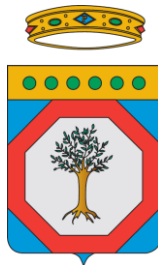




COMUNE DI ALTAMURA



REGIONE PUGLIA



COMUNE DI SANTERAMO IN COLLE

**COSTRUZIONE ED ESERCIZIO DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE DELL'ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA AVENTE POTENZA IN IMMISSIONE PARI A 54 MW COSTITUITO DA N.9 AEROGENERATORI DI POTENZA PARI A 6 MW CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA – IMPIANTO DENOMINATO “ALTAMURA” UBICATO NEL COMUNE DI ALTAMURA E SANTERAMO IN COLLE.**

ELABORATO: **R.10**

## CALCOLI PRELIMINARI DEGLI IMPIANTI

COMMITTENTE

**SCS 10 srl**

Via GEN. ANTONELLI 3 - MONOPOLI

PROGETTAZIONE

progettato e sviluppato da



PROGETTAZIONE



**STIM ENGINEERING S.r.l.**

VIA GARRUBA, 3 - 70121 BARI

Tel. 080.5210232 - Fax 080.5234353

www.stimeng.it - segreteria@stimeng.it

**PROGETTAZIONE:**

**Ing. Massimo Candeo**

Ordine Ing. Bari n. 3755

Via Cancellotto, 3 – 70125 Bari

Mobile: 328.9569922

[m.candeo@pec.it](mailto:m.candeo@pec.it)

**Ing. Gabriele Conversano**

Ordine Ing. Bari n. 8884

Via Garruba, 3 – 70122 Bari

Mobile: 328.6739206

[gabrieleconversano@pec.it](mailto:gabrieleconversano@pec.it)

Collaborazione:

**Ing. Marco Evangelista**

Ordine Ing. Bari n. 4245



### REVISIONI

REV	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
0	Agosto 22	Relazione	Ing. Evangelista	Ing. Conversano	Ing. Candeo

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO</b> .....	<b>4</b>
2.1	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN GENERALE .....	4
2.2	FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO .....	6
2.3	DATI STRUTTURALI DI PROGETTO .....	7
<b>3</b>	<b>NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>10</b>
<b>4</b>	<b>INPUT DI MODELLAZIONE NUMERICA FEM</b> .....	<b>11</b>
4.1	CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DI ALTAMURA E SANTERAMO IN COLLE.....	11
4.2	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE .....	15
4.3	IPOSTESI DI PROGETTO E PARAMETRI SISMICI .....	16
4.4	CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE: EFFICACIA DEL MODELLO .....	16
<b>5</b>	<b>ANALISI STRUTTURALE</b> .....	<b>18</b>
5.1	VALORI DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEI MATERIALI STRUTTURALI .....	18
5.2	PRESCRIZIONI SUL CALCESTRUZZO DI FONDAZIONE .....	18
5.3	ACCIAIO PER OPERE IN C.A. ....	18
5.4	DEFINIZIONE DEL COPRIFERRO .....	19
5.5	CLASSE DI ESPOSIZIONE .....	19
5.6	AZIONI DI PROGETTO .....	20
5.7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	21
5.8	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU).....	22
<b>6</b>	<b>DATI</b> .....	<b>24</b>
6.1	MATERIALI.....	24
6.2	GEOMETRIA.....	24
6.3	SPESSORI PIASTRA.....	25
6.4	DESCRIZIONE TERRENI .....	26
6.5	CARICHI .....	37
6.6	DETTAGLI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE .....	41
<b>7</b>	<b>PRINCIPALI VERIFICHE</b> .....	<b>37</b>
7.1	VERIFICHE GEOTECNICHE.....	42
7.2	VERIFICHE STRUTTURALI.....	43
7.3	VERIFICA EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO.....	61
7.4	VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE).....	62
7.5	VALUTAZIONE DELLA RIGIDEZZA ROTAZIONALE DINAMICA (DRS).....	78
<b>8</b>	<b>METODOLOGIE DI CALCOLO, TIPO DI ANALISI E STRUMENTI UTILIZZATI</b> .....	<b>80</b>

## 1      **PREMESSA**

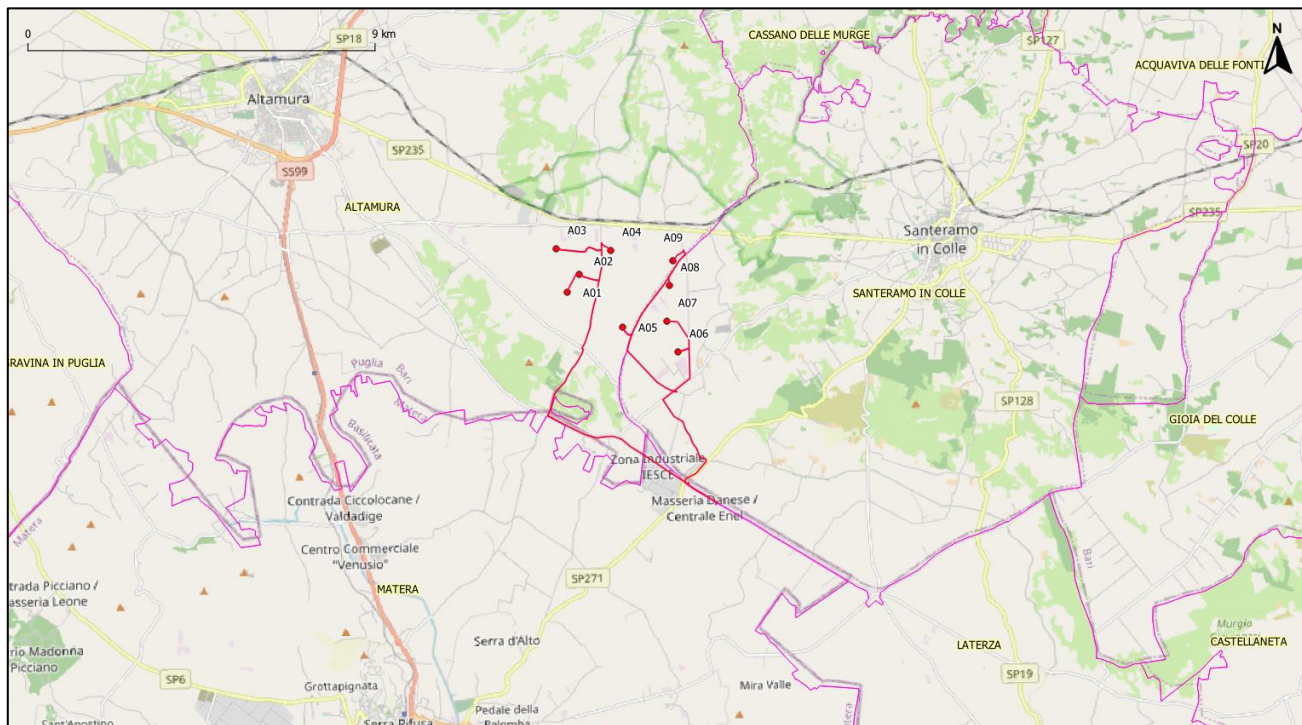
La presente Relazione è strutturata come di seguito:

- Il CAPITOLO 2 è introduttivo e descrittivo;
- il CAPITOLO 3 riporta le norme di riferimento;
- il CAPITOLO 4 individua la categoria sismica del sottosuolo del sito di realizzazione;
- il CAPITOLO 5 indica l'origine e la tipologia delle condizioni di carico elementari considerate permanenti e variabili in termini di carico accidentale generico ed indica le modalità secondo norma in cui saranno combinati per l'analisi dei diversi stati limite (ultimi e di esercizio);
- il CAPITOLO 6 definisce i dati di calcolo in termini di geometria del modello e di resistenza di progetto dei materiali strutturali utilizzati nonché condizioni di carico elementari e le successive combinazioni individuate
- il CAPITOLO 7 riporta i principali risultati dell'analisi;
- il CAPITOLO 8 riporta le metodologie di calcolo e software commerciale utilizzati.

## 2 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

### 2.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO IN GENERALE

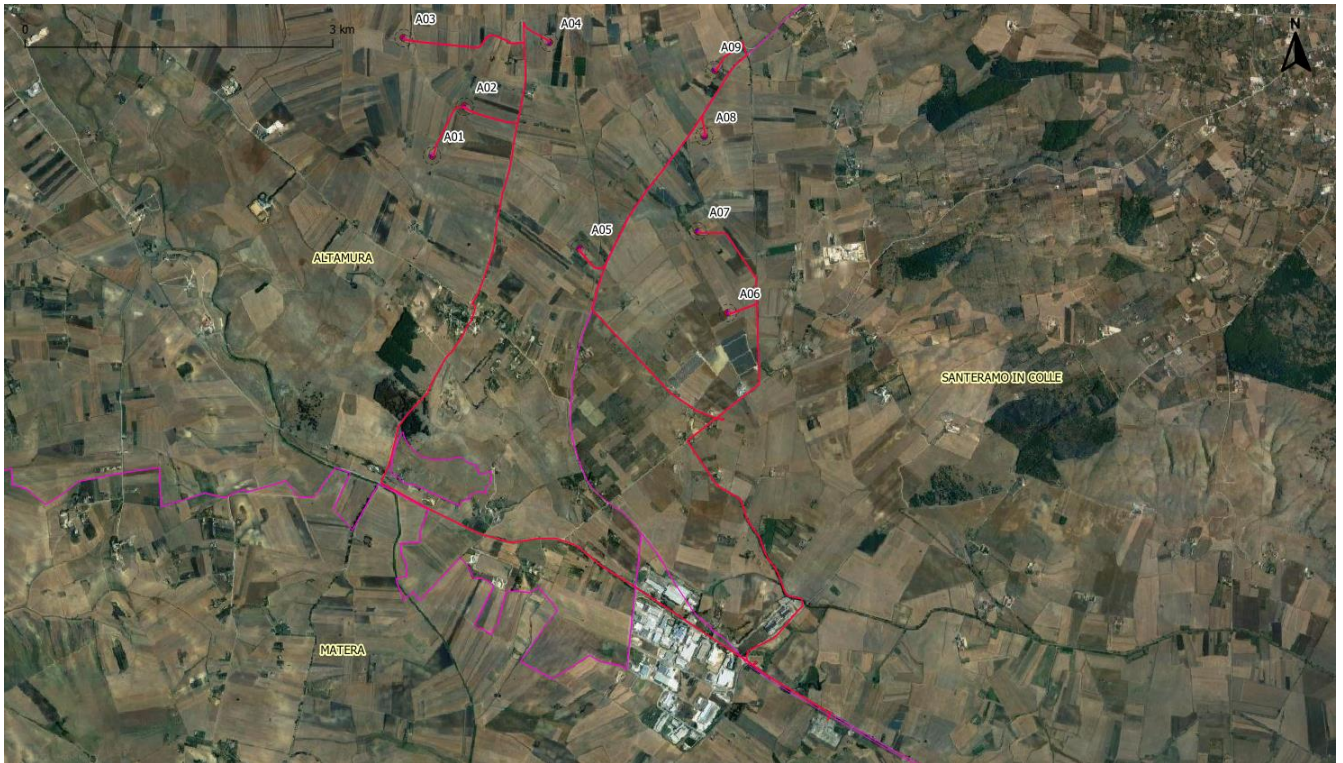
La presente relazione contiene la Relazione dei calcoli preliminari delle strutture di un progetto per la realizzazione di un impianto eolico in Agro dei Comuni di Altamura e Santeramo in Colle (BA), costituito da 9 aerogeneratori tripala (WTG) ad asse orizzontale, ciascuno di potenza nominale pari a 6 MW, per una potenza elettrica complessiva pari a 54 MW.



*Inquadramento a scala ampia dell'area di intervento con limiti comunali*

In particolare l'area oggetto di intervento è ubicata nel triangolo compreso tra la SP35 (Santeramo-Altamura), la SP41 (Altamura - Z.I. Jesce) e la SP236 (Santeramo – Matera).

Di seguito è riportato un inquadramento su ortofoto del layout dell'impianto, in cui sono mostrate le posizioni degli aerogeneratori, la viabilità di nuova realizzazione ed il percorso del cavodotto di connessione alla rete elettrica nazionale.



*Inquadramento a scala ridotta dell'area di intervento*

WTG	COMUNE	Estremi catastali		Coordinate WGS84 UTM 33N	
		Fg.	P.IIa	E	N
A01	ALTAMURA	252	43	638393	4515878
A02	ALTAMURA	230	165	638732	4516289
A03	ALTAMURA	230	83	638496	4517052
A04	ALTAMURA	231	282	639483	4517084
A05	ALTAMURA	254	49	639832	4514974
A06	SANTERAMO IN COLLE	73	61	641278	4514349
A07	SANTERAMO IN COLLE	73	10	640983	4515143
A08	SANTERAMO IN COLLE	62	17	641046	4516067
A09	ALTAMURA	231	203	641147	4516715

Layout di progetto – Posizione aerogeneratori

Il Layout dell'impianto è schematicamente indicato nella precedente figura, comunque sarà meglio dettagliato nelle **Tavole di Progetto**.

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a **115 mt** dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a **170 m**, per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di **200 mt** rispetto al suolo.

Sarà impiegata una turbina eolica del tipo **SG 6.0-170 SIEMENS Gamesa da 6,0 MW o similare**.

Immediatamente prima della realizzazione si opterà per il modello fra i più performanti disponibili al momento, fermo restando che quello che sarà installato manterrà gli stessi parametri geometrici precedentemente indicati e le medesime emissioni acustiche, tenendo conto delle caratteristiche anemometriche proprie del sito e le altre esigenze di impianto.

A servizio degli aerogeneratori saranno realizzate le seguenti OPERE EDILI:

- realizzazione di viabilità di accesso all'area ed ai punti macchina,
- realizzazione delle piazzole di cantiere e definitive;
- posa dei cavidotti di impianto;
- fondazioni per gli aerogeneratori;
- fondazioni per componenti elettromeccaniche nella stessa;
- ripristini nell'area a fine cantiere.

Per lo stesso scopo saranno realizzate le seguenti OPERE ELETTRICHE:

OPERE DI UTENZA:

- collegamento diretto del parco eolico con tensione a 36 KV all'interno di un futuro ampliamento della esistente Stazione Elettrica Terna di Matera – Jesce.

Si rimanda agli elaborati grafici di riferimento per la visualizzazione del tracciato di posa in opera dei cavidotti interrati e la posizione geografica delle sopra citate stazioni elettriche.

## 2.2 FASI DI LAVORO PER LA REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO

---

La realizzazione dell'intervento proposto riguarderà le AREE d'installazione delle WTG non necessariamente contemporaneamente attivate:

- apertura cantiere;
- interventi sulla viabilità esistente, al fine di rendere possibile il transito dei mezzi speciali per il trasporto degli elementi degli aerogeneratori;
- realizzazione delle piste d'accesso alle piazzole, che dalla viabilità interpodereale esistente consentano il transito dei mezzi di cantiere, per il raggiungimento dell'area d'installazione di ciascun aerogeneratore;
- realizzazione delle piazzole per l'installazione degli aerogeneratori;
- scavi a sezione larga per la realizzazione della fondazione di macchina e scavi a sezione ristretta per la messa in opera dei cavidotti;
- realizzazione delle fondazioni di macchina;
- installazione degli aerogeneratori;
- installazione cabine di sezionamento/parallelo;
- messa in opera dei cavidotti interrati;
- realizzazione della connessione elettrica d'impianto alla rete di trasmissione gestita da TERNA.

Qui di seguito una possibile suddivisione delle FASI DI LAVORO:

- preparazione del cantiere attraverso i rilievi sull'area e picchettamento delle aree di intervento;
- apprestamento delle aree di cantiere;
- realizzazione delle piste d'accesso all'area di intervento dei mezzi di cantiere;
- livellamento e preparazione delle piazzole;
- modifica della viabilità esistente fino alla finitura per consentire l'accesso dei mezzi di trasporto delle componenti degli aerogeneratori;

- realizzazione delle fondazioni in ciascuna piazzola (scavi, casseforme, armature, getto cls, disarmi, riempimenti);
- montaggio aerogeneratori;
- montaggio impianto elettrico aerogeneratori;
- posa cavidotto in area piazzola e pista di accesso;
- finitura piazzola e pista;
- posa cavidotti di collegamento tra gli aerogeneratori; posa cavidotti di collegamento (scavi, posa cavidotti, riempimenti, finitura) compresa la risoluzione di eventuali interferenze; posa cavidotto di collegamento tra la stazione elettrica MT/AT lo stallo dedicato della stazione RTN esistente;
- fondazioni cabina elettrica sezionamento/parallelo ed installazione della stessa;
- cavidotti interrati interni: opere edili;
- cavidotti interrati interni: opere elettriche;
- opere di ripristino e mitigazione ambientale;
- conferimento inerti provenienti dagli scavi e dai movimenti terra;
- posa terreno vegetale per favorire recupero situazione preesistente.

### 2.3 DATI STRUTTURALI DI PROGETTO

---

L'aerogeneratore impiegato nel presente progetto è costituito da una torre di sostegno tubolare metallica a tronco di cono, sulla cui sommità è installata la navicella il cui asse è a 115 mt dal piano campagna con annesso il rotore di diametro pari a 170m (lunghezza pala 85 mt circa), per un'altezza massima complessiva del sistema torre-pale di 200 mt.

Come detto potrebbe essere impiegata una turbina eolica del tipo **SG 6.0-170 SIEMENS Gamesa da 6,0 MW o similare**.

L'ancoraggio alle fondazioni in oggetto avverrà tramite opportuno sistema di ancoraggio fornito dal costruttore delle turbine e precisamente tramite 104+104 tirafondi precaricati preassemblati su due flange, superiore ed inferiore, la cui circonferenza media avrà un diametro pari a mt 4,35 come da documento "**D2370721-004 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation loads T115-50**".

*In relazione alle stratigrafie ed ai modelli geotecnici assunti per gli aerogeneratori si adotteranno due distinte tipologie di fondazione per il parco in esame e precisamente:*

*fondazioni di tipo indiretto (plinti su pali) per gli aerogeneratori denominati A01, A02, A03, A04, A05, A08, A09*

*fondazioni di tipo diretto (superficiali) per gli aerogeneratori denominati A06 E A07*

*La struttura di fondazione è costituita in entrambi i casi da:*

- Piastra circolare in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00.

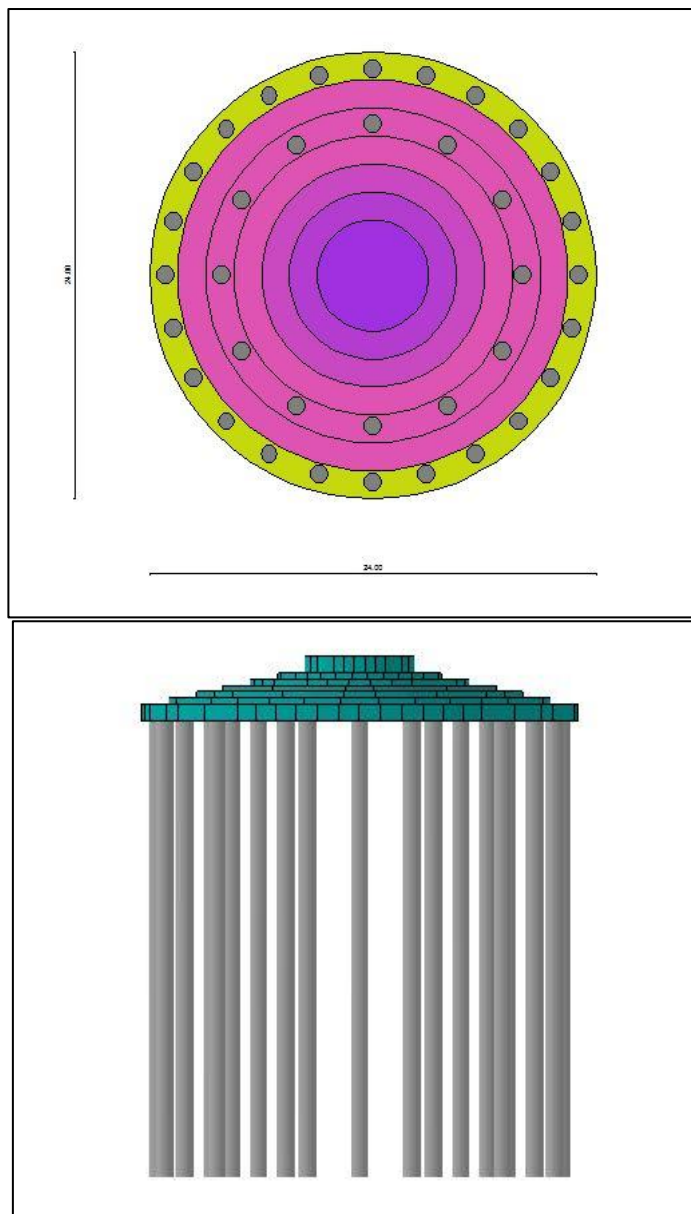
*A partire da detta circonferenza, spessore costante della platea fino al centro pari a mt 3,35.*

*Il modello di calcolo relativo viene discretizzato in un solido a gradoni come da figura seguente.*

*La piastra sarà interrata per circa 3,45 mt in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00*

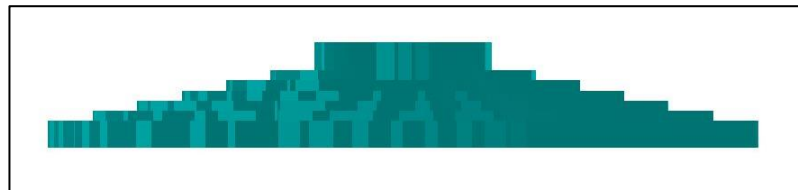
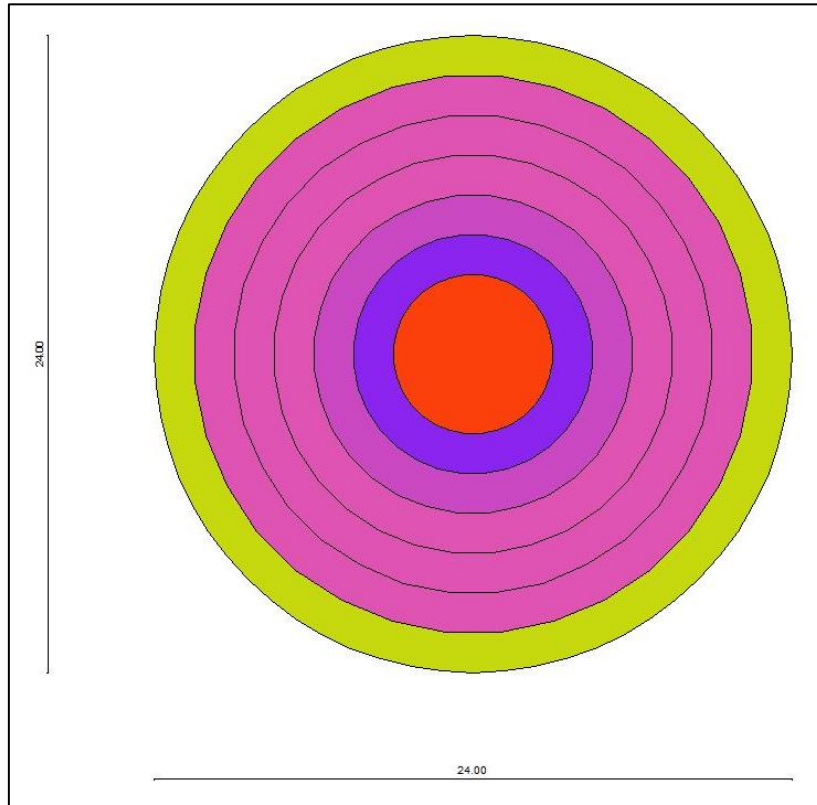
*La fondazione su pali prevede, su piastra circolare in c.a. del diametro  $D=24,00$  ml, con un'altezza variabile da mt 0.90 a mt 2.75 fino ad una circonferenza concentrica del diametro di mt 6,00, la realizzazione di due corone: la corona esterna ha diametro pari a*

22,20 mt e 24 pali di diametro 1,0 mt e lunghezza 25,00 mt, la corona interna ha diametro pari a 16,20 mt con 12 pali di diametro 1,0 mt e lunghezza 25,00 mt.



Geometria della fondazione su pali (A01, A02, A03, A04, A05, A08, A09)





*Geometria della fondazione superficiale di tipo diretto (A06 E A07)*

### 3      **NORMATIVA TECNICA DI RIFERIMENTO**

- **Legge n. 1086 05.11.1971** “Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- **Legge 02/02/1974 n. 64**, Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- **D.M. LL.PP. 11.03.1988** “Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l’esecuzione ed il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione” e relativa **Circ. Min. LL.PP. n° 30483 del 24.09.1988**;
- **ORDINANZA P.C.M. N: 3274 del 02/05/2003** (G.U. 08/05/2003, n. 105 suppl.) modificata ed integrata ai sensi della ORDINANZA P.C.M. N. 3316 del 02/10/2003 (G.U. 10/10//2003, n. 236) e della ORDINANZA P.C.M. N. 3431 del 03/05/2005 (G.U. 10-5-2005, n. 107 -suppl.): Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.P.C.M. n° 3685 del 21/10/03, G.U. n° 252, del 29/10/03;
- **Presidenza del Consiglio dei Ministri, Dipartimento della Protezione Civile, Ufficio Servizio Sismico Nazionale, 29/03/04**: Elementi informativi sull’Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003, recante “Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica” (G.U. n. 105 del 8.5.2003);
- **DELIBERAZIONE DELLA GIUNTA REGIONE PUGLIA 2 marzo 2004, n. 153**: “L.R. Puglia 20/00 - O.P.C.M. 3274/03 - Individuazione delle zone sismiche del territorio regionale e delle tipologie di edifici ed opere strategici e rilevanti - Approvazione del programma temporale e delle indicazioni per le verifiche tecniche da effettuarsi sugli stessi.” (B.U.R. Puglia n. 33 del 18.03.2004);
- Del G.R. n° 597 del 27/04/2004, B.U.R. n°56 del 06/05/04;
- Del G.R. n° 260 del 07/03/2005, B.U.R. n°50 del 16/04/05;
- O.P.C.M. n° 3519 del 28/04/06, G.U. n° 108, del 11/05/06;
- **D.M. 17 gennaio 2018**. Aggiornamento delle Norme Tecniche delle Costruzioni.
- **Circolare del 21/01/2019 n. 7 del Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici**, Istruzioni per l’applicazione dell’aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 17 gennaio 2018.
- **EUROCODICE 2 (EN 1992)** – Progettazione delle strutture di calcestruzzo
- **EUROCODICE 7 (EN 1997)** – Progettazione geotecnica
- **CEI EN 61400-1 (2007)**. Turbine eoliche, parte 1: prescrizioni di progettazione.

