo	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.	Stato	n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	9250.3	P. Lungo	5110023.0	25097.1	0,369

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm

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 37
---	-----------------------------	-----------------

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

003 SLU STR No -63020.0 -920.6 9204.4 496100.0 126300.0

Elemento: 223 - Palo singolo

Cmb.	Tipo Stato	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	12100.0	P. Lungo	5324664.0	25353.4	0,477

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-69250.0	0.0	12100.0	700600.0	0.0

Elemento: 230 - Palo singolo

Cmb.	Tipo Stato	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	9250.3	P. Lungo	5110023.0	25097.1	0,369

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-63020.0	920.6	9204.4	496100.0	-126300.0

Elemento: 363 - Palo singolo

Cmb.	Tipo Stato	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	9844.4	P. Lungo	5056232.0	23989.8	0,410

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-61470.0	-907.7	9802.5	582100.0	103300.0

Elemento: 370 - Palo singolo

Cmb.	Tipo Stato	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	10610.0	P. Lungo	5106904.0	23997.1	0,442

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-62930.0	0.0	10610.0	646900.0	0.0

Elemento: 377 - Palo singolo

Cmb.	Tipo Stato	Palo	coord.X	coord.Y	Ved	Mecc.	Mu	V lim	Ver.V
n.		n.	cm	cm	daN	-	daN cm	daN	
003	SLU STR	1	0.000	0.000	9844.4	P. Lungo	5056232.0	23989.8	0,410

Ver. OK

Sollecitazioni:

Cmb	Tipo	Sism.	N	Tx	Ty	Mx	My
n.			daN	daN	daN	daN cm	daN cm
003	SLU STR	No	-61470.0	907.7	9802.5	582100.0	-103300.0