## 4 INPUT DI MODELLAZIONE NUMERICA FEM

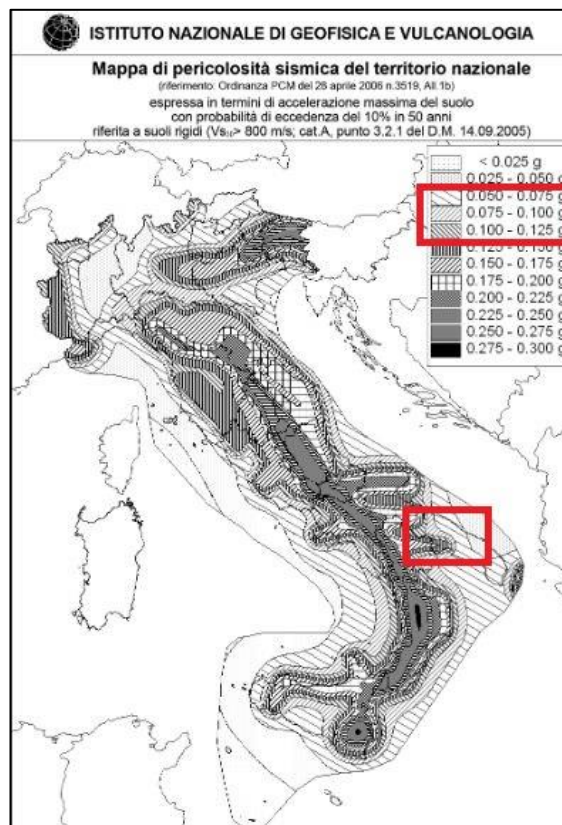
### 4.1 CLASSIFICAZIONE SISMICA DEI COMUNI DI ALTAMURA E SANTERAMO IN COLLE

*Ai fini sismici il territorio di Cassano è incluso nell'elenco delle località sismiche appartenenti alla zona 3. Tale classificazione, dettata dalla O.P.C.M. n. 3274 del 20/03/03 "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per la costruzione in zona sismica", è stata recepita dalla Regione Puglia con Delibera Giunta Regionale n. 153 del 2 marzo 2004.*

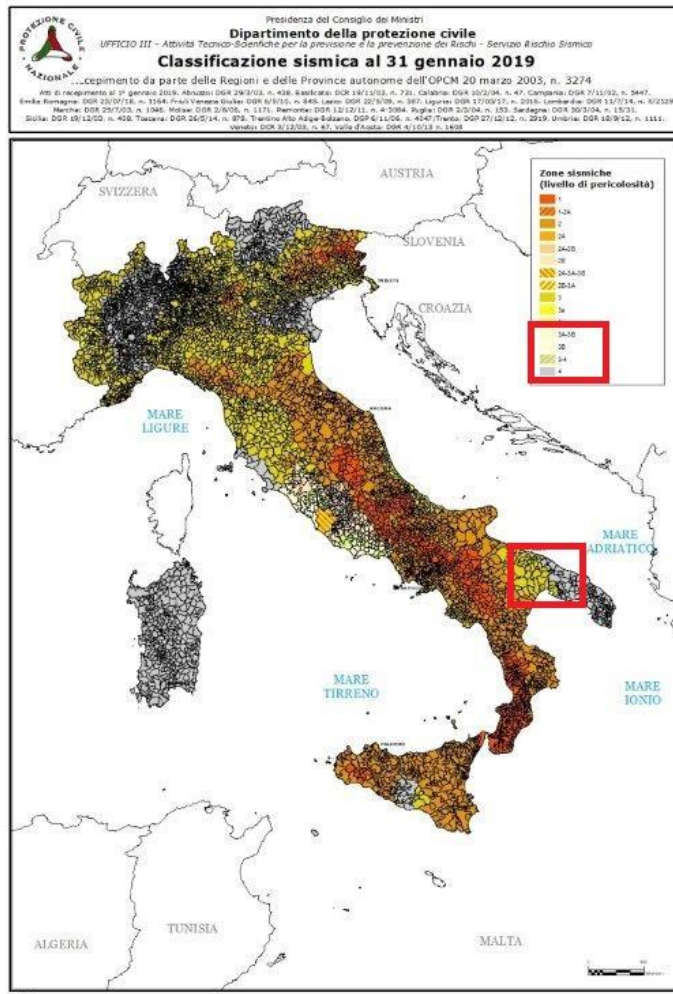
zona	accelerazione orizzontale con probabilità di superamento pari al 10 % in 50 anni [a <sub>g</sub> /g]	accelerazione orizzontale di ancoraggio dello spettro di risposta elastico (Norme Tecniche) [a <sub>g</sub> /g]
1	> 0,25	0,35
2	0,15-0,25	0,25
3	0,05-0,15	0,15
4	<0,05	0,05

*Nel rispetto degli indirizzi e criteri stabiliti a livello nazionale, alcune Regioni hanno classificato il territorio nelle quattro zone proposte, altre Regioni hanno classificato diversamente il proprio territorio, ad esempio adottando solo tre zone (zona 1, 2 e 3) e introducendo, in alcuni casi, delle sottozone per meglio adattare le norme alle caratteristiche di sismicità.*

*Qualunque sia stata la scelta regionale, a ciascuna zona o sottozona è attribuito un valore di pericolosità di base, espressa in termini di accelerazione massima su suolo rigido (a<sub>g</sub>). Tale valore di pericolosità di base non ha però influenza sulla progettazione, basandosi su una classificazione a priori:*



Mapa sismica OPCM 3519 del 28 aprile 2006



Mappa sismica aggiornata al gennaio 2019

Le attuali Norme Tecniche per le Costruzioni (Decreto Ministeriale del 14 gennaio 2008 e Decreto Ministeriale del 17 gennaio 2018), infatti, hanno modificato il ruolo che la classificazione sismica aveva ai fini progettuali: per ciascuna zona – e quindi territorio comunale – precedentemente veniva fornito un valore di accelerazione di picco e quindi di spettro di risposta elastico da utilizzare per il calcolo delle azioni sismiche.

Dal 1 luglio 2009 con l'entrata in vigore delle Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008, per ogni costruzione ci si deve riferire ad una accelerazione di riferimento "propria" individuata sulla base delle coordinate geografiche dell'area di progetto e in funzione della vita nominale dell'opera. Un valore di pericolosità di base, dunque, definito per ogni punto del territorio nazionale, su una maglia quadrata di 5 km di lato, indipendentemente dai confini amministrativi comunali.

La **classificazione sismica** (zona sismica di appartenenza del comune) rimane utile solo per la gestione della pianificazione e per il controllo del territorio da parte degli enti preposti (Regione, Genio civile, ecc.).

I parametri di pericolosità sismica sono deducibili a partire dalle coordinate geografiche dall'allegato I alle NTC 14/01/2008 o in ultima analisi da applicativi in genere freeware

<b>A01</b>	WGS84 LONG-LAT	16.640127°	40.782239°	
	$T_R$	$a_g$ (m/s <sup>2</sup> )	$F_0$	$T_c^*$
SLO	30	0.33	2.48	0.27
SLD	50	0.42	2.50	0.30
SLV	475	0.99	2.59	0.41

SLC	975	1.22	2.68	0.43
<b>A02</b>	WGS84 LONG-LAT	16.644234°	40.785883°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	Tc*
SLO	30	0.33	2.48	0.26
SLD	50	0.42	2.50	0.30
SLV	475	0.99	2.59	0.41
SLC	975	1.21	2.68	0.43
<b>A03</b>	WGS84 LONG-LAT	16.6441608°	40.792793°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	Tc*
SLO	30	0.33	2.48	0.26
SLD	50	0.41	2.51	0.30
SLV	475	0.95	2.61	0.43
SLC	975	1.17	2.68	0.46
<b>A04</b>	WGS84 LONG-LAT	16.653309°	40.792915°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	Tc*
SLO	30	0.33	2.48	0.26
SLD	50	0.41	2.51	0.30
SLV	475	0.95	2.60	0.42
SLC	975	1.17	2.69	0.45
<b>A05</b>	WGS84 LONG-LAT	16.656972°	40.773855°	
	T <sub>R</sub>	a <sub>g</sub> (m/s <sup>2</sup> )	F <sub>0</sub>	Tc*
SLO	30	0.34	2.48	0.27
SLD	50	0.42	2.50	0.30
SLV	475	0.99	2.60	0.41
SLC	975	1.23	2.67	0.43
<b>A06</b>	WGS84 LONG-LAT	16.673959°	40.76798°	
	TR	ag (m/s2)	F0	Tc*
SLO	30	0.33	2.47	0.26
SLD	50	0.42	2.50	0.30
SLV	475	0.98	2.61	0.40
SLC	975	1.21	2.68	0.43
<b>A07</b>	WGS84 LONG-LAT	16.670644°	40.77518°	
	TR	ag (m/s2)	F0	Tc*
SLO	30	0.33	2.47	0.26
SLD	50	0.41	2.50	0.30
SLV	475	0.98	2.60	0.41
SLC	975	1.20	2.68	0.43
<b>A08</b>	WGS84 LONG-LAT	16.671599°	40.78349°	
	TR	ag (m/s2)	F0	Tc*
SLO	30	0.33	2.47	0.26
SLD	50	0.41	2.50	0.30
SLV	475	0.97	2.60	0.41
SLC	975	1.19	2.68	0.43
<b>A09</b>	WGS84 LONG-LAT	16.672942°	40.789308°	
	TR	ag (m/s2)	F0	Tc*

SLO	30	0.33	2.47	0.26
SLD	50	0.41	2.51	0.30
SLV	475	0.95	2.61	0.42
SLC	975	1.17	2.68	0.44

Tabella 1 – Coordinate geografiche e parametri di pericolosità sismica

*Per individuare la categoria sismica del suolo di fondazione dell'area indagata, in corrispondenza del sito di installazione dell'aerogeneratore sono state eseguite indagini sismiche con metodologia MASW come riportato nella Relazione Geologica redatta dal Dott. Geol. Raffaele Sassone: sembra opportuno soffermarsi su alcuni aspetti di carattere generale riguardanti la tematica in oggetto, utili all'inquadramento del "problema sismico".*

*La propagazione delle onde sismiche verso la superficie è influenzata dalla deformabilità dei terreni attraversati. Per tale ragione gli accelerogrammi registrati sui terreni di superficie possono differire notevolmente da quelli registrati al tetto della formazione di base, convenzionalmente definita come substrato nel quale le onde di taglio, che rappresentano la principale causa di trasmissione degli effetti delle azioni sismiche verso la superficie, si propagano con velocità maggiori o uguali a 1.000 m/sec.*

Attraverso l'analisi delle onde superficiali è stato possibile determinare il parametro  $V_{s,eq}$ , come previsto dal Testo Unico per le costruzioni di cui al D.M. 17.01.2018,  **$V_{s,eq}$** :

$$V_{s,eq} = \frac{H}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{V_{s,i}}}$$

In particolare risulta:

WTG	$V_{s,eq}$	CATEGORIA
A01	$V_{s,eq} = 538 \text{ m/s}$	B
A02	$V_{s,eq} = 546 \text{ m/s}$	B
A03	$V_{s,eq} = 370 \text{ m/s}$	B
A04	$V_{s,eq} = 551 \text{ m/s}$	B
A05	$V_{s,eq} = 519 \text{ m/s}$	B
A06	$V_{s,eq} = 1023 \text{ m/s}$	A
A07	$V_{s,eq} = 603 \text{ m/s}$	B
A08	$V_{s,eq} = 372 \text{ m/s}$	B
A09	$V_{s,eq} = 566 \text{ m/s}$	B

Quanto affermato si desume dalla **Tabella 3.2. II D.M. 17 Gennaio 2018** – Categorie di sottosuolo

Categoria Descrizione

**A** Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi caratterizzati da valori di  $V_{s,30}$  superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.

**B** Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} > 50$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} > 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina).

**C** Depositati di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s30}$  compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero  $15 < NSPT_{,30} < 50$  nei terreni a grana grossa e  $70 < cu_{,30} < 250 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina).

**D** Depositati di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di  $V_{s,30}$  compresi tra 100 e 180 m/s (ovvero  $NSPT_{,30} < 15$  nei terreni a grana grossa e  $cu_{,30} < 70 \text{ kPa}$  nei terreni a grana fina).

E Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m, posti sul substrato di riferimento (con  $V_s > 800$  m/s).

Per ciò che attiene la **classificazione delle condizioni topografiche** secondo quanto previsto nelle tabelle 3.2.IV e 3.2.VI delle NTC, considerato l'assetto planoaltimetrico della porzione di territorio in esame, l'area d'intervento può essere classificata come appartenente alla

**Categoria 'T1':** "Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media  $i \leq 15^\circ$ ".

#### 4.3 IPOTESI DI PROGETTO E PARAMETRI SISMICI

---

Con riferimento alle Norme Tecniche per le Costruzioni DM 2018 [XI], l'azione sismica sull'opera in esame è stata valutata a partire da una "pericolosità sismica di base" in condizioni ideali di sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria B o C).

Ad oggi, la pericolosità sismica su reticolo di riferimento nell'intervallo di riferimento è fornita dai dati pubblicati sul sito <http://esse1.mi.ingv.it/>.

Nello specifico, le azioni di progetto sono ricavate, ai sensi del DM 2018, a partire dalle accelerazioni  $a_g$  e dalle relative forme spettrali.

Quest'ultime sono definite, secondo norma, su sito di riferimento rigido orizzontale in funzione dei tre parametri  $p(a_g, FO, T^*C)$  - Tabella B, [XI] - e da prescelte probabilità di superamento  $P_{VR}$  e vite di riferimento  $V_R$ .

Per il calcolo dei parametri sismici locali e delle accelerazioni e tempi di ritorno riferiti ai differenti stati limite considerati sono state assunte le seguenti IPOTESI DI PROGETTO ai sensi del Par. 2.4. delle NTC 2018 [XI]:

- Tipo di costruzione: **2** "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale"
- Vita nominale di progetto:  **$V_N = 50$  [anni]**
- Classe d'uso: **II(\*)** "Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza, Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti."
- Periodo di riferimento:  **$V_R = 50$  [anni]**

Nel caso specifico valgono i parametri sismici riportati nella precedente Tabella 1.

**NOTA (\*)** Ai sensi della DGR n. 1214 del 31/05/2011 i singoli aerogeneratori possono essere verificati per le sollecitazioni sismiche derivanti dalla **Classe d'uso II**.

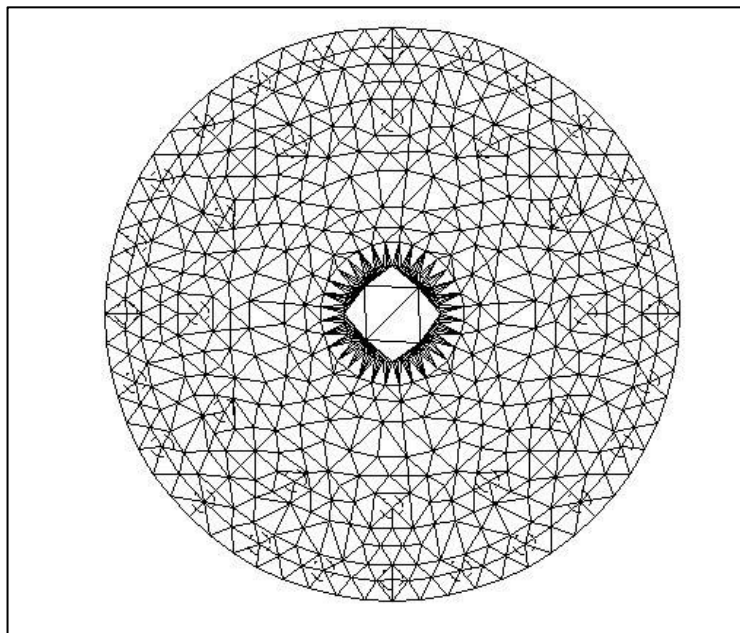
#### 4.4 CRITERI DI CONCEZIONE E DI SCHEMATIZZAZIONE STRUTTURALE: EFFICACIA DEL MODELLO

---

La progettazione e la verifica delle opere strutturali in oggetto sono state eseguite con il codice di calcolo numerico ad elementi finiti denominato "**API++Platee e Graticci 14.0**" e sviluppato dall'Aztec Informatica. Per la descrizione completa del software e per approfondimenti sui criteri di calcolo, si faccia riferimento a quanto dettagliatamente riportato nei tabulati di calcoli.

La struttura di fondazione e il suo comportamento sotto le azioni statiche è stato adeguatamente valutato, interpretato e trasferito nel modello tridimensionale realizzato (Figura 1) e descritto in premessa al fine di eseguire una corretta analisi ad elementi finiti FEA.





*Mesh Modello: n. elementi = 1222; n. nodi = 644*

*Il calcolo è stato condotto mediante analisi lineare.*

*Si ritiene che il modello utilizzato sia rappresentativo del comportamento reale della struttura. Sono stati, inoltre, valutati tutti i possibili effetti o le azioni che possano essere significative e avere implicazione per la struttura in esame.*

*Per l'analisi della platea di fondazione è stato utilizzato il metodo degli elementi finiti (FEM).*

*La struttura è stata suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo degli spostamenti, interno all'elemento, viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma ha utilizzato, per l'analisi tipo piastra, elementi triangolari. Nello specifico, è stata generata una mesh triangolare strutturata su una maglia stabilita a priori.*

*Infine, il comportamento del terreno è stato sostanzialmente modellato tramite una schematizzazione lineare alla Winkler (una serie di molle non reagenti a trazione disposte in corrispondenza dei nodi), principalmente caratterizzabile attraverso una opportuna rigidità laterale, che è funzione delle caratteristiche del terreno .*

*In considerazione dell'assetto litostratigrafico e geotecnico dell'area, rivelaasi nell'insieme omogenea, la caratterizzazione stratigrafica determinata è da considerarsi caratteristica per i siti di realizzazione degli aerogeneratori denominati A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09 e per i siti di realizzazione degli aerogeneratori denominati A06 e A07.*

## 5 ANALISI STRUTTURALE

### 5.1 VALORI DI PROGETTO DELLA RESISTENZA DEI MATERIALI STRUTTURALI

---

- I materiali da costruzione da impiegare per la realizzazione delle strutture di fondazione per singolo aerogeneratore sono rappresentati, rispettivamente, da tondini in acciaio per armatura e da conglomerato cementizio con specifiche caratteristiche prestazionali dettagliate.
- In generale, detti materiali rientrano fra i tipi previsti dalla normativa tecnica vigente in materia.
- Nello specifico, per le opere in fondazione (piastra e pali), l'acciaio per armatura consiste in barre ad aderenza migliorata per cemento armato del tipo "B450C", mentre il calcestruzzo è di Classe "C35/45".

Per i valori di progetto della resistenza dei materiali si è fatto riferimento ai seguenti coefficienti parziali di sicurezza  $\gamma_M$ .

SLU:  $\gamma_M=1,50$  per il Calcestruzzo  $\gamma_M=1,15$  per l'Acciaio

SLE:  $\gamma_M=1,00$  per il Calcestruzzo  $\gamma_M=1,00$  per l'Acciaio

### 5.2 PRESCRIZIONI SUL CALCESTRUZZO DI FONDAZIONE

---

<i>Controllo di accettazione:</i>	<i>tipo A</i>
<i>Classe di resistenza del calcestruzzo:</i>	<i>C35/45</i>
<i>Resistenza a compressione sui cubetti</i>	<i><math>R_{ck} &gt; 45 \text{ N/mm}^2</math></i>
<i>Copriferro minimo nominale:</i>	<i>5 cm</i>
<i>Classe di esposizione:</i>	<i>XC2</i>
<i>Classe di consistenza</i>	<i>S4 (fluida)</i>
<i>Massimo rapporto A/C:</i>	<i>0,55</i>
<i>Tipo/classe di cemento:</i>	<i>CEM II/AL 42,5 R</i>
<i>Diametro massimo inerte:</i>	<i>16-20 mm</i>
<i>Impiego di additive di tipo</i>	<i>"superfluidificante".</i>
<i>Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:</i>	

*D.M. 2018, UNI EN 206-1:2001, UNI EN 11104:2004, UNI 8987, UNI 8520-2:2005, UNI EN 1744, UNI EN 1367, UNI EN 197-1:2007, UNI EN 934-2:2009*

### 5.3 ACCIAIO PER OPERE IN C.A.

---

*Acciaio dolce da Carpenteria del tipo Fe B 450 C qualificati secondo le procedure D.M. 14/01/2008 cap.11.3.1.2 e cap 11.3.3.5 nel seguente formato:*

*Barre tonde ad aderenza migliorata di diametri pari, rispettivamente, a 32, 25, 22, 20, 16, 12 mm e rispondente alle seguenti caratteristiche:*

$$f_{y\text{nom}} > 450 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{t\text{nom}} > 540 \text{ N/mm}^2$$

$$A_s > 7,5\%$$

$$1,15 < (f_t / f_y)k < 1,35$$

$$(f_t / f_{y\text{nom}})k < 1,25 \text{ [SEP]}$$

Le suddette caratteristiche saranno conformi alle seguenti norme:

D.M. 2018

UNI EN 10020 :2001

UNI EN 10021 :2007

UNI EN 10080 :2005 [SEP]

Il campionamento e le prove saranno condotte secondo:

D.M. 2018

UNI EN ISO 7438 : 2005

#### 5.4 DEFINIZIONE DEL COPRIFERRO

---

Classe di esposizione XC2

Classe strutturale S4

Copriferro nominale=Copriferro minimo + $C_{DEV}$

Copriferro minimo=max(Cminb;Cmin,dur+ $C_{DUR}$ -  $C_{ST}$ + $C_{DUR,ADD}$ ; 10 mm)

Cminb= diametro barra isolata 32 mm

Cmin,dur=25 mm

$C_{DUR}$

$C_{ST}$  = 0

$C_{DUR,ADD}$  = 0

$C_{DEV}$  =10 mm

Copriferro minimo= Cminb= 32 mm

Copriferro nominale = 32 +10 = 42 mm

Copriferro nominale scelto= 50 mm

#### 5.5 CLASSE DI ESPOSIZIONE

---

*La classe di esposizione ambientale prevista per la struttura in oggetto è siglata XC sia nelle Linee Guida sia nelle UNI 11104 ed è relativa al rischio di corrosione dei ferri di armatura per carbonatazione del calcestruzzo.*

*In particolare, l'ossidazione dei ferri di armatura causa la formazione di sostanze chimiche aventi un volume ben superiore al ferro stesso; la matrice cementizia, di conseguenza, viene sollecitata a trazione, con successiva espulsioni di porzioni di calcestruzzo (fenomeni "spalling" in corrispondenza degli spigoli, fenomeni di "delaminazione" in corrispondenza delle superfici piane).*

*La prevenzione di tale fenomeno è stato circoscritto alla qualità del calcestruzzo prescritto, quindi idonea resistenza caratteristica conforme alle reali condizioni ambientali, ad una corretta posa del materiale, unitamente al rispetto del copriferro di progetto.*

In generale, la XC presenta in tutto 4 sottoclassi, connesse con le condizioni di umidità dell'ambiente ed, in particolare, passando dalla XC1 alla XC4, l'ambiente aumenta la propria umidità relativa e di conseguenza il pericolo da corrosione.

Sia la UNI 11104 sia le Linee Guida hanno operato un accorpamento della XC1 e XC2, con rapporto  $a/c = 0,6$  e stessa resistenza caratteristica. In realtà, trattandosi di due ambienti diversi, è opportuno operare con due miscele diverse per migliorare il calcestruzzo dal punto di vista qualitativo.

In particolare per le strutture di fondazioni, la miscela dovrà essere formulata in modo da migliorare la sua "impermeabilità" mediante un rapporto  $a/c$  inferiore, trattandosi di un calcestruzzo destinato ad opere prevalentemente a contatto con acqua.

## 5.6 AZIONI DI PROGETTO

La progettazione strutturale delle opere in fondazione, è stata eseguita partendo dai carichi di progetto "Characteristics loads" e "Extreme Wind Loads".

Le azioni di progetto prese in considerazione sono:

- azioni dovute a peso proprio della struttura in elevazione e della struttura di fondazione
- carichi permanenti e variabili
- dedotte dalle seguenti tabelle del documento "D2370721-001 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Loads T115-50"

Load case	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)	$M_z$ (kNm)
Dlc62_V42.5_060_s9	1535,05	50,5	-6826,1	4163,87	178349,5	374,9

Table 4 SG 6.0-170 HH115m Characteristics Loads at the base of the tower

Load case	Load factor	$F_x$ (kN)	$F_y$ (kN)	$F_z$ (kN)	$F_{xy}$ (kN)	$M_x$ (kNm)	$M_y$ (kNm)	$M_z$ (kNm)	$M_{xy}$ (kNm)
Dlc22_3bn_V11.0_n_s7	1,1	1688,55	55,55	-7508,71	1689,47	4580,25	196184,46	412,39	196237,91
Dlc22_3bn_V11.0_n_s7	1.0	1535,05	50,5	-6826,1	1535,88	4163,87	178349,5	374,9	178398,1

Table 3 SG 6.0-170 HH115m Factored/Unfactored Extreme loads at tower bottom

Per la geometria delle macchine installate sopra la torre non sono stati considerati carichi da neve.

In particolare, i carichi di progetto includono il comportamento dinamico della struttura e corrispondono alla condizione di carico più sfavorevole alla base della torre metallica.

Generalmente dalle Relazioni di Calcolo della Torre emerge che di fatto sarà considerata come dimensionante la condizione di carico da vento amplificata di 1.5, in quanto è quella che fornisce le maggiori sollecitazioni di progetto sulla torre.

Per la geometria delle macchine installate sopra la torre non sono stati considerati carichi neve sia quanto ininfluenti ai fini della verifica, sia perché non esistono in pratica possibilità di accumulo neve sia sulle pale che sulla navicella.

Dal valore complessivo dell'azione flettente ( $M_{xy} = \sqrt{M_x^2 + M_y^2 + V(T_x^2 + T_y^2)} \times H_{fond}$ ) alla base per sisma, sensibilmente inferiore a quella derivante da vento estremo (in rapporto di 1 a 10 circa) in SLV, possiamo sicuramente concludere che tale azione non è dimensionante per le verifiche strutturali che seguono, anche se sommata a sollecitazioni dovute a vento in esercizio della macchina riportate in seguito.

A tal proposito è bene ricordare che per la norma italiana di riferimento, DM 17/01/2018 (8), il fattore di sicurezza per le combinazioni sismiche è 1,00 mentre è 1,50 per il vento, normative di settore quali la CEI IEC 61400-1 prevedono un fattore pari a 1,1.

## 5.7 COMBINAZIONI DI CARICO

La progettazione strutturale per singolo aerogeneratore è stata eseguita, ai sensi del D.M. 2018 [XI], verificando che l'opera soddisfi i requisiti di sicurezza nei confronti degli Stati Limite Ultimi SLU (Combinazione n° 1) e degli Stati Limite di Esercizio SLE (Combinazioni n° 2,3,4).

Pertanto, sono state considerate combinazioni di carico per azioni verticali e orizzontali, tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto sia della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli sia della probabilità che l'azione si verifichi con specifica intensità in relazione alle diverse situazioni analizzate.

- Per gli Stati Limite Ultimi è stata adottata la combinazione fondamentale per soli carichi statici, affinché siano soddisfatte le verifiche allo Stato Limite di salvaguardia della Vita (SLV):

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad \text{Combinazione n° 1}$$

dove:

$G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P$  rappresenta pretensione e precompressione;

$Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$  coefficienti parziali come definiti nella tabella 6.2.I delle NTC;

$\psi_{0j}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici, come definiti nella tabella 2.5.I. delle NTC

- Per gli Stati Limite di Esercizio degli elementi strutturali, degli elementi non strutturali e degli impianti le verifiche sono state condotte facendo riferimento alle seguenti combinazioni di carico:
- $G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$

### Combinazione n° 2 (quasi permanente)

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione n° 3 (frequente)

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

### Combinazione caratteristica n° 4 (rara)

dove:

$G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione

dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P$  rappresenta pretensione e precompressione;

$Q$  azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo

$Q_{ki}$  rappresenta il valore caratteristico della  $i$ -esima azione variabile;

$\psi_{0j}$ ,  $\psi_{1j}$ ,  $\psi_{2j}$  sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici, come definiti nella tabella 2.5.I.

- In zona sismica, le sollecitazioni derivanti dalle sole azioni sismiche sono combinate con quelle derivanti dai soli carichi statici secondo un'opportuna combinazione sismica,

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \text{ (Sisma X+, Sisma Y+)}$$

$E$  è l'azione sismica per lo stato limite e per la classe di importanza in esame;

$G_1$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

$G_2$  rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;

$P$  rappresenta pretensione e precompressione;

$\psi_{2i}$  coefficiente di combinazione delle azioni variabili  $Q_i$  come definiti in tab. 2.5.I. delle NTC

$Q_{ki}$  valore caratteristico dell'azione variabile  $Q_i$

$\gamma_E, \gamma_G, \gamma_P, \gamma_Q$  coefficienti parziali pari ad 1.

## 5.8 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE ULTIMO (SLU)

---

La progettazione strutturale è stata condotta in conformità a quanto stabilito nella normativa strutturale attualmente in vigore. In particolare le Norme Tecniche per le Costruzioni [XI], nel Capitolo 'Sesto' relativo alla 'Progettazione Geotecnica', impongono la effettuazione di verifiche geotecniche nei confronti degli Stati Limite Ultimi (SLU) secondo due approcci che impongono nelle combinazioni differenti coefficienti parziali nei confronti delle azioni (A), dei parametri geotecnici del terreno (M) e delle resistenze caratteristiche (R):

- Approccio 1: sono previste due combinazioni di gruppi di coefficienti, di cui la prima (A1+M1+R1) più cautelativa nei confronti delle verifiche strutturali (STR) e la seconda (A2+M1+R2) più cautelativa nei confronti delle verifiche geotecniche (GEO).
- Approccio 2: è prevista una unica combinazione di gruppi di coefficienti (A1+M1+R3), da adottare sia nelle verifiche geotecniche, sia nelle verifiche strutturali.

Nello specifico, trattandosi di fondazione su pali per un gruppo di aerogeneratori (WTG01 e WTG02), e di fondazione superficiale per gli altri aerogeneratori in progetto (WTG03, WTG04, WTG05, WTG06) la progettazione ha tenuto conto nelle verifiche allo SLU del contenimento delle azioni di progetto (con i pertinenti fattori amplificativi) da parte delle resistenze strutturali, nelle verifiche allo SLE degli effetti delle azioni di progetto (con i pertinenti fattori amplificativi) rilevandone la compatibilità con l'utilizzo della sovrastruttura.

In particolare, le verifiche SLU e SLE sono state condotte soddisfacendo i requisiti riportati, rispettivamente, nel § 6.4.3.1. e § 6.4.3.2 del DM 2018 [XI].

La citata normativa (§ 6.4.3.1. di [XI]) impone le seguenti verifiche SLU:

- SLU di tipo geotecnico (GEO)

Collasso per carico limite dell'insieme fondazione - terreno

Collasso per scorrimento sul piano di posa<sup>[XII]</sup>

Le verifiche GEO sono riportate al paragrafo 6.6.

- SLU di tipo strutturale (STR)  
Raggiungimento della resistenza negli elementi strutturali  
Le verifiche STR sono riportate al paragrafo 6.7
- EQU verifica allo stato limite ultimo di equilibrio come corpo rigido (EQU) per le sole fondazioni dirette-  
Le verifiche EQU sono riportate al paragrafo 7.3 per la fondazione di tipo diretto.

Nel caso in esame è stato adottato l'Approccio 2, pertanto le azioni di progetto in fondazione derivano da un'analisi strutturale svolta impiegando un'unica combinazione di gruppi di coefficienti parziali A1+M1+R3 (Tabb. 6.2.I, 6.2.II, 6.4.II di [XI]).

In particolare, la resistenza della fondazione soggetta a carichi assiali è stata eseguita ai sensi di quanto indicato dalla normativa DM 2018 [XI] nel § 6.4.2.1.:

Il valore di progetto della resistenza  $R_d$  della fondazione è stato determinato in modo analitico, con riferimento al valore caratteristico dei parametri geotecnici del terreno, diviso per il valore del coefficiente parziale  $\gamma_M$  specificato nella Tab. 6.2.II e tenendo conto, ove necessario, dei coefficienti parziali  $\gamma_R$  specificato nella Tab. 6.4.I per ciascun tipo di opera.

Il valore della resistenza caratteristica  $R_k$  è stato determinato, facendo riferimento alle procedure analitiche che prevedono l'utilizzo dei parametri geotecnici o dei risultati di prove in sito.

Tab. 6.2.II – Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_\varphi$	1.0	1.25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_c$	1.0	1.25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1.0	1.4
Peso dell'unità di volume	$\gamma$	$\gamma_\gamma$	1.0	1.0

Tab. 6.4.I – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche agli stati limite ultimi di fondazioni superficiali

Verifica	Coefficiente parziale
	(R3)
Carico limite	$\gamma_R = 2.3$
Scorrimento	$\gamma_R = 1.1$

## 6 DATI

### 6.1 MATERIALI

Simbologia adottata

n°	Indice materiale
Descrizione	Descrizione materiale
TC	Tipo calcestruzzo
Rck	Resistenza cubica caratteristica, espresso in [N/mmq]
$\gamma_{cls}$	Peso specifico calcestruzzo, espresso in [kN/mc]
E	Modulo elastico calcestruzzo, espresso in [N/mmq]
$\nu$	Coeff. di Poisson
n	Coeff. di omogeneizzazione
TA	Tipo acciaio

n°	Descrizione	TC	Rck [N/mmq]	$\gamma_{cls}$ [kN/mc]	E [N/mmq]	$\nu$	n	TA
1	C35/45	C35/45	45,000	24,52	34625,349	0.200	15.00	B450C

### 6.2 GEOMETRIA

Coordinate contorno esterno

n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]	n°	X [m]	Y [m]
1	27,00	15,00	2	26,94	16,18	3	26,77	17,34	4	26,48	18,48
5	26,09	19,59	6	25,58	20,66	7	24,98	21,67	8	24,28	22,61
9	23,49	23,49	10	22,61	24,28	11	21,67	24,98	12	20,66	25,58
13	19,59	26,09	14	18,48	26,48	15	17,34	26,77	16	16,18	26,94
17	15,00	27,00	18	13,82	26,94	19	12,66	26,77	20	11,52	26,48
21	10,41	26,09	22	9,34	25,58	23	8,33	24,98	24	7,39	24,28
25	6,51	23,49	26	5,72	22,61	27	5,02	21,67	28	4,42	20,66
29	3,91	19,59	30	3,52	18,48	31	3,23	17,34	32	3,06	16,18
33	3,00	15,00	34	3,06	13,82	35	3,23	12,66	36	3,52	11,52
37	3,91	10,41	38	4,42	9,34	39	5,02	8,33	40	5,72	7,39
41	6,51	6,51	42	7,39	5,72	43	8,33	5,02	44	9,34	4,42
45	10,41	3,91	46	11,52	3,52	47	12,66	3,23	48	13,82	3,06
49	15,00	3,00	50	16,18	3,06	51	17,34	3,23	52	18,48	3,52
53	19,59	3,91	54	20,66	4,42	55	21,67	5,02	56	22,61	5,72
57	23,49	6,51	58	24,28	7,39	59	24,98	8,33	60	25,58	9,34
61	26,09	10,41	62	26,48	11,52	63	26,77	12,66	64	26,94	13,82



6.3 SPESSORI PIASTRA

Simbologia adottata

Sp Spessore, espresso in [mm]

n° Indice del punto

X, Y Ascissa e ordinata del punto, espresso in [mm]

Sp	n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y
[mm]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]
900,0	1	3,00	3,00	2	27,00	3,00	3	27,00	27,00	4	3,00	27,00
1241,6	1	13,97	4,53	2	16,03	4,53	3	18,05	4,94	4	19,96	5,72
	5	21,67	6,87	6	23,13	8,33	7	24,28	10,04	8	25,06	11,95
	9	25,47	13,97	10	25,47	16,03	11	25,06	18,05	12	24,28	19,96
	13	23,13	21,67	14	21,67	23,13	15	19,96	24,28	16	18,05	25,06
	17	16,03	25,47	18	13,97	25,47	19	11,95	25,06	20	10,04	24,28
	21	8,33	23,13	22	6,87	21,67	23	5,72	19,96	24	4,94	18,05
	25	4,53	16,03	26	4,53	13,97	27	4,94	11,95	28	5,72	10,04
	29	6,87	8,33	30	8,33	6,87	31	10,04	5,72	32	11,95	4,94
1583,2	1	14,12	6,03	2	15,88	6,03	3	17,62	6,37	4	19,25	7,05
	5	20,72	8,03	6	21,97	9,28	7	22,95	10,75	8	23,63	12,38
	9	23,97	14,12	10	23,97	15,88	11	23,63	17,62	12	22,95	19,25
	13	21,97	20,72	14	20,72	21,97	15	19,25	22,95	16	17,62	23,63
	17	15,88	23,97	18	14,12	23,97	19	12,38	23,63	20	10,75	22,95
	21	9,28	21,97	22	8,03	20,72	23	7,05	19,25	24	6,37	17,62
	25	6,03	15,88	26	6,03	14,12	27	6,37	12,38	28	7,05	10,75
	29	8,03	9,28	30	9,28	8,03	31	10,75	7,05	32	12,38	6,37
1924,8	1	14,26	7,52	2	15,74	7,52	3	17,18	7,81	4	18,54	8,37
	5	19,77	9,19	6	20,81	10,23	7	21,63	11,46	8	22,19	12,82
	9	22,48	14,26	10	22,48	15,74	11	22,19	17,18	12	21,63	18,54
	13	20,81	19,77	14	19,77	20,81	15	18,54	21,63	16	17,18	22,19
	17	15,74	22,48	18	14,26	22,48	19	12,82	22,19	20	11,46	21,63
	21	10,23	20,81	22	9,19	19,77	23	8,37	18,54	24	7,81	17,18
	25	7,52	15,74	26	7,52	14,26	27	7,81	12,82	28	8,37	11,46
	29	9,19	10,23	30	10,23	9,19	31	11,46	8,37	32	12,82	7,81
2266,4	1	14,41	9,02	2	15,59	9,02	3	16,74	9,25	4	17,83	9,70
	5	18,81	10,35	6	19,65	11,19	7	20,30	12,17	8	20,75	13,26
	9	20,98	14,41	10	20,98	15,59	11	20,75	16,74	12	20,30	17,83
	13	19,65	18,81	14	18,81	19,65	15	17,83	20,30	16	16,74	20,75
	17	15,59	20,98	18	14,41	20,98	19	13,26	20,75	20	12,17	20,30
	21	11,19	19,65	22	10,35	18,81	23	9,70	17,83	24	9,25	16,74
	25	9,02	15,59	26	9,02	14,41	27	9,25	13,26	28	9,70	12,17
	29	10,35	11,19	30	11,19	10,35	31	12,17	9,70	32	13,26	9,25
2608,0	1	14,56	10,51	2	15,44	10,51	3	16,31	10,69	4	17,12	11,02
	5	17,86	11,52	6	18,48	12,14	7	18,98	12,88	8	19,31	13,69
	9	19,49	14,56	10	19,49	15,44	11	19,31	16,31	12	18,98	17,12
	13	18,48	17,86	14	17,86	18,48	15	17,12	18,98	16	16,31	19,31
	17	15,44	19,49	18	14,56	19,49	19	13,69	19,31	20	12,88	18,98
	21	12,14	18,48	22	11,52	17,86	23	11,02	17,12	24	10,69	16,31
	25	10,51	15,44	26	10,51	14,56	27	10,69	13,69	28	11,02	12,88
	29	11,52	12,14	30	12,14	11,52	31	12,88	11,02	32	13,69	10,69
3550,0	1	14,71	12,01	2	15,29	12,01	3	15,87	12,12	4	16,42	12,35
	5	16,91	12,68	6	17,32	13,09	7	17,65	13,58	8	17,88	14,13
	9	17,99	14,71	10	17,99	15,29	11	17,88	15,87	12	17,65	16,42
	13	17,32	16,91	14	16,91	17,32	15	16,42	17,65	16	15,87	17,88
	17	15,29	17,99	18	14,71	17,99	19	14,13	17,88	20	13,58	17,65
	21	13,09	17,32	22	12,68	16,91	23	12,35	16,42	24	12,12	15,87
	25	12,01	15,29	26	12,01	14,71	27	12,12	14,13	28	12,35	13,58

Sp	n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y	n°	X	Y
[mm]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]		[m]	[m]
	29	12,68	13,09	30	13,09	12,68	31	13,58	12,35	32	14,13	12,12

#### 6.4 DESCRIZIONE TERRENI

Sulla scorta degli studi delle risultanze delle indagini geognostiche effettuate è stato possibile elaborare per l'area di progetto un modello geologico di riferimento, il quale tiene conto di tutte le informazioni acquisite durante il presente studio, che viene nel seguito esplicitato.

All'interno dell'area progettuale le caratteristiche stratigrafiche e geotecniche del sedime di fondazione sono abbastanza omogenee consentendo di individuare due distinte successioni di terreni: la prima per il gruppo di aerogeneratori costituito dagli aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09, la seconda per il gruppo di aerogeneratori costituito dai A06 ed A07.

In particolare si rileva la presenza di sabbie limose per una profondità pari a mt 4,00 ÷ 6,00 e argille fino ai 10 mt (massima profondità indagata) per le successioni A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09, sabbie o sabbie limose su litotipo calcareo per i primi 5÷7 mt e successivo litotipo calcareo fino a 10 mt (massima profondità indagata) per le successioni A06 ed A07.

La falda idrica superficiale non è presente in nessuna delle aree investigate, mentre quella profonda non ha interazione con le opere in progetto.

Alla luce di quanto detto è possibile distinguere all'interno dell'area interessata dal parco eolico le seguenti unità litologiche [U.L.]:

Siti di ubicazione degli aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09

- Unità Litologica 1: Sabbie limose
- Unità Litologica 2: Argille con basso grado di consolidazione crescente con la profondità o sabbie (A=3 ed A04)

Siti di ubicazione degli aerogeneratori A06 ed A07

- Unità Litologica 3: Sabbie limose
- Unità Litologica 4: Litotipo calcareo con grado di coesione crescente con la profondità

Sulla base dei modelli geologico di riferimento è possibile inoltre considerare i seguenti aspetti, valevoli per tutta l'area progettuale:

Categoria di sottosuolo A- B-C

Categoria Topografica T1

Rischio liquefazione dei terreni : Nullo

Rischio instabilità dei terreni : Situazione Stabile

Pericolosità geo-sismica del sito : Bassa

In accordo con il modello geologico, sintetizzando le risultanze delle indagini geognostiche effettuate unitamente ai dati bibliografici in possesso dello scrivente, è stato elaborato il modello geotecnico dell'area in studio, il quale è formato dalle seguenti unità geotecniche:

I valori delle principali caratteristiche fisiche e meccaniche sono stati ricavati dall'elaborazione di tutte le prove eseguite oltre che da dati bibliografici in possesso dello scrivente riguardanti indagini pregresse su terreni simili a quelli in studio.

In particolare sono state parametrizzate le Unità geotecniche 1 e 2 di entrambi i gruppi di aerogeneratori.

**UNITÀ GEOTECNICA 1 e 3: Sabbie limose**

In pratica, data la profondità del piano di intradosso della piastra di fondazione e considerando la presenza di sottostante spessore in calcestruzzo magro, tale strato non sarà interessato dalle strutture.

Parametri geotecnici principali caratteristici:

$\gamma$  (kN/m<sup>3</sup>) Peso per unità di volume naturale 16.7

$\phi$  (°) Angolo di attrito 29°

$c_u$  (kPa) Coesione non drenata 56

E (Mpa) Modulo Elastico 361

$E_{ED}$  (Mpa) Modulo edometrico 580

$\nu$  Coefficiente di Poisson 0,35

#### **UNITA' GEOTECNICA 2: Argille con basso grado di consolidazione crescente con la profondità**

Falda: Assente.

Caratteristiche geotecniche generali: terreni a comportamento geotecnico da discreto a buono, prevalentemente coerente, a consistenza generalmente medio-bassa nei livelli superficiali, che tende ad aumentare con la profondità.

Comportamento Strato: addensato

Stato di addensamento: mediamente addensato.

Parametri geotecnici principali caratteristici:

$\gamma$  (kN/m<sup>3</sup>) Peso per unità di volume naturale 21.2

$\phi$  (°) Angolo di attrito 36°

$c_u$  (kPa) Coesione non drenata 200

E (Mpa) Modulo Elastico 2184

$E_{ED}$  (Mpa) Modulo edometrico 3505

$\nu$  Coefficiente di Poisson 0,35

#### **UNITA' GEOTECNICA 4: Litotipo calcareo con grado di coesione crescente con la profondità**

Falda: Assente.

Caratteristiche geotecniche generali: terreni a comportamento geotecnico da discreto a buono, con comportamento assilabile ad un ammasso roccioso dalle discrete qualità.

Comportamento Strato: Roccioso

Parametri geotecnici principali caratteristici:

$\gamma$  (kN/m<sup>3</sup>) Peso per unità di volume naturale 21.8

$\phi$  (°) Angolo di attrito 26°

$c'$  (kPa) Coesione efficace 204

E (Mpa) Modulo Elastico Statico 2668

$E_{ED}$  (Mpa) Modulo edometrico 4281

$\nu$  Coefficiente di Poisson 0,35

KW Costante di Winkler (kg/cm<sup>2</sup>) 10

Le stratigrafie per singolo aerogeneratore sono riportate di seguito.

### AEROGENATORE A01

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e stimare i seguenti parametri meccanici:

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici			
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,20 m	-			
[2] Sabbie limose	0,20 m ÷ 5,80 m	Velocità Vp	Vp= 568 m/s		
		Velocità Vs	Vs= 273 m/s		
		Coesione non drenata (Terzaghi – Peck)	Cu= 0,56 kg/cm <sup>2</sup>		
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	φ= 29,38°		
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 361 MPa		
		Modulo edometrico	Ed= 580 MPa		
		Modulo di Poisson (AGI)	0,34		
		Classificazione AGI (1977)	Poco addensato		
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	γ= 1,67 t/m <sup>3</sup>		
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	γ <sub>sat</sub> = 1,91 t/m <sup>3</sup>		
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	1,74		
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata		
		[3] Argille	5,80 m ÷ 10,00 m	Velocità Vp	Vp= 1395
Velocità Vs	Vs= 670				
Coesione non drenata (Terzaghi – Peck)	Cu= 2,08 kg/cm <sup>2</sup>				
Angolo d'attrito (Uzielli e Mayne)	φ ≤ 26°				
Modulo elastico (di Young)	Ey= 2184 MPa				
Modulo edometrico	Ed= 3505 MPa				
Modulo di Poisson	ν= 0,35				
Classificazione AGI (1977)	Estremamente consistente				
Peso unità di volume (Meyerhof)	γ= 2,18 t/m <sup>3</sup>				
Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	γ <sub>sat</sub> = 2,40 t/m <sup>3</sup>				
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata				
CATEGORIA SOTTOSUOLO				V <sub>s,eq</sub> = 538 m/s	B

**AEROGENATORE A02**

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e stimare i seguenti parametri meccanici:

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici	
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,40 m	-	-
[2] Sabbie limose	0,20 m ÷ 5,20 m	Velocità Vp	Vp= 936 m/s
		Velocità Vs	Vs= 450 m/s
		Coazione non drenata (Terzaghi - Peck)	Cu= 0,56 kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	φ= 29,39°
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 983 MPa
		Modulo edometrico	Ed= 1577 MPa
		Modulo di Poisson (AGI)	0,34
		Classificazione AGI (1977)	Poco addensato
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	γ= 1,67 t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	γ <sub>sat</sub> = 1,91 t/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	K <sub>0</sub> = 1,75
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
[3] Argille	5,20 m ÷ 10,00 m	Velocità Vp	Vp= 1927 m/s
		Velocità Vs	Vs= 926 m/s
		Coazione non drenata (Terzaghi - Peck)	Cu= 1,71 kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Uzielli e Mayne)	φ ≤ 26°
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 4165 MPa
		Modulo edometrico	Ed= 6685 MPa
		Modulo di Poisson	ν= 0,35
		Classificazione AGI (1977)	Molto consistente
		Peso unità di volume (Meyerhof)	γ= 2,12 t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	γ <sub>sat</sub> = 2,23 t/m <sup>3</sup>
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
		CATEGORIA SOTTOSUOLO	

### AEROGENATORE A03

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e stimare i seguenti parametri meccanici:

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici	
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,20 m	-	-
[2] Sabbie limose	0,20 m ÷ 4,20 m	Velocità Vp	Vp= 574 m/s
		Velocità Vs	Vs= 276 m/s
		Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	Cu= 0,49 kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	φ= 29,06°
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 360 MPa
		Modulo edometrico	Ed= 594 MPa
		Modulo di Poisson (AGI)	0,34
		Classificazione AGI (1977)	Poco addensato
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	γ= 1,63 t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	γ <sub>sat</sub> = 1,90 t/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	K <sub>0</sub> = 1,49
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
		[3] Sabbie	4,20 m ÷ 9,20 m
Velocità Vs	Vs= 482 m/s		
Coesione	c'= 0,02 kg/cm <sup>2</sup>		
Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	φ= 33,36°		
Modulo elastico (di Young)	Ey= 1131 MPa		
Modulo edometrico	Ed= 1814 MPa		
Modulo di Poisson (AGI)	ν= 0,31		
Classificazione AGI (1977)	Moderatamente addensato		
Peso unità di volume (Meyerhof)	γ= 2,03 t/m <sup>3</sup>		
Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	γ <sub>sat</sub> = 1,99 t/m <sup>3</sup>		
Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	K <sub>0</sub> = 4,44		
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata		
CATEGORIA SOTTOSUOLO			

**AEROGENATORE A84**

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e ritrarne i seguenti parametri meccanici:

Descrizione	Profondità	Parametri geotecnici	
[1] Terreno vegetale	0,00 m + 0,40 m	-	-
[2] Sabbie limose	0,40 m + 1,60 m	Velocità $V_p$	$V_p = 260$ m/s
		Velocità $V_s$	$V_s = 125$ m/s
		Coarazione non drenata (Terzaghi - Peck)	$C_u = 0,58$ kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Peck-Hansen-Thorburn-Meyerhof 1956)	$\varphi = 29,44^\circ$
		Modulo elastico (di Young)	$E_s = 35$ MPa
		Modulo edometrico	$E_d = 121$ MPa
		Modulo di Poisson (ACI)	$\nu = 0,34$
		Classificazione ACI (1977)	Poco addensato
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	$\gamma = 1,68$ t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	$\gamma_{sat} = 1,91$ t/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di spinta a riposo (Nasirac 1971/1982)	$K_0 = 1,68$
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
		[3] Sabbie	1,60 m + 2,80 m
Velocità $V_s$	$V_s = 235$ m/s		
Coarazione	$c^* = 0,02$ kg/cm <sup>2</sup>		
Angolo d'attrito (Peck-Hansen-Thorburn-Meyerhof 1956)	$\varphi = 38,17^\circ$		
Modulo elastico (di Young)	$E_s = 370$ MPa		
Modulo edometrico	$E_d = 394$ MPa		
Modulo di Poisson (ACI)	$\nu = 0,28$		
Classificazione ACI (1977)	Addensato		
Peso unità di volume (Meyerhof)	$\gamma = 2,20$ t/m <sup>3</sup>		
Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	$\gamma_{sat} = 2,10$ t/m <sup>3</sup>		
Coefficiente di spinta a riposo (Nasirac 1971/1982)	$K_0 = 5,78$		
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata		
[4] Sabbie limose	2,80 m + 10,00		
		Velocità $V_s$	$V_s = 482$ m/s
		Coarazione non drenata (Terzaghi - Peck)	$C_u = 0,55$ kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Peck-Hansen-Thorburn-Meyerhof 1956)	$\varphi = 29,34^\circ$
		Modulo elastico (di Young)	$E_s = 1131$ MPa
		Modulo edometrico	$E_d = 3816$ MPa

		Modulo di Poisson (ACI)	$\nu = 0,34$
		Classificazione ACI (1977)	Poco addensato
		Peso unità di volume (Meyerhof)	$\gamma = 1,67$ t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	$\gamma_{sat} = 1,91$ t/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di spinta a riposo (Nasirac 1971/1982)	$K_0 = 1,71$
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
CATEGORIA SOTTOSUOLO		$V_{s,lim} = 551$ m/s	B

**AEROGENATORE A05**

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e stimare i seguenti parametri meccanici:

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici		
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,40 m	-	-	
[2] Sabbie limose	0,20 m ÷ 5,20 m	Velocità $V_p$	$V_p = 767 \text{ m/s}$	
		Velocità $V_s$	$V_s = 369 \text{ m/s}$	
		Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	$C_u = 0,60 \text{ kg/cm}^2$	
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	$\varphi = 29,54^\circ$	
		Modulo elastico (di Young)	$E_y = 660 \text{ MPa}$	
		Modulo edometrico	$E_d = 1060 \text{ MPa}$	
		Modulo di Poisson (AGI)	0,34	
		Classificazione AGI (1977)	Poco addensato	
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	$\gamma = 1,69 \text{ t/m}^3$	
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	$\gamma_{sat} = 1,91 \text{ t/m}^3$	
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	$K_0 = 1,87$	
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata	
		[3] Argille	5,20 m ÷ 10,00 m	Velocità $V_p$
Velocità $V_s$	$V_s = 741 \text{ m/s}$			
Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	$C_u = 2,08 \text{ kg/cm}^2$			
Angolo d'attrito (Uzielli e Mayne)	$\varphi \leq 26^\circ$			
Modulo elastico (di Young)	$E_y = 2668 \text{ MPa}$			
Modulo edometrico	$E_d = 4281 \text{ MPa}$			
Modulo di Poisson	$\nu = 0,35$			
Classificazione AGI (1977)	Estremamente consistente			
Peso unità di volume (Meyerhof)	$\gamma = 2,18 \text{ t/m}^3$			
Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	$\gamma_{sat} = 2,40 \text{ t/m}^3$			
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata			
CATEGORIA SOTTOSUOLO	$V_{s, eq} = 519 \text{ m/s}$			B



### AEROGENATORE A06

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e stimare i seguenti parametri meccanici:

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici			
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,20 m	-	-		
[2] Sabbie	0,20 m ÷ 3,40 m	Velocità Vp	Vp= 819 m/s		
		Velocità Vs	Vs= 393 m/s		
		Coesione	c'= 0,02 kg/cm <sup>2</sup>		
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn- Meyerhof 1956)	φ= 37,31°		
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 752 MPa		
		Modulo edometrico	Ed= 1207 MPa		
		Modulo di Poisson (AGI)	0,28		
		Classificazione AGI (1977)	Addensato		
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	γ= 2,18 t/m <sup>3</sup>		
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	γ <sub>sat</sub> = 2,08 t/m <sup>3</sup>		
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	K <sub>0</sub> =6,41		
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata		
		[3] Litotipo calcareo	5,20 m ÷ profondità di interesse geotecnica	Velocità Vp	Vp= 1740 m/s
				Velocità Vs	Vs= 836 m/s
Coesione (Mohr-Coulomb)	c'=2,04 kg/cm <sup>2</sup>				
Angolo d'attrito (Mohr-Coulomb)	φ= 34,76°				
Modulo elastico (di Young)	Ey= 3395 MPa				
Modulo edometrico	Ed= 5449 MPa				
Modulo di Poisson	ν= 0,35				
Peso unità di volume (Tezcan et al.)	γ= 2,50 t/m <sup>3</sup>				
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata				
CATEGORIA SOTTOSUOLO				V <sub>s, eq</sub> = 1023 m/s	A

**AEROGENATORE A07**

È possibile ricostruire un modello geologico del sottosuolo e stimare i seguenti parametri meccanici:

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici	
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,40 m	-	-
[2] Sabbie limose	0,40 m ÷ 7,00 m	Velocità $V_p$	$V_p = 1189$ m/s
		Velocità $V_s$	$V_s = 571$ m/s
		Coesione non drenata (Terzaghi-Peck)	$C_u = 1,13$ kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	$\phi = 31,77^\circ$
		Modulo elastico (di Young)	$E_y = 1585$ MPa
		Modulo edometrico	$E_d = 2544$ MPa
		Modulo di Poisson (AGI)	0,32
		Classificazione AGI (1977)	Moderatamente addensato
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	$\gamma = 1,92$ t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	$\gamma_{sat} = 1,96$ t/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	$K_0 = 3,45$
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
		[3] Litotipo calcareo	7,00 m ÷ profondità di interesse geotecnica
Velocità $V_s$	$V_s = 1109$ m/s		
Coesione (Mohr-Coulomb)	$c' = 2,71$ kg/cm <sup>2</sup>		
Angolo d'attrito (Mohr-Coulomb)	$\phi = 39,4^\circ$		
Modulo elastico (di Young)	$E_y = 5977$ MPa		
Modulo edometrico	$E_d = 9592$ MPa		
Modulo di Poisson	$\nu = 0,35$		
Peso unità di volume (Tezcan et al.)	$\gamma = 2,6$ t/m <sup>3</sup>		
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata		
CATEGORIA SOTTOSUOLO			

**AEROGENATORE A08**

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici			
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,40 m	-	-		
[2] Sabbie limose	0,40 m ÷ 6,60 m	Velocità $V_p$	$V_p = 1026 \text{ m/s}$		
		Velocità $V_s$	$V_s = 493 \text{ m/s}$		
		Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	$C_u = 0,53 \text{ kg/cm}^2$		
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	$\varphi = 29,23^\circ$		
		Modulo elastico (di Young)	$E_y = 1181 \text{ MPa}$		
		Modulo edometrico	$E_d = 1895 \text{ MPa}$		
		Modulo di Poisson (AGI)	0,34		
		Classificazione AGI (1977)	Poco addensato		
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	$\gamma = 1,65 \text{ t/m}^3$		
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	$\gamma_{sat} = 1,90 \text{ t/m}^3$		
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	$K_0 = 1,63$		
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata		
		[3] Argille	6,60 m ÷ 10,00 m	Velocità $V_p$	$V_p = 1657 \text{ m/s}$
Velocità $V_s$	$V_s = 796 \text{ m/s}$				
Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	$C_u = 2,00 \text{ kg/cm}^2$				
Angolo d'attrito (Uzielli e Mayne)	$\varphi \leq 26^\circ$				
Modulo elastico (di Young)	$E_y = 3079 \text{ MPa}$				
Modulo edometrico	$E_d = 4942 \text{ MPa}$				
Modulo di Poisson	$\nu = 0,35$				
Classificazione AGI (1977)	Molto consistente				
Peso unità di volume (Meyerhof)	$\gamma = 2,16 \text{ t/m}^3$				
Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	$\gamma_{sat} = 2,36 \text{ t/m}^3$				
Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata				
<b>CATEGORIA SOTTOSUOLO</b>				$V_{s,eq} = 372 \text{ m/s}$	B

**AEROGENATORE A09**

Litotipo	Profondità	Parametri geotecnici	
[1] Terreno vegetale	0,00 m ÷ 0,40 m	-	-
[2] Sabbie limose	0,20 m ÷ 6,00 m	Velocità Vp	Vp= 803 m/s
		Velocità Vs	Vs= 386 m/s
		Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	Cu= 0,67 kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Peck-Hanson-Thornburn-Meyerhof 1956)	φ= 29,84°
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 723 MPa
		Modulo edometrico	Ed= 1160 MPa
		Modulo di Poisson (AGI)	0,33
		Classificazione AGI (1977)	Poco addensato
		Peso unità di volume (Meyerhof et al.)	γ= 1,73 t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Terzaghi-Peck 1948/1967)	γ <sub>sat</sub> = 1,92 t/m <sup>3</sup>
		Coefficiente di spinta a riposo (Navfac 1971/1982)	K <sub>0</sub> = 2,09
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
[3] Argille	6,00 m ÷ 10,00 m	Velocità Vp	Vp= 1787 m/s
		Velocità Vs	Vs= 858 m/s
		Coesione non drenata (Terzaghi - Peck)	Cu= 1,37 kg/cm <sup>2</sup>
		Angolo d'attrito (Uzielli e Mayne)	φ ≤ 26°
		Modulo elastico (di Young)	Ey= 3580 MPa
		Modulo edometrico	Ed= 5746 MPa
		Modulo di Poisson	ν= 0,35
		Classificazione AGI (1977)	Molto consistente
		Peso unità di volume (Meyerhof)	γ= 2,10 t/m <sup>3</sup>
		Peso unità di volume saturo (Meyerhof)	γ <sub>sat</sub> = 2,31 t/m <sup>3</sup>
		Falda superficiale dal p.c.	Non rilevata
		<b>CATEGORIA SOTTOSUOLO</b>	

In definitiva si assumono i seguenti modelli geotecnici.