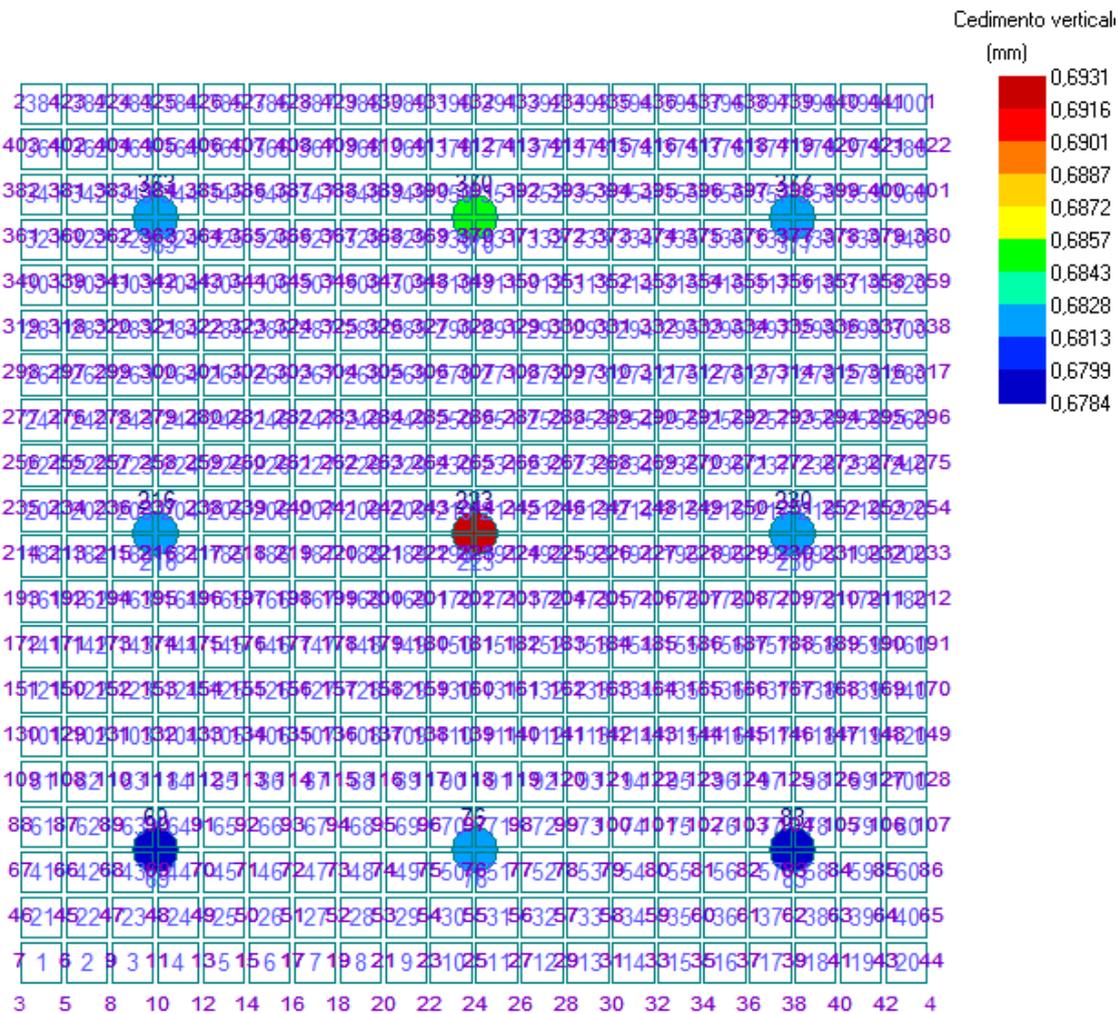
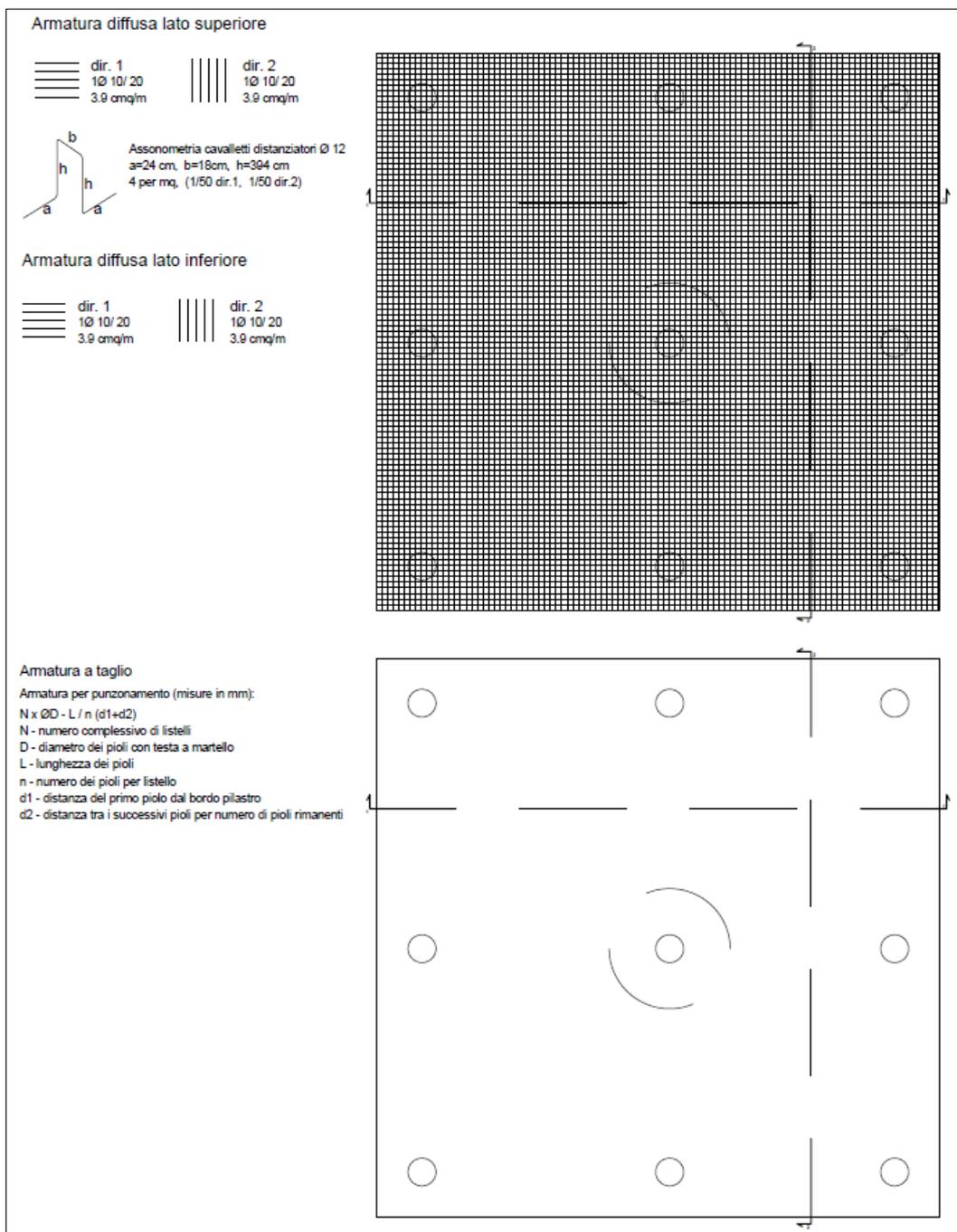


Figura 5 – Cedimenti massimi

Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: TUR-CIV-REL-026_01
---	---	---

Particolare costruttivo della platea di fondazione:

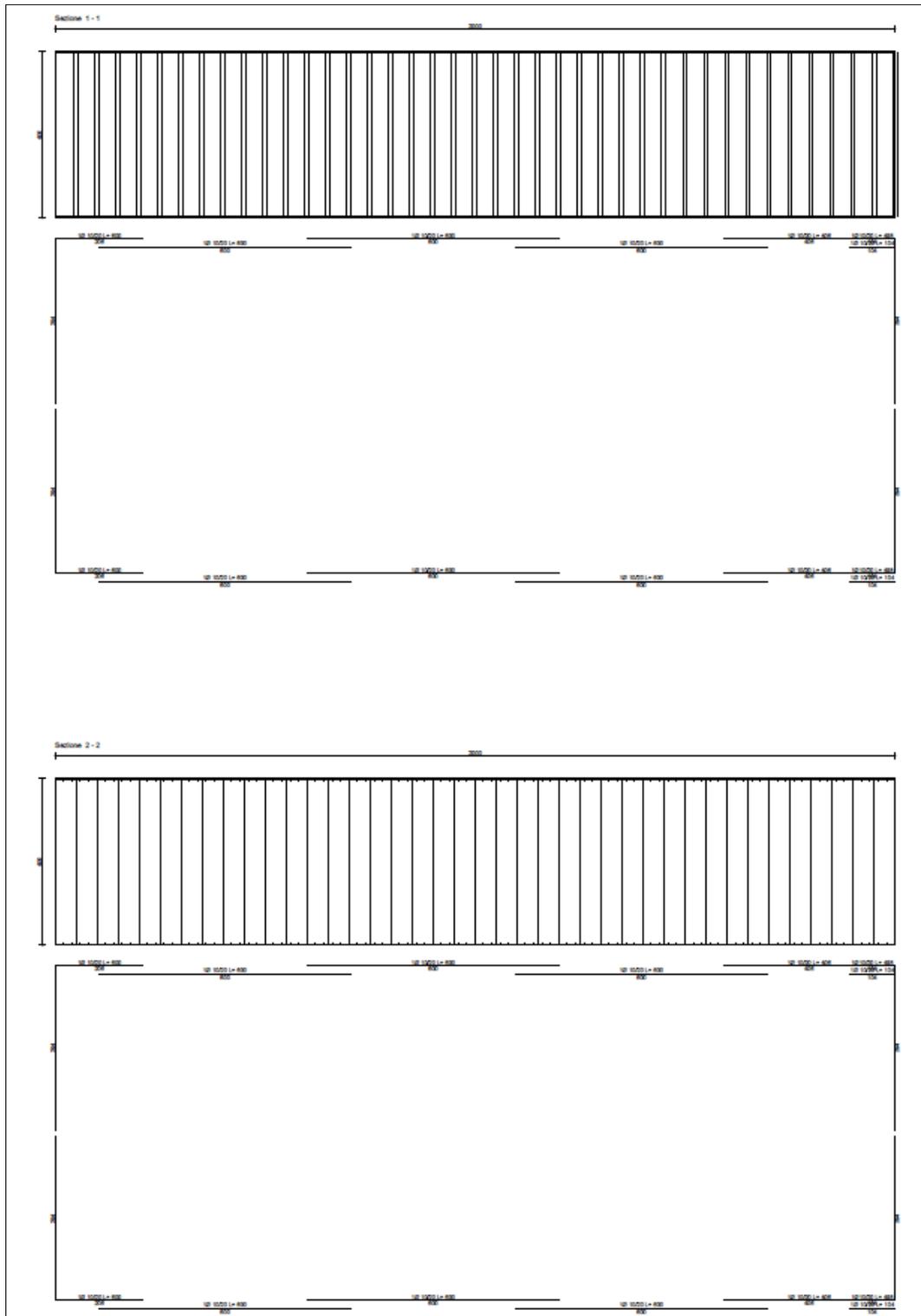


Committente:
Oceano Rinnovabili Srl
Largo Augusto 3
20122 Milano (MI)

PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA
POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI
ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA
COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI
CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI
COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO,
CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI
(BA)

Nome del file:

TUR-CIV-REL-026_01



Committente: Oceano Rinnovabili Srl Largo Augusto 3 20122 Milano (MI)	PROGETTO DI IMPIANTO EOLICO DALLA POTENZA DI 40,8 MW, CON SISTEMA DI ACCUMULO DA 30 MW PER UNA POTENZA COMPLESSIVA DI 70,8 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN, DA REALIZZARSI NEI COMUNI DI TURI, RUTIGLIANO, CONVERSANO, CASAMASSIMA ED ACQUAVIVA DELLE FONTI (BA)	Nome del file: <p style="text-align: right;">TUR-CIV-REL-026_01</p>
---	---	---

Particolare costruttivo del palo di fondazione