*Caratteristiche fisico meccaniche*

Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]
γ <sub>sat</sub>	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]
φ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
φ	Angolo di attrito fondazione-terreno espresso in gradi
c	Coesione del terreno espressa in [N/mmq]
ca	Adesione del terreno espressa in [N/mmq]
σ <sub>t</sub>	Tensione tangenziale, per calcolo portanza micropali con il metodo di Bustamante-Doix, espressa in [N/mmq]
λ	Coeff. di espansione laterale

Descrizione	γ [kN/mc]	γ <sub>sat</sub> [kN/mc]	φ [°]	φ [°]	c [N/mmq]	ca [N/mmq]	σ <sub>t</sub> [N/mmq]	λ
Sabbie limose	16,700	19,100	0,00	0,00	0,5600	0,2800	0,0000	1,00
			0,00	0,00	0,5600	0,2800	0,0000	
			0,00	0,00	0,5600	0,2800	0,0000	
ARGILLA	21,800	21,800	0,00	0,00	2,0000	1,0000	0,0000	1,00
			0,00	0,00	2,0000	1,0000	0,0000	
			0,00	0,00	2,0000	1,0000	0,0000	

Modello geotecnico aerogeneratori A01 A02 A03 A04 A05 A08 A09

Descrizione	$\sigma$ [kN/mc]	$\sigma_{sat}$ [kN/mc]	$\phi$ [°]	$\delta$ [°]	c [N/mmq]	ca [N/mmq]
SABBIE	21,800	21,800	37,00	24,67	0,0200	0,0100
Litotipo calcareo	25,000	25,000	34,00	22,67	0,2000	0,1000

### Modello geotecnico aerogeneratori A06 A07

#### Caratteristiche di deformabilità

##### Simbologia adottata

Descrizione	Descrizione terreno
Ed	Modulo edometrico espresso in [N/mmq]
RR	Rapporto di ricomprensione
CR	Rapporto di compressione
OCR	Grado di sovraconsolidazione
E	Modulo elastico espresso in [N/mmq]
$\nu$	Coefficiente di Poisson

Descrizione	Ed [N/mmq]	RR	CR	OCR	E [N/mmq]	$\nu$
SABBIE	1207,000	0.0000	0.0000	0.0000	572,000	0.370
Litotipo calcareo	5449,000	0.0000	0.0000	1.0000	3395,000	0.300

#### Descrizione stratigrafia adottata per il modello geotecnico e falda

##### Simbologia adottata

N	Identificativo strato
Z1	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
Z2	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
Z3	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
Terreno	Terreno associato allo strato

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno	Ks	Kw [kg/cm <sup>2</sup> /cm]	$\nu$
1	-6,0	-6,0	-6,0	Sabbie limose	0.000	0.000	1.000
2	-35,0	-35,0	-35,0	ARGILLA	0.700	1.500	1.000

#### Fondazioni profonde aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09

N	Z1 [m]	Z2 [m]	Z3 [m]	Terreno
1	-5,0	-5,0	-5,0	SABBIE
2	-35,0	-35,0	-40,0	Litotipo calcareo

#### Fondazioni superficiali aerogeneratori A06 ed A07

#### Falda

Falda non presente

## 6.5 CARICHI

#### Convenzioni adottate

##### Carichi e reazioni vincolari

Fz	Carico verticale positivo verso il basso
Fx	Forza orizzontale in direzione X positiva nel verso delle X crescenti.
Fy	Forza orizzontale in direzione Y positiva nel verso delle Y crescenti.
Mx	Momento con asse vettore parallelo all'asse X positivo antiorario.
My	Momento con asse vettore parallelo all'asse Y positivo antiorario.

## Sollecitazioni

Mx	Momento flettente X con asse vettore parallelo all'asse Y (positivo se tende le fibre inferiori).
My	Momento flettente Y con asse vettore parallelo all'asse X (positivo se tende le fibre inferiori).
Mxy	Momento flettente XY.

## Condizioni di carico

### Carichi concentrati

### Simbologia adottata

Ic	Indice carico
X	Ascissa carico espressa in [m]
Y	Ordinata carico espressa in [m]
N	Carico verticale espresso in [kN]
Mx	Momento intorno all'asse X espresso in [kNm]
My	Momento intorno all'asse Y espresso in [kNm]
Tx	Forza orizzontale in direzione X espressa in [kN]
Ty	Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kN]

### Condizione n° 1 - Permanenti torre [Permanente]

Oggetto	X [m]	Y [m]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
Piastra	17,18	15,00	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,17	15,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,16	15,26	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,14	15,39	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,11	15,52	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,08	15,65	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,03	15,77	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,98	15,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,93	16,01	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,86	16,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,79	16,24	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,71	16,34	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,63	16,44	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,54	16,54	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,44	16,63	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,34	16,71	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,24	16,79	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,13	16,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,01	16,93	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,89	16,98	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,77	17,03	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,65	17,08	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,52	17,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,39	17,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,26	17,16	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,13	17,17	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,00	17,18	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,87	17,17	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,74	17,16	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,61	17,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,48	17,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,35	17,08	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,23	17,03	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,11	16,98	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,99	16,93	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,87	16,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,76	16,79	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,66	16,71	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,56	16,63	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,46	16,54	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,37	16,44	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,29	16,34	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,21	16,24	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,14	16,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,07	16,01	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,02	15,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,97	15,77	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,92	15,65	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,89	15,52	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,86	15,39	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,84	15,26	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,83	15,13	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,82	15,00	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,83	14,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000

Oggetto	X	Y	N	Mx	My	Tx	Ty
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Piastra	12,84	14,74	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,86	14,61	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,89	14,48	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,92	14,35	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	12,97	14,23	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,02	14,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,07	13,99	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,14	13,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,21	13,76	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,29	13,66	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,37	13,56	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,46	13,46	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,56	13,37	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,66	13,29	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,76	13,21	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,87	13,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	13,99	13,07	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,11	13,02	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,23	12,97	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,35	12,92	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,48	12,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,61	12,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,74	12,84	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	14,87	12,83	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,00	12,82	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,13	12,83	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,26	12,84	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,39	12,86	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,52	12,89	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,65	12,92	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,77	12,97	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	15,89	13,02	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,01	13,07	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,13	13,14	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,24	13,21	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,34	13,29	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,44	13,37	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,54	13,46	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,63	13,56	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,71	13,66	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,79	13,76	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,86	13,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,93	13,99	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	16,98	14,11	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,03	14,23	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,08	14,35	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,11	14,48	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,14	14,61	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,16	14,74	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000
Piastra	17,17	14,87	65,635	0,000	0,000	0,000	0,000

Condizione n° 2 - Estremi torre [Variabile -  $\sigma_0=1.00$   $\sigma_1=0.90$   $\sigma_2=0.80$ ]

Oggetto	X	Y	N	Mx	My	Tx	Ty
	[m]	[m]	[kN]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]
Piastra	17,18	15,00	1577,348	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,17	15,13	1574,471	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,16	15,26	1565,848	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,14	15,39	1551,511	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,11	15,52	1531,513	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,08	15,65	1505,927	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,03	15,77	1474,846	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,98	15,89	1438,384	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,93	16,01	1396,673	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,86	16,13	1349,865	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,79	16,24	1298,132	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,71	16,34	1241,663	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,63	16,44	1180,662	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,54	16,54	1115,354	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,44	16,63	1045,975	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,34	16,71	972,781	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,24	16,79	896,036	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,13	16,86	816,022	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,01	16,93	733,030	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,89	16,98	647,364	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,77	17,03	559,335	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,65	17,08	469,266	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,52	17,11	377,484	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,39	17,14	284,325	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,26	17,16	190,128	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,13	17,17	95,238	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,00	17,18	0,000	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,87	17,17	-95,238	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,74	17,16	-190,128	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,61	17,14	-284,325	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,48	17,11	-377,484	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,35	17,08	-469,266	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,23	17,03	-559,335	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,11	16,98	-647,364	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,99	16,93	-733,030	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,87	16,86	-816,022	0,000	0,000	14,768	0,000

Oggetto	X [m]	Y [m]	N [kN]	Mx [kNm]	My [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]
Piastra	13,76	16,79	-896,036	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,66	16,71	-972,781	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,56	16,63	-1045,975	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,46	16,54	-1115,354	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,37	16,44	-1180,662	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,29	16,34	-1241,663	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,21	16,24	-1298,132	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,14	16,13	-1349,865	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,07	16,01	-1396,673	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,02	15,89	-1438,384	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,97	15,77	-1474,846	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,92	15,65	-1505,927	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,89	15,52	-1531,513	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,86	15,39	-1551,511	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,84	15,26	-1565,848	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,83	15,13	-1574,471	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,82	15,00	-1577,348	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,83	14,87	-1574,471	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,84	14,74	-1565,848	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,86	14,61	-1551,511	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,89	14,48	-1531,513	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,92	14,35	-1505,927	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	12,97	14,23	-1474,846	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,02	14,11	-1438,384	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,07	13,99	-1396,673	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,14	13,87	-1349,865	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,21	13,76	-1298,132	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,29	13,66	-1241,663	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,37	13,56	-1180,662	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,46	13,46	-1115,354	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,56	13,37	-1045,975	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,66	13,29	-972,781	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,76	13,21	-896,036	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,87	13,14	-816,022	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	13,99	13,07	-733,030	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,11	13,02	-647,364	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,23	12,97	-559,335	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,35	12,92	-469,266	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,48	12,89	-377,484	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,61	12,86	-284,325	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,74	12,84	-190,128	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	14,87	12,83	-95,238	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,00	12,82	0,000	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,13	12,83	95,238	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,26	12,84	190,128	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,39	12,86	284,325	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,52	12,89	377,484	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,65	12,92	469,266	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,77	12,97	559,335	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	15,89	13,02	647,364	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,01	13,07	733,030	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,13	13,14	816,022	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,24	13,21	896,036	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,34	13,29	972,781	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,44	13,37	1045,975	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,54	13,46	1115,354	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,63	13,56	1180,662	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,71	13,66	1241,663	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,79	13,76	1298,132	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,86	13,87	1349,865	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,93	13,99	1396,673	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	16,98	14,11	1438,384	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,03	14,23	1474,846	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,08	14,35	1505,927	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,11	14,48	1531,513	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,14	14,61	1551,511	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,16	14,74	1565,848	0,000	0,000	14,768	0,000
Piastra	17,17	14,87	1574,471	0,000	0,000	14,768	0,000

Peso terreno gravante sulla fondazione

Oggetto	Pt [kN]
Piastra 1	14270

Normativa - Coefficienti di sicurezza

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{G1}$	1.30
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Q1}$	1.50
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{G1,fbv}$	0.90



### Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1.00
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1.00
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{c_u}$	1.00

### Elenco combinazioni di calcolo

Numero combinazioni definite 4

Simbologia adottata

CP Coefficiente di partecipazione della condizione

#### Combinazione n° 1 - STR - A1-M1-R3

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.30
Permanenti torre	1.30
Estremi torre	1.50

#### Combinazione n° 2 - SLE Quasi permanente

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.00
Permanenti torre	1.00
Estremi torre	0.80

#### Combinazione n° 3 - SLE Frequente

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.00
Permanenti torre	1.00
Estremi torre	0.90

#### Combinazione n° 4 - SLE Rara

Condizione	CP
Peso proprio, Peso terreno sulla piastra	1.00
Permanenti torre	1.00
Estremi torre	1.00

### Impostazioni di analisi

#### *Portanza fondazione superficiale*

Metodo calcolo portanza: Hansen

Criterio di media calcolo strato equivalente: Ponderata

Riduzione portanza per effetto eccentricità: Meyerhof

*Fattore di rigidezza della sovrastruttura 0.00*

## 6.6 DETTAGLI CALCOLO CAPACITA' PORTANTE

---

Simbologia adottata

$I_c$	Indice combinazione
$N_c, N_q, N_{\varphi}$	coeff. di capacità portante
$N'_c, N'_q, N'_{\varphi}$	coeff. di capacità portante corretti (fattori di forma, di affondamento, ecc.)

#### Parametri strato equivalente terreno di progetto

H	Altezza cuneo di rottura, espresso in [m]
$\gamma$	Peso nell'unità di volume, espresso in [kN/mc]

- $\alpha$  Angolo di attrito, espresso in [°]  
 c Coesione, espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

n°	Oggetto	N <sub>c</sub>	N' <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N' <sub>q</sub>	Z <sub>c</sub> [m]	P <sub>p</sub> [kN]	PI [kN]	A [kN]
1	Piastra 1	9.000	183.546	1.000	1.000	--	14554,99 14554,99	72771,85 72771,85	0,00
25	Piastra 1	9.000	183.546	1.000	1.000	--	14554,99 14554,99	72771,85 72771,85	0,00

### Aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09

ic	N <sub>c</sub>	N' <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N' <sub>q</sub>	N <sub>30</sub>	N' <sub>30</sub>	H [m]	$\alpha$ [kN/mc]	$\alpha$ [°]	c [N/mm <sup>2</sup> ]
1	42.16	41.11	29.44	27.90	28.77	18.09	19,98	25,0000	34.000	0,2000

### Aerogeneratori A06 A07

## Fattori correttivi portanza

### Simbologia adottata

- n° Indice combinazione  
 ic, iq,  $\alpha$  Fattori di inclinazione del carico  
 dc, dq,  $d\alpha$  Fattori di profondità del piano di posa  
 gc, gq,  $g\alpha$  Fattori di inclinazione del profilo topografico  
 bc, bq,  $b\alpha$  Fattori di inclinazione del piano di posa  
 sc, sq,  $s\alpha$  Fattori di forma della fondazione  
 pc, pq,  $p\alpha$  Fattori di riduzione per punzonamento secondo Vesic  
 $e_{ik}$ ,  $e_{\alpha i}$  Fattori di correzione secondo Cascone  
 $r_{\alpha}$  Fattori per tener conto dell'effetto piastra. Per fondazioni che hanno larghezza maggiore di 2 m, il terzo termine della formula trinomia  $0.5B^2/N_{30}$  viene moltiplicato per questo fattore

In tabella sono indicati con il simbolo '-' i coefficienti non presenti nel metodo scelto (Hansen).

n°	ic iq $\alpha$	dc dq $d\alpha$	gc gq $g\alpha$	bc bq $b\alpha$	sc sq $s\alpha$	pc pq $p\alpha$	$e_{ik}$ $e_{\alpha i}$	$r_{\alpha}$
1	0.890	1.065	1.000	1.000	--	--	--	0.743
	0.891	1.028	1.000	1.000	--	--	--	
	0.850	1.000	1.000	1.000	--	--	--	
5	0.845	1.065	1.000	1.000	--	--	--	0.743
	0.846	1.028	1.000	1.000	--	--	--	
	0.790	1.000	1.000	1.000	--	--	--	

## 7 PRINCIPALI VERIFICHE

### 7.1 VERIFICHE GEOTECNICHE

#### Carico limite

##### Simbologia adottata

- ic Indice combinazione  
 N Carico verticale trasmesso al terreno, espresso in [kN]  
 N<sub>p</sub> Carico verticale trasmesso ai pali, espresso in [kN]  
 Q<sub>u</sub> Portanza ultima, espressa in [kN]  
 Q<sub>up</sub> Portanza ultima dei pali, espressa in [kN]. Solo per fondazione mista  
 Q<sub>d</sub> Portanza di progetto ((Q<sub>u</sub>+Q<sub>up</sub>)/ $\alpha$ ), espressa in [kN]  
 N<sub>t</sub> Carico totale verticale (N+N<sub>p</sub>), espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza a carico limite (Pd/N<sub>t</sub>)

#### Combinazione n° 1

n°	Oggetto	N	Pd	FS <sub>v</sub>	T	Td	FS <sub>o</sub>
		[kN]	[kN]		[kN]	[kN]	
1	Piastra 1	962,13	43084,11	44.780	64,16	93,42	1.456
25	Piastra 1	5925,30	43084,11	7.271	64,25	93,42	1.454

### Aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09

lc	N	Np	Qu	Qup	Qd	Nt	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	32997,41	0,00	1757860,78	0,00	764287,29	0,00	23.162

### Aerogeneratori A06 A07

## Scorrimento

### Simbologia adottata

T	Carico orizzontale trasferito al terreno, espresso in [kN]
Ru	Resistenza ultima allo scorrimento del terreno, espresso in [kN]
Rup	Resistenza ultima allo scorrimento dei pali, espresso in [kN]
Td	Resistenza allo scorrimento di progetto $((Ru+Rup)/\alpha)$ , espressa in [kN]
Tt	Carico orizzontale totale, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza allo scorrimento (rapporto tra Td/Tt)

lc	T	Ru	Rup	Rd	Tt	FS
	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
1	2303,82	58949,12	0,00	53590,11	2303,82	23.261

### Aerogeneratori A06 A07

## 7.2 VERIFICHE STRUTTURALI

### FONDAZIONI PROFONDE

#### Risultati Piastra

#### Risultati per combinazione

#### Spostamenti

#### Spostamenti massimi e minimi della piastra

### Simbologia adottata

lc	Indice della combinazione
w	Spostamento verticale, espresso in [mm]
u	Spostamento direzione X, espresso in [mm]
v	Spostamento direzione Y, espresso in [mm]
$\alpha_x$	Rotazione intorno all'asse X, espressa in [°]
$\alpha_y$	Rotazione intorno all'asse Y, espressa in [°]
p	Pressione sul terreno (solo per calcolo fondazione), espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
kw	Costante di Winkler (solo per calcolo -fondazione), espressa in [kg/cm <sup>2</sup> /cm]. Il valore viene stampato solo se si è utilizzato il modello di interazione

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

lc	w	u	v	$\alpha_x$	$\alpha_y$	p	
	[mm]	[mm]	[mm]	[°]	[°]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
1	3,32039 (429)	1,89395 (128)	0,05366 (621)	0,000515 (201)	0,000377 (583)		MAX
	-0,56096 (116)	1,78981 (588)	-0,05366 (161)	-0,000536 (568)	-0,000378 (314)		MIN
2	2,13526 (377)	1,01011 (128)	0,02862 (621)	0,000277 (218)	0,000242 (583)		MAX
	-0,09881 (603)	0,95457 (588)	-0,02862 (161)	-0,000335 (568)	-0,000243 (314)		MIN
3	2,25075 (429)	1,13637 (128)	0,03219 (621)	0,000311 (226)	0,000256 (583)		MAX
	-0,17157 (92)	1,07389 (588)	-0,03220 (161)	-0,000357 (568)	-0,000257 (314)		MIN
4	2,37027 (429)	1,26263 (128)	0,03577 (621)	0,000344 (338)	0,000269 (583)		MAX
	-0,26951 (116)	1,19321 (588)	-0,03577 (161)	-0,000378 (568)	-0,000270 (314)		MIN

## Sollecitazioni

### Sollecitazioni massime e minime piastra

#### Simbologia adottata

Ic	Indice della combinazione
Mx	Momento X espresso in [kNm]
My	Momento Y espresso in [kNm]
Mxy	Momento XY espresso in [kNm]
Tx	Taglio X, espresso in [kN]
Ty	Taglio Y, espresso in [kN]
Nx	Tensione normale X espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
Ny	Tensione normale Y espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
Nxy	Tensione tangenziale XY espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

Ic	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	Nx [N/mm <sup>2</sup> ]	Ny [N/mm <sup>2</sup> ]	Nxy [N/mm <sup>2</sup> ]	
1	21404,56 (313) -14357,12 (205)	15327,66 (313) -8153,21 (205)	4946,82 (192) -4935,72 (381)	6176,54 (439) -11058,46 (238)	6176,54 (439) -11058,46 (183)	0,049 (371) -0,050 (159)	0,037 (101) -0,037 (603)	0,032 (381) -0,040 (192)	MAX MIN
2	12247,99 (313) -6824,62 (205)	9020,06 (313) -3503,09 (205)	2639,25 (192) -2634,03 (381)	3417,88 (439) -5914,11 (238)	3417,88 (439) -5914,11 (183)	0,026 (371) -0,026 (159)	0,020 (101) -0,020 (603)	0,017 (381) -0,021 (192)	MAX MIN
3	13439,77 (313) -8017,03 (205)	9803,01 (313) -4285,52 (205)	2968,77 (192) -2962,61 (381)	3794,68 (439) -6646,75 (238)	3794,68 (439) -6646,75 (183)	0,030 (371) -0,030 (159)	0,022 (101) -0,022 (603)	0,019 (381) -0,024 (192)	MAX MIN
4	14631,54 (313) -9209,45 (205)	10585,96 (313) -5067,96 (205)	3298,29 (192) -3291,20 (381)	4171,49 (439) -7379,38 (238)	4171,49 (439) -7379,38 (183)	0,033 (371) -0,033 (159)	0,025 (101) -0,025 (603)	0,021 (381) -0,027 (192)	MAX MIN

## Verifiche strutturali

### Verifica flessione piastra

#### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>fi</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [mm <sup>2</sup> ]
A <sub>fs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [mm <sup>2</sup> ]
M <sub>p</sub>	Momento positivo espresso in [kNm]
N <sub>p</sub>	Sforzo positivo negativo espresso in [kN]
M <sub>n</sub>	Momento negativo espresso in [kNm]
N <sub>n</sub>	Sforzo normale negativo espresso in [kN]
M <sub>u</sub>	Momento ultimo espresso in [kNm]
N <sub>u</sub>	Sforzo normale ultimo espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

Is	A <sub>fi</sub> [mm <sup>2</sup> ]	A <sub>fs</sub> [mm <sup>2</sup> ]	M <sub>p</sub> [kNm]	N <sub>p</sub> [kN]	M <sub>n</sub> [kNm]	N <sub>n</sub> [kN]	M <sub>u</sub> [kNm]	N <sub>u</sub> [kN]	FS
1-35-P	12064	12064	39,64	-5,61	-0,10	-5,61	3569,13	-504,68	90.034
2-35-P	32170	39408	154,12	3,81	-10,07	3,81	11033,74	272,89	71.590
3-40-P	32170	32170	366,38	3,34	-8,97	3,34	14375,10	130,91	39.236
4-44-P	32170	41017	650,73	1,44	-5,54	1,44	17780,65	39,42	27.324
5-49-P	32170	34583	1098,03	8,59	-0,30	1,34	18674,17	146,17	17.007
6-53-P	32170	48255	1782,05	17,35	0,00	0,00	21366,08	208,01	11.990
7-57-P	32170	33778	2705,53	23,48	0,00	0,00	22984,71	199,51	8.495
8-56-P	32170	40212	4344,13	32,74	0,00	0,00	27338,54	206,04	6.293
9-58-P	32170	47451	6265,08	55,56	0,00	0,00	29163,77	258,64	4.655
10-57-P	32170	33778	9520,43	91,90	0,00	0,00	31671,26	305,73	3.327
11-55-P	32170	61123	16082,48	115,61	0,00	0,00	43811,56	314,93	2.724
12-56-P	32170	64340	20246,11	94,73	0,00	0,00	43642,41	204,19	2.156
13-56-P	32170	64340	20308,65	89,39	0,00	0,00	43621,98	192,00	2.148
14-55-P	32170	61123	16035,38	95,99	0,00	0,00	43722,55	261,73	2.727
15-57-P	32170	33778	9512,81	77,09	0,00	0,00	31611,92	256,19	3.323

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	FS
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
16-58-P	32170	47451	6269,68	47,11	0,00	0,00	29119,24	218,82	4.644
17-56-P	32170	40212	4338,69	27,04	0,00	0,00	27300,99	170,17	6.292
18-57-P	32170	33778	2703,08	19,60	0,00	0,00	22956,83	166,46	8.493
19-53-P	32170	48255	1775,88	14,17	0,00	0,00	21334,91	170,27	12.014
20-49-P	32170	34583	1139,66	7,02	-0,17	1,12	18652,43	114,90	16.367
21-43-P	32170	39408	690,20	-0,60	-9,96	-0,60	17736,06	-15,52	25.697
22-40-P	32170	32170	371,35	2,66	-9,04	2,66	14360,01	102,93	38.670
23-35-P	32170	39408	154,33	3,23	-10,35	3,23	11015,93	230,72	71.378
24-35-P	12064	12064	39,60	-5,54	-0,10	-5,54	3571,20	-499,39	90.173
25-13-S	28953	28953	0,77	27,46	-32,65	27,46	-10683,71	8986,54	327.245
26-22-S	32170	39408	0,00	5,91	-75,97	32,22	-15410,99	6535,17	202.850
27-25-S	32170	32170	0,00	0,00	-173,45	36,32	-16077,76	3366,62	92.696
28-42-S	32170	38604	0,00	0,00	-339,80	41,23	-22908,68	2779,86	67.417
29-42-S	32170	38604	0,00	0,00	-582,28	45,84	-25669,59	2021,06	44.085
30-40-S	32170	32170	0,00	0,00	-985,70	48,77	-23814,78	1178,25	24.160
31-43-S	32170	36995	0,00	0,00	-1549,77	52,17	-32060,97	1079,30	20.688
32-46-S	32170	40212	0,00	0,00	-2338,03	48,80	-36553,44	762,98	15.634
33-47-S	32170	32170	0,00	0,00	-3407,43	37,28	-31694,17	346,74	9.301
34-48-S	32170	45038	0,00	0,00	-6012,02	18,73	-60063,77	187,09	9.991
35-48-S	32170	32170	0,00	0,00	-4532,96	19,79	-43270,46	188,91	9.546
36-60-S	32170	32170	3639,86	5,43	-1131,64	5,43	31337,59	46,75	8.610
37-44-S	32170	32170	6010,63	-9,69	0,00	0,00	42849,24	-69,04	7.129
38-48-S	32170	32170	11707,93	-19,85	0,00	0,00	42843,22	-72,65	3.659
39-48-S	32170	45038	12247,96	-19,21	0,00	0,00	43048,59	-67,54	3.515
40-47-S	32170	32170	7461,18	-37,42	0,00	0,00	31091,61	-155,95	4.167
41-44-S	32170	41017	5298,29	-50,59	0,00	0,00	28524,01	-272,33	5.384
42-42-S	32170	37800	3770,83	-53,08	0,00	0,00	26703,78	-375,88	7.082
43-36-S	32170	32170	2412,31	-44,35	0,00	0,00	21615,74	-397,43	8.961
44-33-S	32170	41017	1554,54	-41,69	0,00	0,00	18247,74	-489,41	11.738
45-43-S	32170	39408	1005,00	-41,27	0,00	0,00	17253,96	-708,59	17.168
46-25-S	32170	32170	546,38	-36,38	0,00	0,00	13793,70	-918,50	25.246
47-19-S	32170	39408	229,96	-30,01	-0,28	-11,62	10121,32	-1320,65	44.014
48-26-S	28953	28953	126,62	-27,32	-0,17	-27,32	8335,15	-1798,26	65.829

## Verifica a punzonamento

### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
β <sub>y</sub> , β <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,j</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti V <sub>Rd,max</sub> /V <sub>Ed,j</sub> , V <sub>Rd,cf</sub> /V <sub>Ed,f</sub> e V <sub>Rd,cs</sub> /V <sub>Ed,f</sub> )

## Per il PUNZONAMENTO DELLA TORRE SUL BLOCCO DI FONDAZIONE:

OP	P	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d	u <sub>0</sub>	u <sub>1</sub>	β <sub>y</sub>	β <sub>z</sub>	dpc	duc	nsc	nc
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[mm]		
Piastra n° 1	17,00; 15,00	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,99; 15,24	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,97; 15,36	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,94; 15,48	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,91; 15,60	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,87; 15,71	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,82; 15,82	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,77; 15,93	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,71; 16,03	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,65; 16,14	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,57; 16,23	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,50; 16,33	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,41; 16,41	300	300	3468	1200	44642	0.00000	0.00000	0	0	0	0



OP	P	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d	u <sub>0</sub>	u <sub>1</sub>	β <sub>y</sub>	β <sub>z</sub>	dpc	duc	nsc	nc
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[mm]		
Piastra n° 1	Palo n° 7	995	995	818	2254	5971	4.25149	7.14501	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 8	995	995	818	2352	5128	3.55533	5.16197	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 9	995	995	818	2352	5129	3.51240	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 10	995	995	818	2254	5971	2.97866	3.12247	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 11	995	995	818	2352	5128	3.57251	3.87561	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 12	995	995	818	2352	5129	3.57251	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 13	995	995	818	2254	5971	3.57251	4.25149	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 14	995	995	818	2352	5128	3.57251	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 15	995	995	818	2352	5129	3.57251	3.51240	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 16	995	995	818	2254	5971	2.97866	2.97866	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 17	995	995	818	2352	5128	3.51240	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 18	995	995	818	2352	5129	3.55533	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 19	995	995	818	2254	5971	4.25149	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 20	995	995	818	2352	5128	3.55533	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 21	995	995	818	2352	5129	3.87561	3.57251	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 22	995	995	818	2254	5971	3.12247	2.97866	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 23	995	995	818	2352	5128	3.57251	3.51240	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 24	995	995	818	2352	5129	5.16197	3.55533	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 25	995	995	1501	3137	22062	2.03147	2.08558	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 26	995	995	1501	3137	22062	2.25493	2.55756	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 27	995	995	1501	3137	22062	2.55756	2.25493	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 28	995	995	1501	3137	22062	2.08558	2.03147	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 29	995	995	1501	3137	22062	2.23689	2.25493	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 30	995	995	1501	3137	22062	3.01673	2.55756	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 31	995	995	1501	3137	22062	2.03147	2.08558	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 32	995	995	1501	3137	22062	3.01673	2.23689	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 33	995	995	1501	3137	22062	2.23689	3.01673	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 34	995	995	1501	3137	22062	2.08558	2.03147	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 35	995	995	1501	3137	22062	2.55756	3.01673	0	0	0	0
Piastra n° 1	Palo n° 36	995	995	1501	3137	22062	2.25493	2.23689	0	0	0	0

### Combinazione n° 1

OP	P	V <sub>Ed,i</sub>	V <sub>Rd,max</sub>	V <sub>Ed,t</sub>	V <sub>Rd,cf</sub>	V <sub>Rd,cs</sub>	FS
		[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]	
Piastra n° 1	17,00; 15,00		5,211	5,291	0,140	0,295	1.015
Piastra n° 1	16,99; 15,24		5,197	5,291	0,140	0,295	1.018
Piastra n° 1	16,97; 15,36		5,180	5,291	0,139	0,295	1.021
Piastra n° 1	16,94; 15,48		5,157	5,291	0,139	0,295	1.026
Piastra n° 1	16,91; 15,60		5,127	5,291	0,138	0,295	1.032
Piastra n° 1	16,87; 15,71		5,090	5,291	0,137	0,295	1.039
Piastra n° 1	16,82; 15,82		5,048	5,291	0,136	0,295	1.048
Piastra n° 1	16,77; 15,93		4,999	5,291	0,134	0,295	1.059
Piastra n° 1	16,71; 16,03		4,944	5,291	0,133	0,295	1.070
Piastra n° 1	16,65; 16,14		4,883	5,291	0,131	0,295	1.084
Piastra n° 1	16,57; 16,23		4,817	5,291	0,129	0,295	1.099
Piastra n° 1	16,50; 16,33		4,745	5,291	0,128	0,295	1.115
Piastra n° 1	16,41; 16,41		4,668	5,291	0,125	0,295	1.133
Piastra n° 1	16,33; 16,50		4,587	5,291	0,123	0,295	1.154
Piastra n° 1	16,23; 16,57		4,501	5,291	0,121	0,295	1.176
Piastra n° 1	16,14; 16,65		4,411	5,291	0,119	0,295	1.200
Piastra n° 1	16,03; 16,71		4,317	5,291	0,116	0,295	1.226
Piastra n° 1	15,93; 16,77		4,219	5,291	0,113	0,295	1.254
Piastra n° 1	15,82; 16,82		4,119	5,291	0,111	0,295	1.285
Piastra n° 1	15,71; 16,87		4,015	5,291	0,108	0,295	1.318
Piastra n° 1	15,60; 16,91		3,909	5,291	0,105	0,295	1.353
Piastra n° 1	15,48; 16,94		3,802	5,291	0,102	0,295	1.392
Piastra n° 1	15,36; 16,97		3,692	5,291	0,099	0,295	1.433
Piastra n° 1	15,24; 16,99		3,582	5,291	0,096	0,295	1.477
Piastra n° 1	15,12; 17,00		3,470	5,291	0,093	0,295	1.525
Piastra n° 1	15,00; 17,00		3,358	5,291	0,090	0,295	1.576
Piastra n° 1	14,88; 17,00		3,246	5,291	0,087	0,295	1.630
Piastra n° 1	14,76; 16,99		3,135	5,291	0,084	0,295	1.688
Piastra n° 1	14,64; 16,97		3,024	5,291	0,081	0,295	1.750
Piastra n° 1	14,52; 16,94		2,915	5,291	0,078	0,295	1.815
Piastra n° 1	14,40; 16,91		2,807	5,291	0,075	0,295	1.885
Piastra n° 1	14,29; 16,87		2,701	5,291	0,073	0,295	1.959
Piastra n° 1	14,18; 16,82		2,598	5,291	0,070	0,295	2.037
Piastra n° 1	14,07; 16,77		2,497	5,291	0,067	0,295	2.119
Piastra n° 1	13,97; 16,71		2,400	5,291	0,065	0,295	2.205
Piastra n° 1	13,86; 16,65		2,306	5,291	0,062	0,295	2.295
Piastra n° 1	13,77; 16,57		2,216	5,291	0,060	0,295	2.388
Piastra n° 1	13,67; 16,50		2,130	5,291	0,057	0,295	2.484
Piastra n° 1	13,59; 16,41		2,048	5,291	0,055	0,295	2.583
Piastra n° 1	13,50; 16,33		1,972	5,291	0,053	0,295	2.684
Piastra n° 1	13,43; 16,23		1,900	5,291	0,051	0,295	2.785
Piastra n° 1	13,35; 16,14		1,834	5,291	0,049	0,295	2.886
Piastra n° 1	13,29; 16,03		1,773	5,291	0,048	0,295	2.985
Piastra n° 1	13,23; 15,93		1,718	5,291	0,046	0,295	3.080
Piastra n° 1	13,18; 15,82		1,669	5,291	0,045	0,295	3.170
Piastra n° 1	13,13; 15,71		1,626	5,291	0,044	0,295	3.254
Piastra n° 1	13,09; 15,60		1,590	5,291	0,043	0,295	3.329
Piastra n° 1	13,06; 15,48		1,560	5,291	0,042	0,295	3.393
Piastra n° 1	13,03; 15,36		1,536	5,291	0,041	0,295	3.445
Piastra n° 1	13,01; 15,24		1,519	5,291	0,041	0,295	3.483
Piastra n° 1	13,00; 15,12		1,509	5,291	0,041	0,295	3.506
Piastra n° 1	13,00; 15,00		1,506	5,291	0,040	0,295	3.514
Piastra n° 1	13,00; 14,88		1,509	5,291	0,041	0,295	3.506
Piastra n° 1	13,01; 14,76		1,519	5,291	0,041	0,295	3.483
Piastra n° 1	13,03; 14,64		1,536	5,291	0,041	0,295	3.445
Piastra n° 1	13,06; 14,52		1,560	5,291	0,042	0,295	3.393

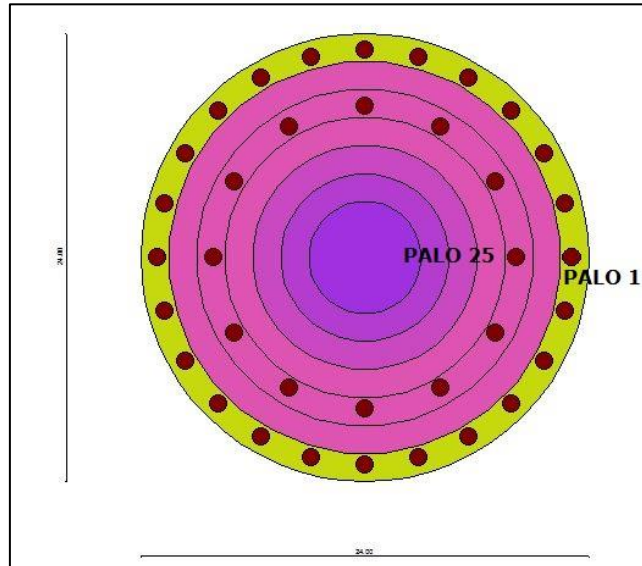
OP	P	V <sub>Ed,i</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,max</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Ed,t</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,ct</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	V <sub>Rd,cs</sub> [N/mm <sup>2</sup> ]	FS
Piastra n° 1	13,09; 14,40	1,590	5,291	0,043	0,295	0,000	3.329
Piastra n° 1	13,13; 14,29	1,626	5,291	0,044	0,295	0,000	3.254
Piastra n° 1	13,18; 14,18	1,669	5,291	0,045	0,295	0,000	3.170
Piastra n° 1	13,23; 14,07	1,718	5,291	0,046	0,295	0,000	3.080
Piastra n° 1	13,29; 13,97	1,773	5,291	0,048	0,295	0,000	2.985
Piastra n° 1	13,35; 13,86	1,834	5,291	0,049	0,295	0,000	2.886
Piastra n° 1	13,43; 13,77	1,900	5,291	0,051	0,295	0,000	2.785
Piastra n° 1	13,50; 13,67	1,972	5,291	0,053	0,295	0,000	2.684
Piastra n° 1	13,59; 13,59	2,048	5,291	0,055	0,295	0,000	2.583
Piastra n° 1	13,67; 13,50	2,130	5,291	0,057	0,295	0,000	2.484
Piastra n° 1	13,77; 13,43	2,216	5,291	0,060	0,295	0,000	2.388
Piastra n° 1	13,86; 13,35	2,306	5,291	0,062	0,295	0,000	2.295
Piastra n° 1	13,97; 13,29	2,400	5,291	0,065	0,295	0,000	2.205
Piastra n° 1	14,07; 13,23	2,497	5,291	0,067	0,295	0,000	2.119
Piastra n° 1	14,18; 13,18	2,598	5,291	0,070	0,295	0,000	2.037
Piastra n° 1	14,29; 13,13	2,701	5,291	0,073	0,295	0,000	1.959
Piastra n° 1	14,40; 13,09	2,807	5,291	0,075	0,295	0,000	1.885
Piastra n° 1	14,52; 13,06	2,915	5,291	0,078	0,295	0,000	1.815
Piastra n° 1	14,64; 13,03	3,024	5,291	0,081	0,295	0,000	1.750
Piastra n° 1	14,76; 13,01	3,135	5,291	0,084	0,295	0,000	1.688
Piastra n° 1	14,88; 13,00	3,246	5,291	0,087	0,295	0,000	1.630
Piastra n° 1	15,00; 13,00	3,358	5,291	0,090	0,295	0,000	1.576
Piastra n° 1	15,12; 13,00	3,470	5,291	0,093	0,295	0,000	1.525
Piastra n° 1	15,24; 13,01	3,582	5,291	0,096	0,295	0,000	1.477
Piastra n° 1	15,36; 13,03	3,692	5,291	0,099	0,295	0,000	1.433
Piastra n° 1	15,48; 13,06	3,802	5,291	0,102	0,295	0,000	1.392
Piastra n° 1	15,60; 13,09	3,909	5,291	0,105	0,295	0,000	1.353
Piastra n° 1	15,71; 13,13	4,015	5,291	0,108	0,295	0,000	1.318
Piastra n° 1	15,82; 13,18	4,119	5,291	0,111	0,295	0,000	1.285
Piastra n° 1	15,93; 13,23	4,219	5,291	0,113	0,295	0,000	1.254
Piastra n° 1	16,03; 13,29	4,317	5,291	0,116	0,295	0,000	1.226
Piastra n° 1	16,14; 13,35	4,411	5,291	0,119	0,295	0,000	1.200
Piastra n° 1	16,23; 13,43	4,501	5,291	0,121	0,295	0,000	1.176
Piastra n° 1	16,33; 13,50	4,587	5,291	0,123	0,295	0,000	1.154
Piastra n° 1	16,41; 13,59	4,668	5,291	0,125	0,295	0,000	1.133
Piastra n° 1	16,50; 13,67	4,745	5,291	0,128	0,295	0,000	1.115
Piastra n° 1	16,57; 13,77	4,817	5,291	0,129	0,295	0,000	1.099
Piastra n° 1	16,65; 13,86	4,883	5,291	0,131	0,295	0,000	1.084
Piastra n° 1	16,71; 13,97	4,944	5,291	0,133	0,295	0,000	1.070
Piastra n° 1	16,77; 14,07	4,999	5,291	0,134	0,295	0,000	1.059
Piastra n° 1	16,82; 14,18	5,048	5,291	0,136	0,295	0,000	1.048
Piastra n° 1	16,87; 14,29	5,090	5,291	0,137	0,295	0,000	1.039
Piastra n° 1	16,91; 14,40	5,127	5,291	0,138	0,295	0,000	1.032
Piastra n° 1	16,94; 14,52	5,157	5,291	0,139	0,295	0,000	1.026
Piastra n° 1	16,97; 14,64	5,180	5,291	0,139	0,295	0,000	1.021
Piastra n° 1	16,99; 14,76	5,197	5,291	0,140	0,295	0,000	1.018
Piastra n° 1	Palo n° 1	0,578	5,291	0,218	0,755	0,000	3.463
Piastra n° 1	Palo n° 2	0,567	5,291	0,260	0,755	0,000	2.903
Piastra n° 1	Palo n° 3	0,507	5,291	0,232	0,755	0,000	3.250
Piastra n° 1	Palo n° 4	0,490	5,291	0,185	0,755	0,000	4.087
Piastra n° 1	Palo n° 5	0,375	5,291	0,172	0,755	0,000	4.392
Piastra n° 1	Palo n° 6	0,302	5,291	0,138	0,755	0,000	5.455
Piastra n° 1	Palo n° 7	0,199	5,291	0,075	0,755	0,000	10.053
Piastra n° 1	Palo n° 8	0,098	5,291	0,045	0,755	0,000	16.717
Piastra n° 1	Palo n° 9	0,096	5,291	0,044	0,755	0,000	17.212
Piastra n° 1	Palo n° 10	0,182	5,291	0,069	0,755	0,000	11.022
Piastra n° 1	Palo n° 11	0,229	5,291	0,105	0,755	0,000	7.199
Piastra n° 1	Palo n° 12	0,273	5,291	0,125	0,755	0,000	6.027
Piastra n° 1	Palo n° 13	0,292	5,291	0,110	0,755	0,000	6.854
Piastra n° 1	Palo n° 14	0,274	5,291	0,126	0,755	0,000	6.003
Piastra n° 1	Palo n° 15	0,230	5,291	0,106	0,755	0,000	7.146
Piastra n° 1	Palo n° 16	0,184	5,291	0,070	0,755	0,000	10.867
Piastra n° 1	Palo n° 17	0,099	5,291	0,045	0,755	0,000	16.665
Piastra n° 1	Palo n° 18	0,101	5,291	0,046	0,755	0,000	16.266
Piastra n° 1	Palo n° 19	0,203	5,291	0,077	0,755	0,000	9.835
Piastra n° 1	Palo n° 20	0,301	5,291	0,138	0,755	0,000	5.469
Piastra n° 1	Palo n° 21	0,372	5,291	0,171	0,755	0,000	4.426
Piastra n° 1	Palo n° 22	0,489	5,291	0,185	0,755	0,000	4.091
Piastra n° 1	Palo n° 23	0,507	5,291	0,233	0,755	0,000	3.245
Piastra n° 1	Palo n° 24	0,567	5,291	0,260	0,755	0,000	2.903
Piastra n° 1	Palo n° 25	1,272	5,291	0,181	0,690	0,000	3.816
Piastra n° 1	Palo n° 26	1,162	5,291	0,165	0,690	0,000	4.175
Piastra n° 1	Palo n° 27	0,874	5,291	0,124	0,690	0,000	5.549
Piastra n° 1	Palo n° 28	0,480	5,291	0,068	0,690	0,000	10.099
Piastra n° 1	Palo n° 29	0,085	5,291	0,012	0,690	0,000	57.303
Piastra n° 1	Palo n° 30	0,229	5,291	0,033	0,690	0,000	21.198
Piastra n° 1	Palo n° 31	0,334	5,291	0,047	0,690	0,000	14.529
Piastra n° 1	Palo n° 32	0,229	5,291	0,033	0,690	0,000	21.214
Piastra n° 1	Palo n° 33	0,086	5,291	0,012	0,690	0,000	56.711
Piastra n° 1	Palo n° 34	0,483	5,291	0,069	0,690	0,000	10.046
Piastra n° 1	Palo n° 35	0,875	5,291	0,124	0,690	0,000	5.546
Piastra n° 1	Palo n° 36	1,164	5,291	0,166	0,690	0,000	4.167

Secondo quanto disposto dal D.M. 17/01/2018 (nonché da EC 1992 – 2005), per la VERIFICA A PUNZONAMENTO di strutture non armate a punzonamento deve verificarsi:

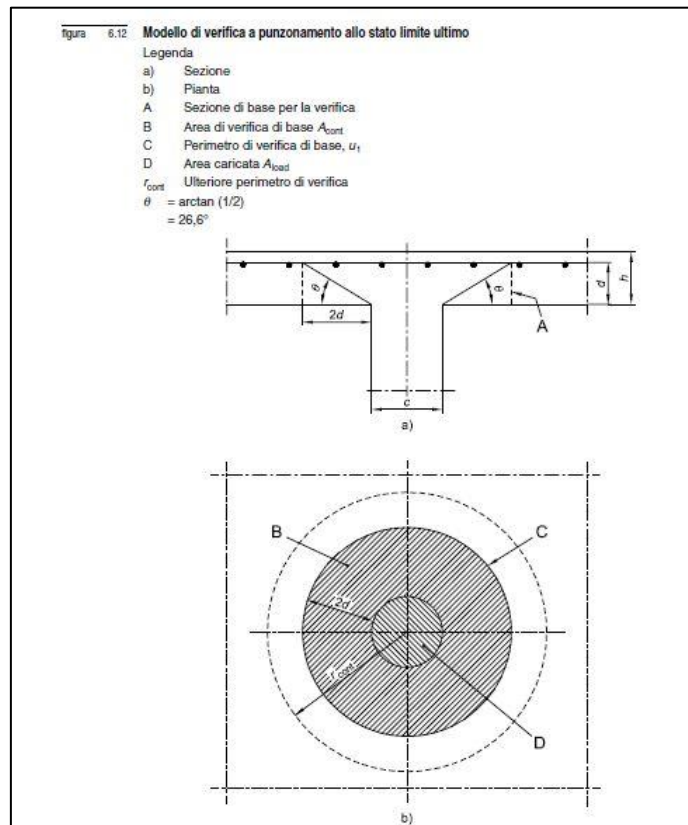
$$V_{ed} < V_{rd,c};$$

Nel caso in esame la verifica sarà condotta sui pali n° 1 e 25 come da figura seguente:





sui perimetri indicati in Eurocodice 2 UNI-EN 1992-1-1.



Nel caso in questione per il PUNZONAMENTO DEI PALI SULLA PIASTRA la verifica condotta sul perimetro di confine fra le zone di influenza dei pali posti ad interasse pari a 3 diametri fornisce:

PALO 25

CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO AGENTE

$d_{ut}=1750$  mm (in corrispondenza del palo 25)

$u = \pi * (1000 + 2d_{ut} + 2d_{ut}) = \pi * 8000 = 25120$  mm

$e = 153 / 4500 = 0,034$  mt = 34 mm

$$\eta = 1 + 0.6 \frac{e}{D + 4 d_{ut}} = 1.00$$

$$N_{ED} = 4500000 \text{ N (PALO 25)}$$

$$V_{ED} = \eta N_{ED} / (u d_{ut}) = 0.102 \text{ N/mm}^2$$

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO RESISTENTE

$$V_{rd,c} = C_{rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = (0.18 / 1.5) * 1.35 * (100 * 0.003 * 35)^{1/3} = 0.35 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{rd,c} > \eta_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.33$$

$$k = 1 + \sqrt{200/d} = 1.35$$

$$C_{rd,c} = 0.18 / \eta_c = 0.12$$

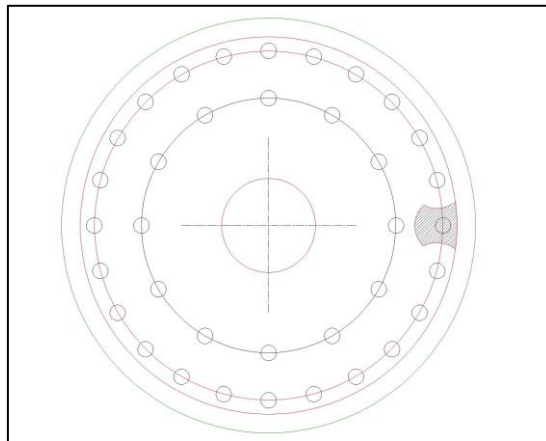
$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \rho_{lz}} = 3.0 * 10^{-3} < 0.02 \text{ (percentuale di armatura tesa)}$$

Sussiste dunque la disuguaglianza  $V_{ed} < V_{rd,c} \Rightarrow$  FATTORE DI SICUREZZA =  $0.35 / 0.102 = 3.43$

#### PALO 1

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO AGENTE

$d_{ut} = 1055 \text{ mm}$  (in corrispondenza del palo 1)



$u = 7300 \text{ mm}$  (considerando il perimetro di verifica in figura per tener conto delle mutue influenze)

$$e = 153 / 2250 = 0.068 \text{ mt} = 68 \text{ mm}$$

$$\eta = 1 + 0.6 \frac{e}{D + 4 d_{ut}} = 1.02$$

$$N_{ED} = 2250 \text{ N (PALO 1)}$$

$$V_{ED} = \eta N_{ED} / (u d_{ut}) = 0.30 \text{ N/mm}^2$$

#### CALCOLO DEL TAGLIO-PUNZONAMENTO RESISTENTE

$$V_{rd,c} = C_{rd,c} k (100 \rho_l f_{ck})^{1/3} = (0.18 / 1.5) * 1.35 * (100 * 0.003 * 35)^{1/3} = 0.35 \text{ N/mm}^2$$

$$V_{rd,c} > \eta_{min} = 0.035 k^{3/2} f_{ck}^{1/2} = 0.33$$

$$k = 1 + \sqrt{200/d} = 1.35$$

$$C_{rd,c} = 0.18 / \eta_c = 0.12$$

$$\rho_l = \sqrt{\rho_{ly} \rho_{lz}} = 3.0 * 10^{-3} < 0.02 \text{ (percentuale di armatura tesa)}$$

Sussiste dunque la disuguaglianza  $V_{ed} < V_{rd,c} \Rightarrow$  FATTORE DI SICUREZZA =  $0.35 / 0.30 = 1.17$

## Pali

Numero pali	36
Somma portanza laterale	2619786,7 [kN]
Portanza laterale del gruppo	1836384,0 [kN]
Efficienza palificata	0,70
Somma portanza di punta	523979,8 [kN]
Somma portanze totali	2360363,8 [kN]
Somma portanza trasversale	4634,6 [kN]

### Simbologia adottata

$N_p$	Identificativo del palo
$D$	diámetro espresso in [mm]
$L$	lunghezza espressa in [m]
$N$	sforzo normale espresso in [kN]
$T_x, T_y$	taglio in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kN]
$T$	risultante taglio espresso in [kN]
$T_u$	Taglio ultimo espresso in [kN]
$M_x, M_y$	momento in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kNm]
$M_u$	Momento ultimo espresso in [kNm]
Musez	Momento ultimo della sezione espresso in [kNm]
$A_f$	Area di armatura espressa in [mmq]
$N_c, N_q$	fattori di capacità portante
$N'_c, N'_q$	fattori di capacità portante corretti
$P_{lmed}, P_{lmin}$	portanza per attrito e aderenza laterale in [kN]
$P_{pmed}, P_{pmin}$	portanza di punta in [kN]
$P_d$	portanza di progetto in [kN]
$A_{neg}$	Attrito negativo in [kN]
$u$	spostamento orizzontale in esercizio espresso in [mm]
$u_r$	spostamento orizzontale limite espresso in [mm]
$p$	pressione in esercizio espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
$p_r$	pressione limite espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
$w$	cedimento in testa espresso in [mm]

## Risultati per combinazione

### *Spostamenti e pressioni*

### Simbologia adottata

$I_n$	Indice sezione
$Y$	ordinata palo espressa in [m]
$U_r$	spostamento limite espresso in [mm]
$P_r$	pressione limite espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
$U_e$	spostamento in esercizio espresso in [mm]
$P_e$	pressione in esercizio espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]

Combinazione n° 1

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmq]	Pr [N/mmq]
1	0,00	1,855	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	1,511	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,889	1,683	0,0131	0,0248
31	7,50	0,377	0,714	0,0055	0,0105
41	10,00	0,075	0,142	0,0011	0,0021
51	12,50	-0,053	-0,101	-0,0008	-0,0015
61	15,00	-0,080	-0,152	-0,0012	-0,0022
71	17,50	-0,063	-0,118	-0,0009	-0,0017
81	20,00	-0,034	-0,064	-0,0005	-0,0009
91	22,50	-0,006	-0,012	-0,0001	-0,0002
101	25,00	0,020	0,038	0,0003	0,0006

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmq]	Pr [N/mmq]
1	0,00	1,857	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	1,513	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,890	1,683	0,0131	0,0248
31	7,50	0,378	0,714	0,0056	0,0105
41	10,00	0,075	0,142	0,0011	0,0021
51	12,50	-0,053	-0,101	-0,0008	-0,0015
61	15,00	-0,080	-0,152	-0,0012	-0,0022
71	17,50	-0,063	-0,118	-0,0009	-0,0017
81	20,00	-0,034	-0,064	-0,0005	-0,0009
91	22,50	-0,006	-0,012	-0,0001	-0,0002
101	25,00	0,020	0,038	0,0003	0,0006

Combinazione n° 2

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmq]	Pr [N/mmq]
1	0,00	0,989	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	0,806	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,474	1,683	0,0070	0,0248
31	7,50	0,201	0,714	0,0030	0,0105
41	10,00	0,040	0,142	0,0006	0,0021
51	12,50	-0,028	-0,101	-0,0004	-0,0015
61	15,00	-0,043	-0,152	-0,0006	-0,0022
71	17,50	-0,033	-0,118	-0,0005	-0,0017
81	20,00	-0,018	-0,064	-0,0003	-0,0009
91	22,50	-0,003	-0,012	0,0000	-0,0002
101	25,00	0,011	0,038	0,0002	0,0006

Palo n° 25

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmq]	Pr [N/mmq]
1	0,00	0,991	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	0,807	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,475	1,683	0,0070	0,0248
31	7,50	0,201	0,714	0,0030	0,0105
41	10,00	0,040	0,142	0,0006	0,0021
51	12,50	-0,028	-0,101	-0,0004	-0,0015
61	15,00	-0,043	-0,152	-0,0006	-0,0022
71	17,50	-0,033	-0,118	-0,0005	-0,0017
81	20,00	-0,018	-0,064	-0,0003	-0,0009
91	22,50	-0,003	-0,012	0,0000	-0,0002
101	25,00	0,011	0,038	0,0002	0,0006

Combinazione n° 3

Palo n° 1

n°	Y [m]	Ue [mm]	Ur [mm]	Pe [N/mmq]	Pr [N/mmq]
1	0,00	1,113	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	0,906	2,860	0,0000	0,0000

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
21	5,00	0,533	1,683	0,0078	0,0248
31	7,50	0,226	0,714	0,0033	0,0105
41	10,00	0,045	0,142	0,0007	0,0021
51	12,50	-0,032	-0,101	-0,0005	-0,0015
61	15,00	-0,048	-0,152	-0,0007	-0,0022
71	17,50	-0,038	-0,118	-0,0006	-0,0017
81	20,00	-0,020	-0,064	-0,0003	-0,0009
91	22,50	-0,004	-0,012	-0,0001	-0,0002
101	25,00	0,012	0,038	0,0002	0,0006

#### Palo n° 25

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,114	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	0,908	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,534	1,683	0,0079	0,0248
31	7,50	0,227	0,714	0,0033	0,0105
41	10,00	0,045	0,142	0,0007	0,0021
51	12,50	-0,032	-0,101	-0,0005	-0,0015
61	15,00	-0,048	-0,152	-0,0007	-0,0022
71	17,50	-0,038	-0,118	-0,0006	-0,0017
81	20,00	-0,020	-0,064	-0,0003	-0,0009
91	22,50	-0,004	-0,012	-0,0001	-0,0002
101	25,00	0,012	0,038	0,0002	0,0006

#### Combinazione n° 4

#### Palo n° 1

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,236	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	1,007	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,593	1,683	0,0087	0,0248
31	7,50	0,251	0,714	0,0037	0,0105
41	10,00	0,050	0,142	0,0007	0,0021
51	12,50	-0,036	-0,101	-0,0005	-0,0015
61	15,00	-0,053	-0,152	-0,0008	-0,0022
71	17,50	-0,042	-0,118	-0,0006	-0,0017
81	20,00	-0,023	-0,064	-0,0003	-0,0009
91	22,50	-0,004	-0,012	-0,0001	-0,0002
101	25,00	0,013	0,038	0,0002	0,0006

#### Palo n° 25

n°	Y	Ue	Ur	Pe	Pr
	[m]	[mm]	[mm]	[N/mm <sup>2</sup> ]	[N/mm <sup>2</sup> ]
1	0,00	1,238	3,514	0,0000	0,0000
11	2,50	1,008	2,860	0,0000	0,0000
21	5,00	0,594	1,683	0,0087	0,0248
31	7,50	0,252	0,714	0,0037	0,0105
41	10,00	0,050	0,142	0,0007	0,0021
51	12,50	-0,036	-0,101	-0,0005	-0,0015
61	15,00	-0,053	-0,152	-0,0008	-0,0022
71	17,50	-0,042	-0,118	-0,0006	-0,0017
81	20,00	-0,023	-0,064	-0,0003	-0,0009
91	22,50	-0,004	-0,012	-0,0001	-0,0002
101	25,00	0,013	0,038	0,0002	0,0006

### *Sollecitazioni*

#### Simbologia adottata

n°	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Nr	sforzio normale a rottura, espresso in [kN]
Ne	sforzio normale in esercizio, espresso in [kN]
Tr	taglio a rottura, espresso in [kN]
Te	taglio in esercizio, espresso in [kN]
Mr	momento a rottura, espresso in [kNm]
Me	momento in esercizio, espresso in [kNm]

### Combinazione n° 1

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	962,13	87047,29	64,16	121,45	232,90	440,68
11	25,0	973,91	84848,17	64,16	121,45	72,49	137,06
21	50,0	894,10	76994,19	21,12	39,96	-34,72	-65,86
31	75,0	812,41	69140,20	-0,61	-1,18	-59,26	-112,25
41	100,0	730,72	61286,22	-7,76	-14,70	-47,48	-89,91
51	125,0	649,03	53432,23	-7,51	-14,22	-27,46	-51,98
61	150,0	567,35	45578,25	-4,80	-9,08	-11,57	-21,90
71	175,0	485,66	37724,26	-2,14	-4,04	-2,72	-5,13
81	200,0	403,97	29870,28	-0,41	-0,78	0,46	0,88
91	225,0	322,28	22016,29	0,27	0,50	0,52	0,99
101	250,0	240,59	14947,70	0,04	0,07	0,00	0,00

#### Palo n° 25

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	5925,30	87047,29	64,25	121,45	233,23	440,68
11	25,0	5812,11	84848,17	64,25	121,45	72,60	137,06
21	50,0	5292,34	76994,19	21,15	39,96	-34,77	-65,86
31	75,0	4764,27	69140,20	-0,61	-1,18	-59,35	-112,25
41	100,0	4236,21	61286,22	-7,77	-14,70	-47,55	-89,91
51	125,0	3708,14	53432,23	-7,52	-14,22	-27,50	-51,98
61	150,0	3180,08	45578,25	-4,80	-9,08	-11,59	-21,90
71	175,0	2652,01	37724,26	-2,14	-4,04	-2,72	-5,13
81	200,0	2123,95	29870,28	-0,41	-0,78	0,46	0,88
91	225,0	1595,89	22016,29	0,27	0,50	0,52	0,99
101	250,0	1067,82	14947,70	0,04	0,07	0,00	0,00

### Combinazione n° 2

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	575,83	87047,29	34,22	121,45	124,21	440,68
11	25,0	597,35	84848,17	34,22	121,45	38,66	137,06
21	50,0	551,77	76994,19	11,27	39,96	-18,52	-65,86
31	75,0	504,82	69140,20	-0,33	-1,18	-31,61	-112,25
41	100,0	457,88	61286,22	-4,14	-14,70	-25,33	-89,91
51	125,0	410,93	53432,23	-4,00	-14,22	-14,64	-51,98
61	150,0	363,99	45578,25	-2,56	-9,08	-6,17	-21,90
71	175,0	317,04	37724,26	-1,14	-4,04	-1,45	-5,13
81	200,0	270,10	29870,28	-0,22	-0,78	0,25	0,88
91	225,0	223,15	22016,29	0,14	0,50	0,28	0,99
101	250,0	176,21	14947,70	0,02	0,07	0,00	0,00

#### Palo n° 25

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	3679,84	87047,29	34,27	121,45	124,39	440,68
11	25,0	3623,19	84848,17	34,27	121,45	38,72	137,06
21	50,0	3302,47	76994,19	11,28	39,96	-18,55	-65,86
31	75,0	2976,35	69140,20	-0,33	-1,18	-31,65	-112,25
41	100,0	2650,24	61286,22	-4,14	-14,70	-25,36	-89,91
51	125,0	2324,13	53432,23	-4,01	-14,22	-14,67	-51,98
61	150,0	1998,02	45578,25	-2,56	-9,08	-6,18	-21,90
71	175,0	1671,90	37724,26	-1,14	-4,04	-1,45	-5,13
81	200,0	1345,79	29870,28	-0,22	-0,78	0,25	0,88
91	225,0	1019,68	22016,29	0,14	0,50	0,28	0,99
101	250,0	693,56	14947,70	0,02	0,07	0,00	0,00

### Combinazione n° 3

#### Palo n° 1

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	622,25	87047,29	38,50	121,45	139,74	440,68
11	25,0	642,60	84848,17	38,50	121,45	43,50	137,06
21	50,0	592,91	76994,19	12,67	39,96	-20,83	-65,86
31	75,0	541,79	69140,20	-0,37	-1,18	-35,56	-112,25
41	100,0	490,67	61286,22	-4,65	-14,70	-28,49	-89,91
51	125,0	439,55	53432,23	-4,50	-14,22	-16,47	-51,98
61	150,0	388,43	45578,25	-2,88	-9,08	-6,94	-21,90
71	175,0	337,31	37724,26	-1,28	-4,04	-1,63	-5,13
81	200,0	286,19	29870,28	-0,25	-0,78	0,28	0,88
91	225,0	235,07	22016,29	0,16	0,50	0,31	0,99
101	250,0	183,95	14947,70	0,02	0,07	0,00	0,00

**Palo n° 25**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	3928,00	87047,29	38,55	121,45	139,94	440,68
11	25,0	3865,10	84848,17	38,55	121,45	43,56	137,06
21	50,0	3522,38	76994,19	12,69	39,96	-20,86	-65,86
31	75,0	3173,94	69140,20	-0,37	-1,18	-35,61	-112,25
41	100,0	2825,51	61286,22	-4,66	-14,70	-28,53	-89,91
51	125,0	2477,08	53432,23	-4,51	-14,22	-16,50	-51,98
61	150,0	2128,65	45578,25	-2,88	-9,08	-6,95	-21,90
71	175,0	1780,22	37724,26	-1,28	-4,04	-1,63	-5,13
81	200,0	1431,79	29870,28	-0,25	-0,78	0,28	0,88
91	225,0	1083,36	22016,29	0,16	0,50	0,31	0,99
101	250,0	734,92	14947,70	0,02	0,07	0,00	0,00

**Combinazione n° 4**

**Palo n° 1**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	668,68	87047,29	42,77	121,45	155,26	440,68
11	25,0	687,85	84848,17	42,77	121,45	48,33	137,06
21	50,0	634,05	76994,19	14,08	39,96	-23,15	-65,86
31	75,0	578,75	69140,20	-0,41	-1,18	-39,51	-112,25
41	100,0	523,46	61286,22	-5,17	-14,70	-31,66	-89,91
51	125,0	468,16	53432,23	-5,00	-14,22	-18,31	-51,98
61	150,0	412,87	45578,25	-3,20	-9,08	-7,71	-21,90
71	175,0	357,57	37724,26	-1,42	-4,04	-1,81	-5,13
81	200,0	302,28	29870,28	-0,27	-0,78	0,31	0,88
91	225,0	246,98	22016,29	0,18	0,50	0,35	0,99
101	250,0	191,68	14947,70	0,02	0,07	0,00	0,00

**Palo n° 25**

n°	Y [m]	Ne [kN]	Nr [kN]	Te [kN]	Tr [kN]	Me [kNm]	Mr [kNm]
1	0,0	4176,15	87047,29	42,84	121,45	155,49	440,68
11	25,0	4107,00	84848,17	42,84	121,45	48,40	137,06
21	50,0	3742,28	76994,19	14,10	39,96	-23,18	-65,86
31	75,0	3371,53	69140,20	-0,41	-1,18	-39,56	-112,25
41	100,0	3000,78	61286,22	-5,18	-14,70	-31,70	-89,91
51	125,0	2630,03	53432,23	-5,01	-14,22	-18,33	-51,98
61	150,0	2259,28	45578,25	-3,20	-9,08	-7,72	-21,90
71	175,0	1888,53	37724,26	-1,43	-4,04	-1,81	-5,13
81	200,0	1517,78	29870,28	-0,27	-0,78	0,31	0,88
91	225,0	1147,03	22016,29	0,18	0,50	0,35	0,99
101	250,0	776,28	14947,70	0,02	0,07	0,00	0,00

**Scarichi in testa ai pali**

**Combinazione n° 1**

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
----	-----------	-------------------------	-------------------------	------------------------	------------------------

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	962,13	-232,82	6,05	64,14	1,67
25	5925,30	-233,19	4,43	64,24	1,22

#### Combinazione n° 2

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	575,83	-124,17	3,23	34,21	0,89
25	3679,84	-124,37	2,36	34,26	0,65

#### Combinazione n° 3

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	622,25	-139,69	3,63	38,48	1,00
25	3928,00	-139,91	2,66	38,54	0,73

#### Combinazione n° 4

n°	N [kN]	M <sub>x</sub> [kNm]	M <sub>y</sub> [kNm]	T <sub>x</sub> [kN]	T <sub>y</sub> [kN]
1	668,68	-155,21	4,03	42,76	1,11
25	4176,15	-155,46	2,95	42,83	0,81

### Verifiche strutturali pali

#### Verifica flessione

#### Pali in c.a.

#### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
Mu	Momento ultimo, espresso in [kNm]
Nu	Sforzo normale, espresso in [kN]
M	Momento agente, espresso in [kNm]
N	Sforzo normale agente, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

#### Palo n° 1

Y [m]	A <sub>t</sub> [mm <sup>2</sup> ]	M [kNm]	N [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
0,00	2714	232,90	962,13	1907,72	7881,03	8.191
2,50	2714	72,49	973,91	1054,69	14169,17	14.549
5,00	2714	-34,72	894,10	554,41	14275,21	15.966
7,50	2714	-59,26	812,41	1038,38	14235,22	17.522
10,00	2714	-47,48	730,72	927,65	14275,21	19.536
12,50	2714	-27,46	649,03	603,92	14275,21	21.995
15,00	2714	-11,57	567,35	291,11	14275,21	25.161
17,50	2714	-2,72	485,66	79,82	14275,21	29.394
20,00	2714	0,46	403,97	16,37	14275,21	35.337
22,50	2714	0,52	322,28	23,03	14275,21	44.294
25,00	2714	0,00	240,59	0,00	14275,21	59.333

#### Palo n° 25



Y	A <sub>t</sub>	M	N	Mu	Nu	FS
[m]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
0,00	2714	233,23	5925,30	561,90	14275,21	2.409
2,50	2714	72,60	5812,11	178,31	14275,21	2.456
5,00	2714	-34,77	5292,34	93,80	14275,21	2.697
7,50	2714	-59,35	4764,27	177,82	14275,21	2.996
10,00	2714	-47,55	4236,21	160,24	14275,21	3.370
12,50	2714	-27,50	3708,14	105,86	14275,21	3.850
15,00	2714	-11,59	3180,08	52,01	14275,21	4.489
17,50	2714	-2,72	2652,01	14,64	14275,21	5.383
20,00	2714	0,46	2123,95	3,12	14275,21	6.721
22,50	2714	0,52	1595,89	4,66	14275,21	8.945
25,00	2714	0,00	1067,82	0,00	14275,21	13.369

## Verifica taglio

### Pali in c.a.

#### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
V <sub>Rcd</sub>	Taglio resistente a compressione, espresso in [kN]
V <sub>Rsd</sub>	Taglio resistente a trazione, espresso in [kN]
V <sub>Rd</sub>	Taglio resistente, espresso in [kN]
T	Taglio agente, espresso in [kN]
FS	Fattore di sicurezza (VRd/T)

#### Combinazione n° 1

#### Palo n° 1

Y	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1665,77	709,97	709,97	64,16	11.065
2,50	1667,46	709,97	709,97	64,16	11.065
5,00	1655,96	709,97	709,97	21,12	33.610
7,50	1644,18	709,97	709,97	-0,61	1156.214
10,00	1632,40	709,97	709,97	-7,76	91.524
12,50	1620,62	709,97	709,97	-7,51	94.571
15,00	1608,84	709,97	709,97	-4,80	148.006
17,50	1597,06	709,97	709,97	-2,14	332.315
20,00	1585,28	709,97	709,97	-0,41	1730.356
22,50	1573,50	709,97	709,97	0,27	2676.516
25,00	1561,72	709,97	709,97	0,04	19482.862

#### Palo n° 25

Y	V <sub>Rcd</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rd</sub>	T	FS
[m]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	
0,00	1681,50	709,97	709,97	64,25	11.050
2,50	1722,30	709,97	709,97	64,25	11.050
5,00	1908,78	709,97	709,97	21,15	33.562
7,50	1908,78	709,97	709,97	-0,61	1154.563
10,00	1908,78	709,97	709,97	-7,77	91.393
12,50	1908,78	709,97	709,97	-7,52	94.436
15,00	1908,78	709,97	709,97	-4,80	147.795
17,50	1908,78	709,97	709,97	-2,14	331.841
20,00	1833,30	709,97	709,97	-0,41	1727.885
22,50	1757,15	709,97	709,97	0,27	2672.694
25,00	1681,01	709,97	709,97	0,04	19455.042

## Verifiche geotecniche

### Carico limite

#### Simbologia adottata

n°	Indice palo
Oggetto	Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)
N	Carico verticale agente alla testa del palo, espresso in [kN]
Pd	Portanza di progetto, espresso in [kN]
FS <sub>v</sub>	Fattore di sicurezza (Pd/N)
T	Carico orizzontale agente alla testa del palo, espresso in [kN]

Td Portanza trasversale di progetto, espresso in [kN]  
 FS<sub>0</sub> Fattore di sicurezza (Vd/V)

### Combinazione n° 1

n°	Oggetto	N [kN]	Pd [kN]	FS <sub>v</sub>	T [kN]	Td [kN]	FS <sub>0</sub>
1	Piastra 1	962,13	43084,11	44.780	64,16	93,42	1.456
25	Piastra 1	5925,30	43084,11	7.271	64,25	93,42	1.454

### Dettagli calcolo portanza verticale

#### Simbologia adottata

n° Indice palo  
 Oggetto Oggetto di appartenenza del palo (Piastra, Plinto o Trave)  
 N<sub>c</sub>, N<sub>q</sub> Coeff. di capacità portante  
 N'<sub>c</sub>, N'<sub>q</sub> Coeff. di capacità portante corretti  
 Z<sub>c</sub> Profondità andamento pressione geostatica, espressa in [m]  
 P<sub>p</sub>, P<sub>l</sub> Portanza di punta e laterale caratteristica, espresse in [kN]  
 A Attrito negativo, espresso in [kN]

n°	Oggetto	N <sub>c</sub>	N <sub>q</sub>	N' <sub>q</sub>	Z <sub>c</sub> [m]	P <sub>p</sub> [kN]	P <sub>l</sub> [kN]	A [kN]
1	Piastra 1	9.000	1.000	1.000	--	14554,99	72771,85	0,00
25	Piastra 1	9.000	1.000	1.000	--	14554,99	72771,85	0,00

### Armature

#### *Pali circolari in c.a.*

l<sub>p</sub> Indice palo  
 Tratto Indice tratto  
 Y<sub>s</sub>, Y<sub>i</sub> Quota superiore e inferiore ferro, espresso in [m]  
 L<sub>f</sub> Lunghezza ferro, espresso in [m]  
 A<sub>l</sub> Armatura longitudinale, numero e diametro espresso in [mm]  
 A<sub>t</sub> Armatura trasversale, diametro espresso in [mm] e passo espresso in [mm]

l <sub>p</sub>	Tratto	Y <sub>s</sub> [m]	Y <sub>i</sub> [m]	L <sub>f</sub> [m]	A <sub>l</sub> [mm]	A <sub>t</sub> [mm] / [mm]
1	1	0,72	-24,95	25,67	6 - Ø24	Ø10 / 128
25	1	0,72	-24,95	25,67	6 - Ø24	Ø10 / 128

### FONDAZIONI SUPERFICIALI DIRETTE

#### Risultati per combinazione

#### Sollecitazioni

#### *Piastra*

#### Sollecitazioni massime e minime piastra

#### Simbologia adottata

I<sub>c</sub> Indice della combinazione  
 M<sub>x</sub> Momento X espresso in [kNm]  
 M<sub>y</sub> Momento Y espresso in [kNm]  
 M<sub>xy</sub> Momento XY espresso in [kNm]  
 T<sub>x</sub> Taglio X, espresso in [kN]  
 T<sub>y</sub> Taglio Y, espresso in [kN]

Nx Tensione normale X espressa in [N/mm<sup>2</sup>]  
 Ny Tensione normale Y espressa in [N/mm<sup>2</sup>]  
 Nxy Tensione tangenziale XY espressa in [N/mm<sup>2</sup>]

Tra parentesi l'indice del nodo in cui si sono misurati i valori massimi e minimi

lc	Mx [kNm]	My [kNm]	Mxy [kNm]	Tx [kN]	Ty [kN]	Nx [N/mm <sup>2</sup> ]	Ny [N/mm <sup>2</sup> ]	Nxy [N/mm <sup>2</sup> ]	
1	27489,04 (346) -10827,70 (224)	10038,01 (294) -10875,20 (247)	4584,93 (198) -4579,73 (302)			0,046 (344) -0,046 (172)	0,021 (112) -0,021 (563)	0,033 (374) -0,033 (176)	MAX MIN
2	12124,92 (346) -6616,75 (224)	5707,60 (294) -5295,98 (247)	2541,80 (198) -2538,82 (302)			0,024 (344) -0,024 (172)	0,011 (112) -0,011 (563)	0,017 (374) -0,018 (176)	MAX MIN
3	14622,93 (346) -7108,15 (224)	6289,23 (294) -6178,23 (247)	2832,04 (198) -2828,79 (302)			0,027 (344) -0,028 (172)	0,013 (112) -0,013 (563)	0,020 (374) -0,020 (176)	MAX MIN
4	17173,18 (346) -7593,52 (224)	6879,58 (294) -7034,86 (247)	3115,08 (198) -3111,51 (302)			0,031 (344) -0,031 (172)	0,014 (112) -0,014 (563)	0,022 (374) -0,022 (176)	MAX MIN

## Verifiche strutturali

### Verifica flessione

#### Piastra

#### Simbologia adottata

Is Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)  
 Afi Area di armatura lembo inferiore espressa in [mm<sup>2</sup>]  
 Afs Area di armatura lembo superiore espressa in [mm<sup>2</sup>]  
 Mp Momento positivo espresso in [kNm]  
 Np Sforzo positivo negativo espresso in [kN]  
 Mn Momento negativo espresso in [kNm]  
 Nn Sforzo normale negativo espresso in [kN]  
 Mu Momento ultimo espresso in [kNm]  
 Nu Sforzo normale ultimo espresso in [kN]  
 FS Fattore di sicurezza

#### Combinazione n° 1

Is	Afi [mm <sup>2</sup> ]	Afs [mm <sup>2</sup> ]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	Mu [kNm]	Nu [kN]	FS
1-37-P	6434	3217	73,72	-0,98	-0,01	-0,98	1877,26	-25,06	25.466
2-39-P	32170	17693	455,04	-2,87	-0,51	-2,87	9562,97	-60,25	21.016
3-40-P	32170	16085	845,28	-1,70	-2,62	-1,70	13714,30	-27,51	16.225
4-50-P	32170	20910	1363,03	-1,01	-1,51	-1,01	14964,56	-11,05	10.979
5-50-P	32170	16085	2077,17	1,52	-3,32	1,52	18024,51	13,20	8.677
6-60-P	32170	16889	2718,45	6,45	0,00	0,00	18114,00	42,98	6.663
7-57-P	32170	16889	4376,68	12,27	0,00	0,00	22415,75	62,85	5.122
8-56-P	32170	20106	6263,36	22,57	0,00	0,00	26877,79	96,83	4.291
9-60-P	32170	16085	8278,50	41,45	0,00	0,00	26683,43	133,59	3.223
10-56-P	32170	17693	12968,98	81,74	0,00	0,00	32209,82	203,00	2.484
11-60-P	32170	16085	15711,38	102,48	0,00	0,00	31013,66	202,30	1.974
12-60-P	32170	16085	19059,59	117,49	0,00	0,00	31002,68	191,12	1.627
13-60-P	32170	16085	19128,69	117,47	0,00	0,00	31001,96	190,38	1.621
14-59-P	32170	19302	16947,73	113,59	0,00	0,00	33418,47	223,98	1.972
15-56-P	32170	17693	12955,12	81,61	0,00	0,00	32209,71	202,90	2.486
16-60-P	32170	16085	8296,29	41,49	0,00	0,00	26683,32	133,45	3.216
17-56-P	32170	20106	6272,43	22,52	0,00	0,00	26877,50	96,51	4.285
18-57-P	32170	16889	4384,36	12,22	0,00	0,00	22415,51	62,49	5.113
19-60-P	32170	16889	2721,26	6,43	0,00	0,00	18113,90	42,78	6.656
20-50-P	32170	16085	2082,81	1,51	-3,30	1,51	18024,43	13,03	8.654
21-50-P	32170	20910	1364,72	-1,02	-1,51	-1,02	14964,52	-11,15	10.965
22-40-P	32170	16085	846,33	-1,70	-2,63	-1,70	13714,28	-27,57	16.204
23-39-P	32170	17693	455,73	-2,87	-0,51	-2,87	9562,98	-60,20	20.984
24-37-P	6434	3217	73,84	-0,98	-0,02	-0,98	1877,27	-25,02	25.425
25-20-S	12315	12315	0,00	3,79	-88,34	18,77	-4187,94	889,66	47.404
26-27-S	12315	12315	0,00	0,00	-172,78	20,97	-4766,80	578,51	27.589
27-32-S	12315	12315	0,00	0,00	-324,58	24,25	-5715,03	426,91	17.608
28-36-S	12315	12315	0,00	0,00	-609,31	30,01	-7362,40	362,58	12.083
29-38-S	12315	13547	0,00	0,00	-963,14	31,47	-8738,67	285,53	9.073
30-43-S	12315	12315	0,00	0,00	-1431,87	33,82	-8913,32	210,53	6.225
31-45-S	12315	13547	0,00	0,00	-2160,54	37,65	-11580,66	201,83	5.360

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	M <sub>u</sub>	N <sub>u</sub>	FS
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	
32-47-S	12315	14778	0,00	0,00	-3038,61	37,05	-13345,01	162,73	4.392
33-48-S	12315	12315	0,00	0,00	-4748,37	28,15	-12065,50	71,52	2.541
34-48-S	12315	16010	0,00	0,00	-8877,99	13,01	-21366,47	31,30	2.407
35-50-S	12315	12315	0,00	0,00	-6425,78	13,67	-16519,20	35,15	2.571
36-41-S	12315	12315	957,78	12,66	-3313,71	12,66	-16564,04	63,29	4.999
37-55-S	12315	12315	1985,31	-14,22	-473,10	-3,20	16269,52	-116,52	8.195
38-46-S	12315	12315	5780,12	-13,31	0,00	0,00	16400,39	-37,78	2.837
39-47-S	12315	16010	8254,85	-14,33	0,00	0,00	16457,61	-28,56	1.994
40-45-S	12315	12315	5559,47	-28,97	0,00	0,00	11906,60	-62,04	2.142
41-47-S	12315	14778	4226,04	-37,12	0,00	0,00	10920,57	-95,91	2.584
42-46-S	12315	14162	2954,27	-37,57	0,00	0,00	10235,29	-130,17	3.465
43-40-S	12315	12315	1936,91	-33,94	0,00	0,00	8598,68	-150,69	4.439
44-38-S	12315	13547	1170,49	-31,64	0,00	0,00	7602,77	-205,49	6.495
45-33-S	12315	14162	666,50	-29,90	0,00	0,00	6892,94	-309,24	10.342
46-39-S	12315	12315	289,24	-23,10	0,00	0,00	5246,90	-419,00	18.140
47-35-S	12315	14778	108,37	-18,68	0,00	0,00	3898,55	-671,86	35.976
48-24-S	11699	11699	39,07	-17,68	-0,02	-7,13	3108,92	-1407,28	79.579

## Verifica a punzonamento

### Piastra

#### Simbologia adottata

OP	Oggetto che viene punzonato
P	Oggetto che punzona
c <sub>1</sub> , c <sub>2</sub>	Dimensioni pilastro nelle due direzioni, espressa in [mm]
d	Altezza utile della fondazione, espressa in [mm]
u <sub>0</sub>	Lunghezza perimetro di verifica a faccia pilastro, espresso in [mm]
u <sub>1</sub>	Lunghezza perimetro di verifica per effetto della diffusione, espresso in [mm]
β <sub>y</sub> , β <sub>z</sub>	Percentuali di armatura piastra in zona tesa
dpc, duc	distanza della prima e dell'ultima cucitura dalla faccia del pilastro
V <sub>Ed,t</sub>	Tensione di taglio sul perimetro del pilastro, espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,max</sub>	Valore di progetto del massimo taglio-punzonamento resistente, espressa in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Ed,f</sub>	Tensione di taglio sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,cf</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente senza armature sul perimetro di verifica u <sub>1</sub> , espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
V <sub>Rd,cs</sub>	Valore di progetto del taglio-punzonamento resistente con armature, espresso in [N/mm <sup>2</sup> ]
nsc	Numero di serie di cuciture
nc	Numero di cuciture
FS	Fattore di sicurezza (minore tra i rapporti V <sub>Rd,max</sub> /V <sub>Ed,t</sub> , V <sub>Rd,cf</sub> /V <sub>Ed,f</sub> e V <sub>Rd,cs</sub> /V <sub>Ed,t</sub> )

OP	P	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d	u <sub>0</sub>	u <sub>1</sub>	β <sub>y</sub>	β <sub>z</sub>	dpc	duc	nsc	nc
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[mm]		
Piastra n° 1	17,00; 15,00	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,98; 15,28	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,96; 15,42	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,92; 15,55	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,88; 15,68	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,83; 15,81	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,77; 15,94	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,70; 16,06	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,62; 16,18	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,53; 16,29	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,44; 16,39	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,34; 16,49	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,23; 16,58	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,12; 16,66	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,00; 16,73	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,88; 16,80	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,75; 16,85	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,62; 16,90	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,48; 16,94	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,35; 16,97	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,21; 16,99	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,07; 17,00	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,93; 17,00	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,79; 16,99	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,65; 16,97	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,52; 16,94	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,38; 16,90	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,25; 16,85	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,12; 16,80	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,00; 16,73	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,88; 16,66	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,77; 16,58	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,66; 16,49	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,56; 16,39	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0

OP	P	c <sub>1</sub>	c <sub>2</sub>	d	u <sub>0</sub>	u <sub>1</sub>	β <sub>y</sub>	β <sub>z</sub>	dpc	duc	nsc	nc
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[%]	[%]	[mm]	[mm]		
Piastra n° 1	13,47; 16,29	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,38; 16,18	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,30; 16,06	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,23; 15,94	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,17; 15,81	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,12; 15,68	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,08; 15,55	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,04; 15,42	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,02; 15,28	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,00; 15,14	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,00; 15,00	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,00; 14,86	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,02; 14,72	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,04; 14,58	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,08; 14,45	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,12; 14,32	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,17; 14,19	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,23; 14,06	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,30; 13,94	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,38; 13,82	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,47; 13,71	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,56; 13,61	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,66; 13,51	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,77; 13,42	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	13,88; 13,34	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,00; 13,27	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,12; 13,20	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,25; 13,15	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,38; 13,10	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,52; 13,06	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,65; 13,03	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,79; 13,01	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	14,93; 13,00	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,07; 13,00	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,21; 13,01	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,35; 13,03	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,48; 13,06	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,62; 13,10	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,75; 13,15	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	15,88; 13,20	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,00; 13,27	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,12; 13,34	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,23; 13,42	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,34; 13,51	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,44; 13,61	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,53; 13,71	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,62; 13,82	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,70; 13,94	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,77; 14,06	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,83; 14,19	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,88; 14,32	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,92; 14,45	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,96; 14,58	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0
Piastra n° 1	16,98; 14,72	300	300	3469	1200	44654	0.00000	0.00000	0	0	0	0

### 7.3 VERIFICA EQUILIBRIO DI CORPO RIGIDO

Per lo Stato Limite Ultimo di Equilibrio come corpo rigido della fondazione superficiale si utilizzano i coefficienti della colonna EQU della tabella 2.6.I di [IX].

Tab. 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G <sub>i</sub>	Favorevoli	Y <sub>G1</sub>	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali G <sub>2</sub> <sup>(1)</sup>	Favorevoli	Y <sub>G2</sub>	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	Y <sub>Q</sub>	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup> Nel caso in cui l'intensità dei carichi permanenti non strutturali o di una parte di essi (ad es. carichi permanenti portati) sia ben definita in fase di progetto, per detti carichi o per la parte di essi nota si potranno adottare gli stessi coefficienti parziali validi per le azioni permanenti.

Si effettua la verifica nei confronti dello stato limite di equilibrio come corpo rigido (EQU) assumendo i coefficienti della colonna EQU della tab. 2.6.I riportata precedentemente.

Pertanto:

Peso proprio struttura in elevazione: 6826 kN

Peso proprio fondazione: 16991,32 kN

Peso terreno rinterro: 14270 kN

$M_{RIB}=1,5 (178398,10+1535,88 \cdot 3,55)=275775,71$  kNm (momento ribaltante)

$M_{STAB}=0,9 (6826+16991,32+14270) \cdot 24,00/2=411343$  kNm (momento stabilizzante)

$FS= M_{STAB} / M_{RIB}= 1,49$

#### 7.4 VERIFICHE ALLO STATO LIMITE DI ESERCIZIO (SLE)

Dalla lettura delle specifiche normative tecniche (§ 6.4.3.2. di [XI]) si evince che, completata la verifica agli SLU, occorre analizzare il comportamento dei pali nelle condizioni di esercizio in relazione alle opportune combinazioni di carico evidenziate nel § 4.3 della presente relazione.

Specificamente, “si devono calcolare i valori degli spostamenti e delle distorsioni per verificarne la compatibilità con i requisiti prestazionali della struttura in elevazione”.

Pertanto, la struttura della fondazione in oggetto è stata stabilita nel rispetto dei summenzionati requisiti prestazionali, tenendo opportunamente conto degli effetti di interazione tra struttura e terreno.

### FONDAZIONI PROFONDE

#### Piastra su pali

#### Verifica tensioni (combinazioni SLE)

Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
A <sub>fi</sub>	Area di armatura lembo inferiore espressa in [mmq]
A <sub>fs</sub>	Area di armatura lembo superiore espressa in [mmq]
M <sub>p</sub>	Momento positivo espresso in [kNm]
N <sub>p</sub>	Sforzo positivo negativo espresso in [kN]
M <sub>n</sub>	Momento negativo espresso in [kNm]
N <sub>n</sub>	Sforzo normale negativo espresso in [kN]
σ <sub>c</sub>	Tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σ <sub>fi</sub>	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore espressa in [N/mmq]
σ <sub>fs</sub>	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore espressa in [N/mmq]

#### Combinazione n° 2

Is	A <sub>fi</sub> [mmq]	A <sub>fs</sub> [mmq]	M <sub>p</sub> [kNm]	N <sub>p</sub> [kN]	M <sub>n</sub> [kNm]	N <sub>n</sub> [kN]	σ <sub>c</sub> [N/mmq]	σ <sub>fi</sub> [N/mmq]	σ <sub>fs</sub> [N/mmq]
1-35-P	12064	12064	24,24	-0,02	-2,99	-2,99	0,133	2,700	1,715
1-34-P	15281	15281	29,19	-0,07	-3,89	-3,89	0,127	2,576	1,635
2-42-P	32170	32170	83,46	0,00	-5,80	-5,80	0,174	3,423	2,251
2-16-P	32170	36995	22,55	-17,11	0,60	0,60	0,040	0,820	0,545
2-13-P	32170	32170	12,99	-22,37	4,70	4,70	0,050	0,660	0,830
3-40-P	32170	32170	236,95	-1,78	1,78	1,78	0,317	6,672	4,280
3-21-P	32170	39408	50,02	-41,08	0,00	0,00	0,059	1,401	0,955
3-9-P	32170	32170	2,74	-21,97	0,42	0,42	0,047	0,610	0,874
4-43-P	32170	39408	416,25	-0,39	-0,02	-0,11	0,375	9,443	5,108
4-44-P	32170	41017	417,50	0,00	0,77	0,00	0,368	9,444	5,005
4-7-P	32170	32170	0,76	-16,42	0,51	0,51	0,035	0,458	0,650
5-49-P	32170	34583	691,61	0,00	4,58	0,00	0,631	15,004	8,673
5-34-P	32170	39408	267,69	-123,49	0,66	0,66	0,192	5,095	2,649
5-6-P	32170	32170	0,11	-10,17	-0,67	-0,67	0,021	0,275	0,417
6-48-P	32170	32170	1050,17	0,00	3,31	0,00	0,793	19,396	11,032

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Mc	Mi	Mfs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
6-53-P	32170	48255	1098,49	0,00	9,25	0,00	0,704	20,640	9,661
7-57-P	32170	33778	1631,24	0,00	12,52	0,00	1,146	28,846	15,965
7-53-P	32170	49059	1758,76	0,00	10,72	0,00	0,881	27,563	12,238
7-30-P	32170	32974	50,13	-481,87	-13,01	-13,01	0,338	4,708	8,563
8-54-P	32170	32170	2543,89	0,00	15,01	0,00	1,450	38,100	20,406
8-55-P	32170	34583	2596,32	0,00	16,32	0,00	1,432	38,736	20,128
9-60-P	32170	32170	3453,45	0,00	29,04	0,00	1,972	51,606	27,752
9-57-P	32170	53080	3750,82	0,00	29,33	0,00	1,475	50,125	20,631
9-6-P	32170	32170	3,71	-13,44	-9,63	-9,63	0,023	0,294	0,677
10-57-P	32170	33778	5590,42	0,00	49,02	0,00	2,562	72,015	36,275
10-49-P	32170	45038	3914,64	0,00	17,28	0,00	1,023	36,418	14,609
11-60-P	32170	6645,95	6645,95	0,00	61,99	0,00	3,112	85,764	44,088
11-55-P	32170	61123	9353,78	0,00	61,66	0,00	2,104	85,679	29,886
11-5-P	32170	32170	1,04	-6,61	-3,29	-7,86	0,009	0,229	0,380
12-60-P	32170	32170	7604,20	0,00	67,42	0,00	3,559	98,177	50,426
12-56-P	32170	64340	11617,73	0,00	50,52	0,00	2,535	106,590	35,954
12-7-P	32170	64340	0,00	-30,02	0,00	-16,26	0,027	0,370	0,547
13-60-P	32170	32170	7583,68	0,00	64,21	0,00	3,549	97,952	50,274
13-56-P	32170	64340	11650,39	0,00	47,67	0,00	2,541	106,932	36,044
13-7-P	32170	64340	0,00	-30,01	0,00	-16,15	0,027	0,371	0,546
14-60-P	32170	32170	6658,64	0,00	56,04	0,00	3,116	86,009	44,140
14-55-P	32170	61123	9330,27	0,00	51,20	0,00	2,096	85,610	29,772
14-5-P	32170	32170	1,05	-6,61	-3,22	-7,71	0,009	0,227	0,378
15-57-P	32170	33778	5586,49	0,00	41,12	0,00	2,558	72,070	36,209
15-49-P	32170	45038	3894,14	0,00	13,11	0,00	1,017	36,284	14,516
16-60-P	32170	32170	3459,31	0,00	25,26	0,00	1,974	51,745	27,777
16-57-P	32170	53080	3751,50	0,00	24,58	0,00	1,474	50,201	20,612
16-6-P	32170	32170	3,76	-13,54	-9,33	-9,33	0,023	0,291	0,677
17-54-P	32170	32170	2537,57	0,00	12,18	0,00	1,446	38,043	20,339
17-56-P	32170	40212	2611,28	0,00	14,42	0,00	1,338	38,713	18,742
18-57-P	32170	33778	1630,57	0,00	10,45	0,00	1,145	28,863	15,945
18-53-P	32170	49059	1747,24	0,00	8,68	0,00	0,875	27,410	12,148
18-30-P	32170	32974	49,96	-480,79	-11,06	-11,06	0,338	4,710	8,518
19-48-P	32170	32170	1083,08	0,00	2,59	0,00	0,777	19,276	10,828
19-53-P	32170	48255	1096,94	0,00	7,56	0,00	0,702	20,635	9,638
20-49-P	32170	34583	717,39	0,00	3,74	0,00	0,655	15,577	8,989
20-34-P	32170	39408	272,09	-121,18	0,98	0,98	0,195	5,175	2,694
20-6-P	32170	32170	0,10	-10,28	-0,37	-0,37	0,022	0,280	0,417
21-43-P	32170	39408	442,51	-0,31	-0,32	-0,21	0,398	10,043	5,428
21-28-P	32170	41017	127,69	-74,19	-0,40	-0,40	0,112	2,897	1,527
21-7-P	32170	32170	0,75	-16,37	0,80	0,80	0,035	0,459	0,644
22-40-P	32170	32170	239,09	-1,72	1,42	1,42	0,320	6,737	4,316
22-21-P	32170	39408	50,41	-40,76	0,35	0,35	0,060	1,407	0,944
22-8-P	32170	32170	1,90	-20,44	2,20	2,20	0,045	0,584	0,787
23-42-P	32170	32170	84,06	0,00	-5,81	-5,81	0,175	3,447	2,267
23-16-P	32170	36995	22,62	-17,15	0,80	0,80	0,040	0,819	0,544
23-14-P	32170	32974	14,01	-22,09	3,39	3,39	0,049	0,639	0,817
24-35-P	12064	12064	24,22	-0,02	-2,95	-2,95	0,133	2,697	1,714
24-34-P	15281	15281	29,06	-0,07	-3,83	-3,83	0,126	2,562	1,628
25-7-S	19302	19302	8,11	-0,07	8,64	1,76	0,037	0,347	0,500
25-13-S	28953	28953	1,10	-6,89	14,65	14,65	0,025	0,349	0,167
26-15-S	32170	35387	21,61	-0,96	14,07	5,55	0,051	0,666	0,678
26-53-S	4825	4825	3,03	0,00	1,43	1,43	0,049	0,677	0,647
27-9-S	32170	32170	34,81	-0,08	10,63	4,25	0,080	1,245	1,057
27-55-S	32170	32170	34,71	-0,09	10,28	4,08	0,080	1,246	1,051
27-37-S	32170	32170	0,00	-50,90	0,00	19,05	0,077	1,063	1,181
28-42-S	32170	38604	0,00	-103,11	0,00	21,99	0,111	1,542	1,739
28-11-S	32170	46646	34,78	-0,29	11,14	11,14	0,053	1,016	0,697
29-42-S	32170	38604	0,00	-206,45	0,00	24,45	0,178	2,500	3,205
29-40-S	32170	35387	0,00	-199,02	0,00	24,86	0,175	2,447	3,339
30-40-S	32170	32170	0,00	-351,12	0,00	26,01	0,262	3,669	5,911
30-15-S	32170	32974	62,16	-6,44	8,09	8,09	0,086	1,643	1,166
31-42-S	32170	37800	0,00	-577,05	0,00	28,13	0,328	4,644	7,130
31-20-S	32170	41821	117,88	-18,86	9,34	9,34	0,100	2,416	1,376
31-43-S	32170	36995	0,00	-568,25	0,00	27,82	0,324	4,590	7,165
32-46-S	32170	40212	0,00	-898,67	0,00	26,03	0,458	6,513	10,018
32-23-S	32170	64340	242,64	-34,16	9,17	9,17	0,126	4,235	1,716
32-36-S	32170	34583	0,00	-269,22	0,00	20,32	0,158	2,239	3,532
33-47-S	32170	32170	0,00	-1339,23	0,00	19,88	0,630	8,923	17,183
33-23-S	32170	64340	359,69	-56,40	6,50	6,50	0,176	6,142	2,403
33-40-S	32170	44234	0,00	-625,93	0,00	22,86	0,280	4,008	5,802
34-48-S	32170	45038	0,00	-2467,28	0,00	9,99	0,685	9,890	16,909
34-64-S	32170	32170	770,18	-110,51	3,70	3,70	0,439	11,547	6,173
34-43-S	32170	54689	0,00	-1163,03	0,00	20,85	0,346	4,997	6,971
35-60-S	32170	32170	1540,35	-285,42	5,66	5,66	0,718	19,994	10,172
35-59-S	32170	38604	1665,97	-307,97	8,04	8,04	0,650	19,930	9,214
35-48-S	32170	32170	7,63	-1579,86	1,01	10,55	0,475	6,815	14,868
36-60-S	32170	32170	2355,28	-372,66	2,90	2,90	1,096	30,650	15,523
36-34-S	32170	64340	1823,75	-177,88	3,07	3,07	0,594	23,049	8,282
37-44-S	32170	32170	4049,95	0,00	-5,17	0,00	1,209	38,544	17,330
37-40-S	32170	64340	3410,77	0,00	-14,79	0,00	0,737	31,717	10,446
38-48-S	32170	32170	7089,55	0,00	-10,59	0,00	2,117	67,493	30,331
38-40-S	32170	64340	4356,37	0,00	-24,97	0,00	0,940	40,598	13,319
39-48-S	32170	45038	7271,55	0,00	-10,25	0,00	1,890	68,233	26,963
39-42-S	32170	53885	5144,53	0,00	-22,62	0,00	1,384	52,883	19,611
40-47-S	32170	32170	4457,35	0,00	-19,96	0,00	2,066	58,347	29,240
40-38-S	32170	57906	3009,01	0,00	-20,73	0,00	1,036	38,537	14,479
40-19-S	32170	32170	85,43	-61,09	-4,86	-2,09	0,142	1,948	3,410
41-45-S	32170	40212	3174,86	0,00	-26,56	0,00	1,485	44,909	20,854
41-42-S	32170	42625	3062,36	0,00	-26,47	0,00	1,391	43,222	19,501
41-5-S	32170	32170	0,07	-14,53	-2,54	-2,54	0,029	0,378	0,618
42-43-S	32170	36995	2254,06	0,00	-27,97	0,00	1,189	34,100	16,664
42-35-S	32170	49059	1813,13	0,00	-22,40	0,00	0,897	28,889	12,442
43-36-S	32170	32170	1468,40	0,00	-23,66	0,00	1,097	27,506	15,240
43-19-S	32170	64340	299,63	0,00	-12,08	0,00	0,183	6,555	2,445

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
44-33-S	32170	41017	947,31	0,00	-22,24	0,00	0,775	20,795	10,571
44-31-S	32170	39408	864,92	0,00	-21,83	0,00	0,723	19,038	9,878
44-3-S	30561	30561	9,65	-6,77	-3,87	-3,87	0,019	0,465	0,344
45-43-S	32170	39408	614,71	0,00	-22,01	0,00	0,544	14,255	7,396
45-18-S	32170	34583	98,63	0,00	-14,78	0,00	0,119	2,986	1,584
46-25-S	32170	32170	335,50	0,00	-19,40	0,00	0,438	9,751	5,884
46-17-S	32170	45842	144,82	0,00	-16,28	0,00	0,162	4,522	2,123
46-8-S	32170	32170	6,25	-26,69	-8,29	-10,34	0,050	0,640	1,217
47-19-S	32170	39408	143,29	-0,14	-16,00	-6,20	0,240	5,601	3,093
47-16-S	32170	36995	51,57	-5,52	-9,49	-11,44	0,147	3,456	1,885
47-3-S	14476	14476	5,95	-6,54	-4,65	-4,65	0,025	0,679	0,731
48-26-S	28953	28953	78,68	-0,08	-14,57	-14,57	0,177	3,729	2,276

### Combinazione n° 3

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
1-35-P	12064	12064	26,00	-0,03	-3,36	-3,36	0,142	2,902	1,836
1-9-P	23323	23323	17,30	-7,02	0,84	0,84	0,052	0,939	0,673
2-42-P	32170	32170	89,25	-0,02	-6,52	-6,52	0,186	3,665	2,404
2-17-P	32170	38604	31,15	-17,72	-0,45	-0,45	0,053	1,149	0,688
2-13-P	32170	32170	12,48	-27,14	5,29	5,29	0,061	0,797	1,012
3-40-P	32170	32170	249,42	-3,01	2,00	2,00	0,334	7,021	4,506
3-22-P	32170	36191	58,64	-48,48	-1,61	-1,61	0,072	1,671	1,243
3-9-P	32170	32170	2,66	-24,35	0,47	0,47	0,052	0,677	0,968
4-43-P	32170	39408	438,28	-1,42	-0,03	-0,12	0,395	9,943	5,378
4-44-P	32170	41017	440,19	-0,42	0,87	0,55	0,388	9,957	5,277
5-49-P	32170	34583	734,79	0,00	5,16	0,00	0,671	15,937	9,217
5-35-P	32170	38604	289,23	-152,19	2,22	2,22	0,210	5,489	2,905
5-48-P	32170	37800	703,17	0,00	4,03	0,00	0,586	14,723	8,050
6-48-P	32170	32170	1107,79	0,00	3,73	0,00	0,837	20,457	11,639
6-53-P	32170	48255	1175,45	0,00	10,41	0,00	0,753	22,079	10,341
7-57-P	32170	33778	1758,39	0,00	14,09	0,00	1,236	31,087	17,213
7-53-P	32170	49059	1883,45	0,00	12,06	0,00	0,944	29,509	13,109
7-30-P	32170	32974	48,31	-604,80	-14,63	-14,63	0,425	5,920	10,725
8-54-P	32170	32170	2733,11	0,00	16,89	0,00	1,559	40,924	21,928
8-56-P	32170	40212	2819,81	0,00	19,64	0,00	1,446	41,748	20,260
9-60-P	32170	32170	3746,66	0,00	32,67	0,00	2,140	55,972	30,115
9-57-P	32170	53080	4063,82	0,00	32,99	0,00	1,598	54,290	22,358
9-5-P	32170	32170	7,81	-6,49	-9,46	-9,46	0,010	0,451	0,399
10-57-P	32170	33778	6080,18	0,00	55,14	0,00	2,787	78,299	39,463
10-50-P	32170	47451	4877,19	0,00	29,97	0,00	1,246	45,157	17,785
11-60-P	32170	32170	7243,68	0,00	69,74	0,00	3,392	93,448	48,065
11-55-P	32170	61123	10206,51	0,00	69,36	0,00	2,296	93,460	32,618
11-5-P	32170	32170	0,74	-7,88	-1,88	-8,85	0,011	0,290	0,445
12-60-P	32170	32170	8292,39	0,00	75,85	0,00	3,882	107,031	55,002
12-56-P	32170	64340	12735,79	0,00	56,84	0,00	2,779	116,827	39,420
12-7-P	32170	64340	0,00	-36,33	0,00	-18,30	0,034	0,460	0,652
13-60-P	32170	32170	8269,98	0,00	72,24	0,00	3,871	106,787	54,836
13-56-P	32170	64340	12772,81	0,00	53,63	0,00	2,786	117,215	39,522
13-7-P	32170	64340	0,00	-36,33	0,00	-18,17	0,034	0,461	0,651
14-60-P	32170	32170	7257,76	0,00	63,04	0,00	3,397	93,721	48,122
14-55-P	32170	61123	10179,41	0,00	57,59	0,00	2,288	93,377	32,489
14-5-P	32170	32170	0,75	-7,88	-1,84	-8,68	0,011	0,289	0,442
15-57-P	32170	33778	6075,70	0,00	46,26	0,00	2,782	78,361	39,387
15-50-P	32170	47451	4842,94	0,00	22,92	0,00	1,236	44,934	17,633
16-60-P	32170	32170	3752,98	0,00	28,42	0,00	2,142	56,124	30,141
16-57-P	32170	53080	4064,45	0,00	27,65	0,00	1,597	54,375	22,336
16-5-P	32170	32170	7,85	-6,63	-9,19	-9,19	0,011	0,449	0,401
17-54-P	32170	32170	2726,21	0,00	13,70	0,00	1,553	40,863	21,855
17-56-P	32170	40212	2816,50	0,00	16,23	0,00	1,443	41,746	20,218
18-57-P	32170	33778	1757,38	0,00	11,76	0,00	1,234	31,101	17,189
18-53-P	32170	49059	1870,91	0,00	9,76	0,00	0,937	29,344	13,010
18-30-P	32170	32974	48,13	-603,65	-12,44	-12,44	0,425	5,923	10,676
19-49-P	32170	33778	1171,15	0,00	4,05	0,00	0,821	20,778	11,431
19-53-P	32170	48255	1173,00	0,00	8,50	0,00	0,751	22,060	10,309
20-49-P	32170	34583	762,37	0,00	4,21	0,00	0,696	16,550	9,555
20-35-P	32170	38604	295,39	-149,33	2,39	2,39	0,215	5,605	2,968
20-27-P	32170	32170	98,49	-193,81	-7,39	-7,39	0,180	2,467	4,338
21-43-P	32170	39408	466,65	-1,55	-0,36	-0,36	0,420	10,591	5,724
21-31-P	32170	38604	169,57	-95,51	2,20	2,20	0,146	3,645	2,003
22-40-P	32170	32170	252,04	-2,98	1,60	1,60	0,337	7,100	4,550
22-22-P	32170	36191	58,84	-48,23	-1,16	-1,16	0,073	1,670	1,231
22-10-P	32170	32170	5,04	-23,76	-0,99	-0,99	0,050	0,647	0,965
23-42-P	32170	32170	89,91	-0,02	-6,54	-6,54	0,187	3,692	2,422
23-17-P	32170	38604	31,08	-17,79	-0,18	-0,18	0,053	1,142	0,689
23-13-P	32170	32170	12,77	-26,73	5,32	5,32	0,060	0,786	0,995
24-35-P	12064	12064	25,98	-0,03	-3,32	-3,32	0,142	2,899	1,835
24-9-P	23323	23323	17,00	-7,05	0,95	0,95	0,051	0,920	0,662
25-13-S	28953	28953	0,81	-11,89	16,48	16,48	0,038	0,524	0,286
25-12-S	27344	27344	1,16	-10,95	15,53	15,53	0,037	0,512	0,274
25-19-S	31366	31366	12,78	-0,05	18,81	3,92	0,038	0,272	0,523
26-22-S	32170	39408	0,02	-31,13	3,55	19,33	0,064	0,880	0,688
26-20-S	32170	39408	0,18	-24,87	7,07	19,35	0,054	0,735	0,509
27-26-S	32170	32170	0,00	-73,47	0,00	21,70	0,109	1,491	1,782
28-42-S	32170	38604	0,00	-147,84	0,00	24,74	0,155	2,165	2,567
28-4-S	32170	32170	29,16	-0,09	6,84	6,84	0,066	1,071	0,870
29-42-S	32170	38604	0,00	-274,69	0,00	27,51	0,235	3,293	4,319
29-8-S	32170	34583	43,31	-0,08	7,41	7,41	0,092	1,624	1,205
29-40-S	32170	35387	0,00	-256,45	0,00	27,97	0,224	3,127	4,352
30-40-S	32170	32170	0,00	-466,18	0,00	29,26	0,346	4,838	7,918



Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
30-8-S	32170	41017	48,14	-0,99	6,83	6,83	0,082	1,664	1,078
31-42-S	32170	37800	0,00	-754,84	0,00	31,65	0,427	6,047	9,384
31-8-S	32170	48255	57,95	-4,35	5,53	5,53	0,080	1,877	1,046
31-43-S	32170	36995	0,00	-744,57	0,00	31,30	0,423	5,986	9,446
32-46-S	32170	40212	0,00	-1152,97	0,00	29,28	0,586	8,334	12,895
32-23-S	32170	64340	222,76	-39,11	10,32	10,32	0,116	3,861	1,585
32-34-S	32170	45842	0,00	-245,27	0,00	21,18	0,138	1,964	2,442
33-47-S	32170	32170	0,00	-1701,50	0,00	22,37	0,799	11,322	21,870
33-23-S	32170	64340	353,71	-69,91	7,31	7,31	0,173	6,027	2,367
33-38-S	32170	57906	0,00	-561,71	0,00	23,40	0,240	3,451	4,018
34-48-S	32170	45038	0,00	-3076,96	0,00	11,24	0,854	12,329	21,099
34-30-S	32170	45038	755,87	-143,69	7,28	7,28	0,366	11,107	5,116
34-42-S	32170	53885	0,00	-1135,74	0,00	25,60	0,354	5,113	7,064
35-60-S	32170	32170	1543,35	-364,31	6,37	6,37	0,220	20,024	10,196
35-59-S	32170	38604	1666,01	-386,31	9,04	9,04	0,651	19,916	9,219
35-48-S	32170	32170	0,00	-2113,33	0,00	11,87	0,635	9,107	19,918
36-60-S	32170	32170	2480,28	-512,70	3,26	3,26	1,154	32,274	16,348
36-34-S	32170	64340	1899,52	-276,06	3,46	3,46	0,619	24,003	8,627
37-44-S	32170	32170	4212,06	0,00	-5,81	0,00	1,258	40,093	18,022
37-40-S	32170	64340	3503,51	0,00	-16,64	0,00	0,757	32,600	10,725
38-48-S	32170	32170	7631,19	0,00	-11,91	0,00	2,278	72,657	32,646
38-40-S	32170	64340	4600,40	0,00	-28,10	0,00	0,992	42,897	14,059
39-48-S	32170	45038	7879,14	0,00	-11,53	0,00	2,047	73,941	29,215
39-42-S	32170	53885	5517,44	0,00	-25,44	0,00	1,485	56,733	21,028
40-47-S	32170	32170	4819,66	0,00	-22,45	0,00	2,233	63,102	31,612
40-38-S	32170	57906	3220,30	0,00	-23,32	0,00	1,108	41,259	15,490
40-19-S	32170	32170	85,36	-67,69	-5,46	-2,35	0,157	2,158	3,780
41-45-S	32170	40212	3429,30	0,00	-29,88	0,00	1,604	48,524	22,519
41-42-S	32170	42625	3303,52	0,00	-29,78	0,00	1,500	46,643	21,031
42-43-S	32170	36995	2430,56	0,00	-31,46	0,00	1,282	36,788	17,962
42-35-S	32170	49059	1943,09	0,00	-25,20	0,00	0,961	30,977	13,327
43-36-S	32170	32170	1577,83	0,00	-26,61	0,00	1,178	29,572	16,368
43-19-S	32170	64340	314,47	0,00	-13,59	0,00	0,192	6,893	2,561
44-33-S	32170	41017	1017,53	0,00	-25,02	0,00	0,832	22,352	11,347
44-31-S	32170	39408	928,19	0,00	-24,56	0,00	0,776	20,447	10,593
44-3-S	30561	30561	9,47	-7,88	-4,35	-4,35	0,018	0,465	0,398
45-42-S	32170	38604	651,95	0,00	-24,66	0,00	0,583	15,149	7,934
45-43-S	32170	39408	659,47	0,00	-24,76	0,00	0,583	15,309	7,927
46-25-S	32170	32170	359,47	0,00	-21,83	0,00	0,469	10,462	6,296
46-17-S	32170	45842	154,44	0,00	-18,32	0,00	0,173	4,836	2,258
46-8-S	32170	32170	6,26	-29,93	-9,32	-11,63	0,056	0,717	1,365
47-19-S	32170	39408	152,79	-0,16	-18,00	-6,97	0,256	5,985	3,290
47-16-S	32170	36995	54,50	-6,51	-10,68	-12,87	0,154	3,668	1,983
47-3-S	14476	14476	6,22	-7,32	-5,23	-5,23	0,027	0,722	0,820
48-26-S	28953	28953	83,97	-0,09	-16,39	-16,39	0,188	3,993	2,420

**Combinazione n° 4**

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
1-35-P	12064	12064	27,77	-0,05	-3,74	-3,74	0,152	3,105	1,957
1-10-P	24932	24932	23,89	-7,52	0,11	0,11	0,066	1,232	0,853
2-42-P	32170	32170	95,05	-0,05	-7,25	-7,25	0,197	3,907	2,558
2-18-P	32170	40212	40,07	-19,75	-1,68	-1,68	0,066	1,492	0,852
3-40-P	32170	32170	262,07	-4,43	2,22	2,22	0,351	7,375	4,736
3-23-P	32170	32974	70,16	-57,76	-2,67	-2,67	0,091	2,018	1,630
3-20-P	32170	42625	39,38	-67,70	0,82	0,82	0,087	1,187	1,451
4-43-P	32170	39408	461,20	-3,35	-0,03	-0,03	0,415	10,463	5,660
4-44-P	32170	41017	463,71	-1,67	0,96	0,96	0,408	10,488	5,560
5-49-P	32170	34583	777,98	0,00	5,73	0,00	0,711	16,869	9,760
5-36-P	32170	38604	319,61	-171,61	3,46	3,46	0,246	6,305	3,385
5-48-P	32170	37800	742,39	0,00	4,48	0,00	0,619	15,541	8,500
6-48-P	32170	32170	1165,41	0,00	4,14	0,00	0,880	21,518	12,246
6-53-P	32170	48255	1252,41	0,00	11,57	0,00	0,803	23,518	11,021
7-57-P	32170	33778	1885,55	0,00	15,66	0,00	1,325	33,327	18,461
7-53-P	32170	49059	2008,15	0,00	13,40	0,00	1,007	31,455	13,979
7-30-P	32170	32974	46,52	-727,78	-16,26	-16,26	0,512	7,133	12,888
8-54-P	32170	32170	2922,34	0,00	18,77	0,00	1,667	43,748	23,451
8-56-P	32170	40212	3025,38	0,00	21,83	0,00	1,552	44,781	21,742
9-60-P	32170	32170	4039,86	0,00	36,30	0,00	2,308	60,338	32,478
9-57-P	32170	53080	4376,81	0,00	36,66	0,00	1,722	58,456	24,085
9-5-P	32170	32170	9,32	-8,55	-10,51	-10,51	0,013	0,527	0,497
10-57-P	32170	33778	6569,94	0,00	61,27	0,00	3,012	84,583	42,651
10-50-P	32170	47451	5159,28	0,00	33,30	0,00	1,319	47,746	18,820
11-60-P	32170	32170	7841,41	0,00	77,49	0,00	3,673	101,132	52,042
11-55-P	32170	61123	11059,24	0,00	77,07	0,00	2,489	101,241	35,351
11-5-P	32170	32170	0,67	-9,38	-2,09	-9,83	0,014	0,293	0,519
12-60-P	32170	32170	8980,59	0,00	84,28	0,00	4,205	115,885	59,578
12-56-P	32170	64340	13853,84	0,00	63,15	0,00	3,023	127,064	42,885
13-60-P	32170	32170	8956,28	0,00	80,27	0,00	4,192	115,622	59,397
13-56-P	32170	64340	13895,23	0,00	59,59	0,00	3,031	127,497	43,000
14-60-P	32170	32170	7856,89	0,00	70,05	0,00	3,678	101,434	52,104
14-55-P	32170	61123	11028,54	0,00	63,99	0,00	2,479	101,143	35,205
14-5-P	32170	32170	0,69	-9,39	-2,04	-9,64	0,014	0,293	0,517
15-57-P	32170	33778	6564,91	0,00	51,40	0,00	3,007	84,651	42,566
15-50-P	32170	47451	5121,07	0,00	25,47	0,00	1,307	47,498	18,651
16-60-P	32170	32170	4046,66	0,00	31,57	0,00	2,310	60,504	32,505
16-56-P	32170	58710	4339,61	0,00	29,52	0,00	1,552	56,224	21,678
16-5-P	32170	32170	9,35	-8,69	-10,21	-10,21	0,013	0,524	0,498
17-54-P	32170	32170	2914,86	0,00	15,22	0,00	1,661	43,683	23,370
17-56-P	32170	40212	3021,73	0,00	18,03	0,00	1,549	44,779	21,695

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	εc	εfi	εfs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
18-57-P	32170	33778	1884,20	0,00	13,07	0,00	1,323	33,339	18,432
18-53-P	32170	49059	1994,58	0,00	10,85	0,00	0,999	31,277	13,872
18-30-P	32170	32974	46,34	-726,56	-13,82	-13,82	0,512	7,136	12,834
19-49-P	32170	33778	1235,71	0,00	4,50	0,00	0,866	21,920	12,063
19-53-P	32170	48255	1249,05	0,00	9,45	0,00	0,800	23,484	10,979
20-49-P	32170	34583	807,34	0,00	4,68	0,00	0,737	17,523	10,120
20-36-P	32170	38604	327,86	-168,35	3,48	3,48	0,252	6,469	3,472
20-27-P	32170	32170	97,24	-232,83	-8,22	-8,22	0,216	2,968	5,203
21-43-P	32170	39408	491,75	-3,73	-0,40	-0,40	0,443	11,161	6,032
21-32-P	32170	38604	187,97	-113,24	3,52	3,52	0,163	4,026	2,228
22-40-P	32170	32170	265,16	-4,43	1,77	1,77	0,355	7,469	4,788
22-31-P	32170	32170	97,88	-53,44	0,47	0,47	0,131	2,760	1,766
22-20-P	32170	42625	39,85	-67,21	1,24	1,24	0,086	1,182	1,436
23-42-P	32170	32170	95,78	-0,05	-7,27	-7,27	0,199	3,937	2,577
23-18-P	32170	40212	39,84	-19,84	-1,35	-1,35	0,066	1,478	0,850
24-35-P	12064	12064	27,74	-0,05	-3,69	-3,69	0,151	3,101	1,956
24-10-P	24932	24932	23,40	-7,55	0,27	0,27	0,064	1,203	0,838
25-13-S	28953	28953	0,68	-17,05	18,31	18,31	0,052	0,704	0,484
25-10-S	24932	24932	3,41	-5,15	15,07	15,07	0,024	0,343	0,279
25-19-S	31366	31366	14,24	-0,32	20,90	4,35	0,042	0,303	0,582
26-22-S	32170	39408	0,01	-41,88	3,94	21,48	0,084	1,148	0,974
27-25-S	32170	32170	0,00	-96,63	0,00	24,21	0,141	1,928	2,401
28-42-S	32170	38604	0,00	-192,57	0,00	27,49	0,200	2,787	3,396
29-42-S	32170	38604	0,00	-342,93	0,00	30,56	0,292	4,087	5,433
29-40-S	32170	35387	0,00	-313,88	0,00	31,08	0,273	3,806	5,364
30-40-S	32170	32170	0,00	-581,23	0,00	32,51	0,430	6,008	9,925
30-8-S	32170	41017	50,38	-0,82	7,59	7,59	0,086	1,735	1,132
31-42-S	32170	37800	0,00	-932,64	0,00	35,17	0,526	7,449	11,638
31-8-S	32170	48255	61,48	-4,65	6,14	6,14	0,085	1,988	1,112
31-43-S	32170	36995	0,00	-920,88	0,00	34,78	0,521	7,381	11,728
32-46-S	32170	40212	0,00	-1407,26	0,00	32,53	0,715	10,155	15,773
32-22-S	32170	55493	202,76	-45,40	10,76	10,76	0,116	3,514	1,601
32-33-S	32170	53885	0,00	-280,52	0,00	22,69	0,153	2,183	2,411
33-47-S	32170	32170	0,00	-2063,77	0,00	24,85	0,968	13,720	26,557
33-23-S	32170	64340	347,60	-83,30	8,12	8,12	0,170	5,909	2,331
33-37-S	32170	58710	0,00	-569,38	0,00	23,92	0,252	3,625	4,134
34-48-S	32170	45038	0,00	-3686,65	0,00	12,48	1,023	14,768	25,288
34-30-S	32170	45038	737,04	-178,31	8,09	8,09	0,357	10,816	4,994
34-41-S	32170	49059	0,00	-988,73	0,00	28,68	0,336	4,842	6,972
35-48-S	32170	32170	0,00	-2654,43	0,00	13,19	0,797	11,431	25,041
35-60-S	32170	32170	1547,37	-444,21	7,08	7,08	0,722	20,067	10,226
35-45-S	32170	32170	0,00	-2282,21	0,00	14,63	0,686	9,843	21,486
36-60-S	32170	32170	2605,87	-653,33	3,62	3,62	1,213	33,906	17,176
36-34-S	32170	64340	1977,28	-376,22	3,84	3,84	0,644	24,982	8,982
37-44-S	32170	32170	4374,16	0,00	-6,46	0,00	1,306	41,641	18,714
37-40-S	32170	64340	3601,63	-5,37	-18,49	-1,77	0,778	33,533	11,020
38-48-S	32170	32170	8172,82	0,00	-13,24	0,00	2,440	77,820	34,960
38-40-S	32170	64340	4844,43	0,00	-31,22	0,00	1,045	45,196	14,799
39-48-S	32170	45038	8486,74	0,00	-12,81	0,00	2,205	79,648	31,466
39-42-S	32170	53885	5890,36	0,00	-28,27	0,00	1,585	60,584	22,445
40-47-S	32170	32170	5181,97	0,00	-24,95	0,00	2,401	67,856	33,984
40-38-S	32170	57906	3431,58	0,00	-25,91	0,00	1,181	43,981	16,502
41-45-S	32170	40212	3683,73	0,00	-33,20	0,00	1,723	52,140	24,184
41-42-S	32170	42625	3544,68	0,00	-33,09	0,00	1,609	50,063	22,560
42-43-S	32170	36995	2607,06	0,00	-34,96	0,00	1,374	39,476	19,259
42-35-S	32170	49059	2073,04	0,00	-28,00	0,00	1,025	33,064	14,213
43-36-S	32170	32170	1687,26	0,00	-29,57	0,00	1,260	31,638	17,496
43-19-S	32170	64340	329,31	0,00	-15,11	0,00	0,201	7,232	2,678
44-33-S	32170	41017	1087,76	0,00	-27,80	0,00	0,889	23,910	12,124
44-31-S	32170	39408	991,46	0,00	-27,29	0,00	0,828	21,856	11,308
44-3-S	30561	30561	9,33	-9,04	-4,84	-4,84	0,018	0,466	0,454
45-42-S	32170	38604	696,31	0,00	-27,40	0,00	0,623	16,195	8,466
45-43-S	32170	39408	704,22	0,00	-27,52	0,00	0,622	16,363	8,458
46-25-S	32170	32170	383,43	0,00	-24,26	0,00	0,499	11,173	6,708
46-17-S	32170	45842	164,05	0,00	-20,36	0,00	0,183	5,150	2,392
46-8-S	32170	32170	6,35	-33,24	-7,77	-12,92	0,063	0,796	1,516
47-19-S	32170	39408	162,28	-0,18	-20,00	-7,74	0,271	6,370	3,487
47-16-S	32170	36995	57,43	-7,51	-11,87	-14,30	0,162	3,880	2,080
48-26-S	28953	28953	89,26	-0,11	-18,21	-18,21	0,199	4,257	2,565

## Verifica fessurazione

### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale S: direzione secondaria)
As	Area di armatura all'interno dell'area efficace, espresso in [mmq]
Ac	Area efficace, espresso in [mmq]
Mpf	Momento di prima fessurazione, espresso in [kNm]
Npf	Sforzo normale di prima fessurazione, espresso in [kN]
Eps	Deformazione unitaria media, espresso in [%]
sm	Distanza tra le fessure, espressa in [mm]
wm	Ampiezza della fessura, espressa in [mm]

### Combinazione n° 2

Is	As	Ac	Mpf	Npf	Eps	sm	wm
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[%]	[mm]	[mm]
1-1	3217	13587	-251,21	236,64	0,0000	0,00	0.000

### Combinazione n° 3

Is	As	Ac	Mpf	Npf	Eps	sm	wm
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[%]	[mm]	[mm]
40-45	12315	125000	5331,42	-22,92	0,0784	101,88	0.136

### Aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09

## Pali

### Verifica tensioni

#### Pali in c.a.

#### Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso, espressa in [m]
A <sub>r</sub>	area di armatura, espressa in [mmq]
σ <sub>c</sub>	tensione nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
σ <sub>r</sub>	tensione nell'acciaio, espressa in [N/mmq]
σ <sub>t</sub>	tensione tangenziale nel calcestruzzo, espressa in [N/mmq]
σ <sub>st</sub>	tensione nelle staffe, espressa in [N/mmq]

### Combinazione n° 2

#### Palo n° 1

Y	A <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>r</sub>	σ <sub>t</sub>	σ <sub>st</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	2,016	24,903	--	--
2,50	2714	1,098	15,032	--	--
5,00	2714	0,849	12,053	--	--
7,50	2714	0,918	12,590	--	--
10,00	2714	0,800	11,063	--	--
12,50	2714	0,641	9,067	--	--
15,00	2714	0,502	7,307	--	--
17,50	2714	0,400	5,946	--	--
20,00	2714	0,331	4,961	--	--
22,50	2714	0,274	4,106	--	--
25,00	2714	0,215	3,219	--	--

#### Palo n° 25

Y	A <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>r</sub>	σ <sub>t</sub>	σ <sub>st</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	5,673	80,478	--	--
2,50	2714	4,784	70,316	--	--
5,00	2714	4,200	62,308	--	--
7,50	2714	3,928	57,746	--	--
10,00	2714	3,471	51,118	--	--
12,50	2714	2,971	44,021	--	--
15,00	2714	2,493	37,159	--	--
17,50	2714	2,050	30,698	--	--
20,00	2714	1,641	24,612	--	--
22,50	2714	1,245	18,658	--	--
25,00	2714	0,845	12,671	--	--

### Combinazione n° 3

#### Palo n° 1

Y	A <sub>r</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>r</sub>	σ <sub>t</sub>	σ <sub>st</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	2,265	27,800	--	--
2,50	2714	1,199	16,373	--	--
5,00	2714	0,922	13,051	--	--

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
7,50	2714	1,001	13,686	--	--
10,00	2714	0,871	11,999	--	--
12,50	2714	0,693	9,785	--	--
15,00	2714	0,540	7,836	--	--
17,50	2714	0,426	6,336	--	--
20,00	2714	0,351	5,258	--	--
22,50	2714	0,289	4,328	--	--
25,00	2714	0,224	3,360	--	--

#### Palo n° 25

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	6,125	86,667	--	--
2,50	2714	5,125	75,251	--	--
5,00	2714	4,490	66,572	--	--
7,50	2714	4,207	61,777	--	--
10,00	2714	3,715	54,658	--	--
12,50	2714	3,175	47,011	--	--
15,00	2714	2,659	39,628	--	--
17,50	2714	2,184	32,696	--	--
20,00	2714	1,746	26,187	--	--
22,50	2714	1,322	19,825	--	--
25,00	2714	0,895	13,426	--	--

#### Combinazione n° 4

#### Palo n° 1

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	2,519	30,727	--	--
2,50	2714	1,301	17,715	--	--
5,00	2714	0,994	14,049	--	--
7,50	2714	1,083	14,782	--	--
10,00	2714	0,941	12,935	--	--
12,50	2714	0,746	10,503	--	--
15,00	2714	0,577	8,364	--	--
17,50	2714	0,453	6,725	--	--
20,00	2714	0,371	5,555	--	--
22,50	2714	0,304	4,549	--	--
25,00	2714	0,233	3,502	--	--

#### Palo n° 25

Y	A <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>f</sub>	σ <sub>c</sub>	σ <sub>stf</sub>
[m]	[mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
0,00	2714	6,576	92,857	--	--
2,50	2714	5,466	80,186	--	--
5,00	2714	4,780	70,836	--	--
7,50	2714	4,485	65,808	--	--
10,00	2714	3,958	58,198	--	--
12,50	2714	3,379	50,000	--	--
15,00	2714	2,826	42,097	--	--
17,50	2714	2,317	34,694	--	--
20,00	2714	1,851	27,761	--	--
22,50	2714	1,400	20,992	--	--
25,00	2714	0,945	14,182	--	--

### Verifica fessurazione

#### Simbologia adottata

l <sub>p</sub>	Indice palo
X	ascissa di verifica, espresso in [m]
A <sub>s</sub>	Area di armatura all'interno dell'area efficace, espresso in [mmq]
A <sub>c</sub>	Area dei ferri tesi, espresso in [mmq]
M <sub>pf</sub>	Momento di prima fessurazione, espresso in [kNm]
N <sub>pf</sub>	Sforzo normale di prima fessurazione, espresso in [kN]
E <sub>ps</sub>	Deformazione unitaria media, espresso in [%]
s <sub>m</sub>	Distanza tra le fessure, espressa in [mm]
w <sub>m</sub>	Ampiezza della fessura, espressa in [mm]

Combinazione n° 2

Ip	X [m]	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
1	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
2	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
3	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
4	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
5	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
6	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
7	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
8	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
9	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
10	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
11	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
12	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
13	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
14	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
15	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
16	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
17	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
18	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
19	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
20	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
21	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
22	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
23	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
24	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
25	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
26	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
27	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
28	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
29	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
30	268578841,34	0	0	0,00	- 7,1284239553 0569E140	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
31	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365	0.000

Ip	X [m]	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
					7,1284239553 0569E140		057E183	
32	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
33	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
34	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
35	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
36	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			

Combinazione n° 3

Ip	X [m]	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
1	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
2	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
3	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
4	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
5	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
6	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
7	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
8	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
9	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
10	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
11	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
12	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
13	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
14	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
15	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
16	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
17	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
18	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
19	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
20	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
21	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
22	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
23	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
24	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553			

Ip	X [m]	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
					0569E140			
25	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
26	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
27	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
28	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
29	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
30	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
31	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
32	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
33	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
34	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
35	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			
36	268578841,34	0	0	0,00	-	0,0000	3,2887585365 057E183	0.000
					7,1284239553 0569E140			

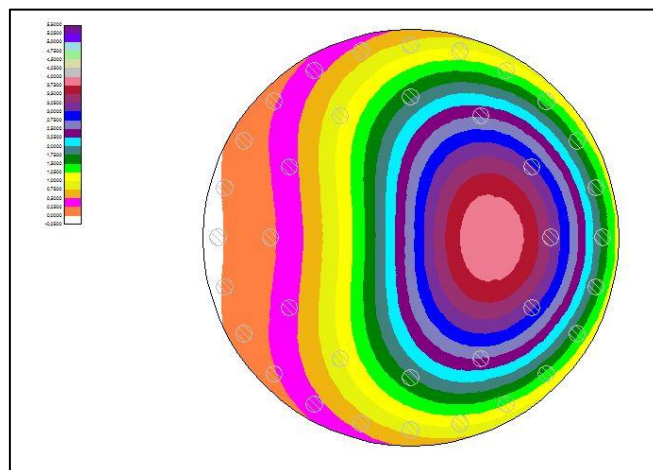
## Cedimenti

### Simbologia adottata

Oggetto	Oggetto al quale appartiene il punto di calcolo
X, Y	Coordinate punto in cui è stato calcolato il cedimento, espresso in [m]
w	Cedimento, espresso in [mm]
n°	numero palo

### Combinazione n° 4

n°	w [mm]
1	0,145
25	1,235



*Spostamenti verticali "w" Combinazione caratteristica o rara Aerogeneratori A01,A02,A03,A04,A05,A08,A09*

Risultati Analisi			
Numero combinazioni		4 (t = 0,000 sec.)	
Analisi carichi verticali		Analisi carichi orizzontali	
Carico Totale	25388,9382 [kN]		
Reazioni vincolari	0,0000 [kN]		
Risultante pali	25388,9382 [kN]		
Reazione terreno	0,0000 [kN]		
Spostamento massimo	2,37027 [mm]	X=18,64	Y=15,39 [m]
Spostamento minimo	-0,26951 [mm]	X=-8,25	Y=15,12 [m]
Momento massimo X	14631,5429 [kNm]	X=17,00	Y=15,00 [m]
Momento minimo X	-9209,4506 [kNm]	X=13,00	Y=15,00 [m]
Momento massimo Y	10585,9639 [kNm]	X=17,00	Y=15,00 [m]
Momento minimo Y	-5067,9559 [kNm]	X=13,00	Y=15,00 [m]
Dettagli >>			
Spostamento differenziale massimo	2,64 [mm]	0,03%	
Sforzo normale massimo sul palo	4176,1506 [kN]	[Palo nr. 25]	
Sforzo normale minimo sul palo	-780,6381 [kN]	[Palo nr. 31]	
<< Comb. 4 / 4 - SLER >>		Chiudi	Help

Il cedimento differenziale massimo è contenuto in valori compatibili con l'utilizzo della struttura in elevazione come risulta dal documento "D2431696-002 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Requirements Document T115-52A-WTC - D023-P037-T02\_02 – Foundation" punto 3.8.3.



## FONDAZIONI SUPERFICIALI DIRETTE

### Verifica tensioni (combinazioni SLE)

#### Piastra

##### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale, S: direzione secondaria)
Afi	Area di armatura lembo inferiore espressa in [mmq]
Afs	Area di armatura lembo superiore espressa in [mmq]
Mp	Momento positivo espresso in [kNm]
Np	Sforzo positivo negativo espresso in [kN]
Mn	Momento negativo espresso in [kNm]
Nn	Sforzo normale negativo espresso in [kN]
σc	Tensione nel calcestruzzo espressa in [N/mmq]
σfi	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo inferiore espressa in [N/mmq]
σfs	Tensione nell'armatura disposta in corrispondenza del lembo superiore espressa in [N/mmq]

##### Combinazione n° 2

Is	Afi [mmq]	Afs [mmq]	Mp [kNm]	Np [kN]	Mn [kNm]	Nn [kN]	σc [N/mmq]	σfi [N/mmq]	σfs [N/mmq]
1-20-P	31366	16085	72,31	-3,65	-0,08	-0,08	0,222	3,072	2,954
2-28-P	32170	16889	123,92	-6,96	-0,15	-0,15	0,297	4,397	4,004
2-30-P	32170	18498	125,21	-6,82	-0,40	-0,40	0,288	4,424	3,877
3-39-P	32170	16085	227,43	-8,49	-0,86	-0,86	0,420	6,678	5,754
3-11-P	32170	18498	13,68	-7,46	1,83	1,83	0,036	0,496	0,489
4-42-P	32170	19302	366,59	-13,31	-0,14	-0,14	0,466	8,621	6,453
5-50-P	32170	16085	538,51	-7,20	0,81	0,81	0,684	12,196	9,534
5-45-P	32170	20910	569,13	-19,36	0,49	0,49	0,656	12,714	9,100
6-48-P	32170	16085	939,62	-27,57	1,51	1,51	0,934	18,002	13,129
6-32-P	32170	21715	149,95	-160,62	-2,47	-2,47	0,133	2,864	4,395
7-57-P	32170	16889	1253,91	0,00	6,54	0,00	1,164	23,018	16,376
7-37-P	32170	22519	280,26	-297,99	-5,00	-5,00	0,190	4,498	6,628
7-30-P	32170	16085	7,57	-299,33	-3,64	-6,83	0,244	3,280	10,630
8-54-P	32170	16085	2099,75	-0,49	10,40	3,58	1,539	32,568	21,823
8-55-P	32170	16889	2120,71	0,00	11,32	0,00	1,533	32,808	21,730
9-60-P	32170	16085	2674,01	0,00	22,10	0,00	1,963	41,365	27,852
9-57-P	32170	26540	3110,28	0,00	22,93	0,00	1,698	42,929	24,057
10-56-P	32170	17693	5176,10	0,00	43,59	0,00	2,834	66,421	40,459
10-47-P	32170	22519	2563,81	-433,10	-3,83	-3,83	0,860	24,781	12,359
11-60-P	32170	16085	5848,88	0,00	54,66	0,00	3,463	78,022	49,401
11-55-P	32170	30561	9145,00	0,00	53,41	0,00	2,801	86,362	40,175
11-18-P	32170	16085	0,00	-314,01	0,00	-21,00	0,250	3,340	11,552
12-60-P	32170	16085	7175,99	0,00	62,66	0,00	4,247	95,781	60,583
12-56-P	32170	32170	11254,30	0,00	45,64	0,00	3,378	106,307	48,422
13-60-P	32170	16085	7214,89	0,00	62,65	0,00	4,270	96,304	60,909
13-56-P	32170	32170	11441,08	0,00	46,60	0,00	3,434	108,068	49,226
14-60-P	32170	16085	5843,31	0,00	55,12	0,00	3,460	77,942	49,357
14-55-P	32170	30561	9144,04	0,00	53,56	0,00	2,800	86,351	40,172
15-56-P	32170	17693	5163,10	0,00	43,52	0,00	2,827	66,254	40,358
15-47-P	32170	22519	2546,16	-427,27	-3,98	-3,98	0,854	24,613	12,273
16-60-P	32170	16085	2679,24	0,00	22,13	0,00	1,967	41,446	27,906
16-57-P	32170	26540	3113,35	0,00	22,91	0,00	1,700	42,972	24,080
17-54-P	32170	16085	2102,78	-0,40	10,37	1,72	1,541	32,616	21,854
17-55-P	32170	16889	2123,85	0,00	11,30	0,00	1,535	32,857	21,761
18-57-P	32170	16889	1256,18	0,00	6,52	0,00	1,166	23,060	16,405
18-37-P	32170	22519	280,53	-297,54	-5,01	-5,01	0,190	4,502	6,618
18-30-P	32170	16085	7,42	-300,23	-3,64	-6,83	0,245	3,290	10,662
19-48-P	32170	16085	943,45	-27,53	1,50	1,50	0,938	18,075	13,183
19-32-P	32170	21715	150,12	-160,58	-2,47	-2,47	0,133	2,867	4,394
20-50-P	32170	16085	540,09	-7,12	0,80	0,80	0,686	12,232	9,562
20-45-P	32170	20910	571,37	-19,40	0,48	0,48	0,658	12,764	9,136
21-42-P	32170	19302	367,21	-13,26	-0,14	-0,14	0,466	8,636	6,464
22-39-P	32170	16085	227,63	-8,46	-0,86	-0,86	0,420	6,684	5,759
22-11-P	32170	18498	13,69	-7,47	1,83	1,83	0,036	0,496	0,489
23-27-P	32170	16085	121,56	-7,07	0,00	0,00	0,297	4,323	4,015
23-30-P	32170	18498	125,33	-6,81	-0,40	-0,40	0,288	4,428	3,881
24-20-P	31366	16085	72,43	-3,67	-0,08	-0,08	0,222	3,077	2,958
25-20-S	12315	12315	0,00	-45,26	2,02	10,01	0,196	2,514	4,402
26-27-S	12315	12315	0,00	-89,94	0,00	11,18	0,308	3,993	7,705
26-23-S	12315	14778	0,00	-86,08	0,00	11,09	0,283	3,715	6,188
27-32-S	12315	12315	0,00	-170,36	0,00	12,93	0,438	5,788	12,174
27-13-S	12315	17241	0,00	-61,30	0,00	8,03	0,195	2,583	3,804
28-36-S	12315	12315	0,00	-320,76	0,00	16,00	0,568	7,660	17,801
29-38-S	12315	13547	0,00	-509,46	0,00	16,78	0,772	10,517	23,862
29-20-S	12315	20320	0,00	-162,84	0,00	8,27	0,292	4,008	6,191
30-43-S	12315	12315	0,00	-756,76	0,00	18,04	0,989	13,521	34,644
30-27-S	12315	19088	0,00	-340,59	0,00	10,28	0,445	6,162	11,059
30-6-S	12315	12315	2,10	-4,85	2,02	2,02	0,022	0,282	0,439
31-45-S	12315	13547	0,00	-1133,25	0,00	20,08	1,125	15,595	40,007
31-33-S	12315	16625	0,00	-666,07	0,00	12,83	0,722	10,030	21,356
31-40-S	12315	14778	0,00	-998,03	0,00	19,09	0,968	13,456	32,380

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
32-47-S	12315	14778	0,00	-1590,51	0,00	19,76	1,407	19,613	48,804
32-39-S	12315	14778	0,00	-1222,28	0,00	16,28	1,130	15,729	38,631
32-10-S	12315	24630	21,94	-29,38	1,08	1,08	0,064	1,549	1,107
33-48-S	12315	12315	0,00	-2373,57	0,00	15,01	1,950	27,117	80,088
33-10-S	12315	22783	34,15	-34,16	0,43	0,43	0,075	2,463	1,401
34-48-S	12315	16010	0,00	-4295,79	0,00	6,94	2,038	28,957	82,218
34-34-S	12315	24630	0,00	-670,53	0,00	4,44	0,452	6,427	11,672
35-50-S	12315	12315	0,00	-3000,53	0,00	7,29	1,547	21,822	73,818
35-21-S	12315	24630	186,79	-218,11	-0,30	-0,30	0,235	8,525	5,255
36-36-S	12315	12315	818,21	-1092,22	3,47	3,47	0,896	27,668	36,975
36-33-S	12315	24630	507,40	-653,40	0,37	0,37	0,439	16,862	11,440
37-55-S	12315	12315	1485,77	-179,07	-7,58	-1,08	0,762	36,952	11,706
37-56-S	12315	16625	1502,90	-136,33	-9,64	-2,45	0,716	37,163	10,054
37-60-S	12315	12315	821,09	-626,68	-3,96	-3,96	0,671	28,030	21,427
38-46-S	12315	12315	3529,17	0,00	-7,10	0,00	1,814	87,383	25,578
38-38-S	12315	20320	1190,87	0,00	-12,84	0,00	0,609	32,372	8,482
39-47-S	12315	16010	4567,02	0,00	-7,64	0,00	2,205	112,259	31,005
39-40-S	12315	16625	2099,11	0,00	-12,61	0,00	1,332	63,284	18,525
40-45-S	12315	12315	2716,63	0,00	-15,45	0,00	2,218	92,233	30,801
40-23-S	12315	22783	83,25	-0,49	-1,55	-0,20	0,085	3,861	1,144
40-2-S	12315	12315	5,36	-18,49	-0,23	-0,23	0,076	0,962	1,952
41-47-S	12315	14778	1897,21	0,00	-19,80	0,00	1,660	70,480	22,879
41-41-S	12315	16625	1613,78	0,00	-18,45	0,00	1,360	59,794	18,698
42-45-S	12315	13547	1262,32	0,00	-20,16	0,00	1,234	50,189	16,955
42-46-S	12315	14162	1270,32	0,00	-20,04	0,00	1,225	50,431	16,828
42-13-S	12315	12315	1,96	-20,11	-2,29	-2,29	0,049	0,636	1,573
43-40-S	12315	12315	752,92	0,00	-18,10	0,00	0,964	35,746	13,127
43-37-S	12315	12315	672,90	0,00	-17,48	0,00	0,861	31,994	11,720
43-6-S	12315	12315	0,24	-9,22	-2,01	-2,01	0,036	0,450	1,042
44-40-S	12315	13547	435,97	0,00	-16,70	0,00	0,639	23,401	8,597
44-41-S	12315	14162	438,19	0,00	-16,63	0,00	0,633	23,482	8,505
45-37-S	12315	12931	238,80	0,00	-15,91	0,00	0,399	14,221	5,320
45-13-S	12315	19704	17,64	-8,66	-7,01	-7,01	0,035	1,634	0,593
46-31-S	12315	12315	93,67	-0,01	-12,95	-5,23	0,226	7,413	2,934
46-13-S	12315	17241	22,39	-6,93	-8,04	-8,04	0,058	2,296	0,714
47-35-S	12315	14778	38,90	-1,01	-9,96	-9,96	0,125	4,118	1,546
47-16-S	12315	14162	29,26	-1,93	-9,56	-9,56	0,094	3,178	1,157
48-27-S	10468	10468	15,85	-0,28	-8,23	-8,23	0,068	2,319	0,822

**Combinazione n° 3**

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
1-27-P	27344	13672	101,81	-1,63	-1,17	-1,17	0,365	4,984	4,863
2-35-P	32170	19302	202,73	-3,18	-1,18	-1,18	0,507	7,699	6,774
2-20-P	32170	19302	98,85	-4,45	1,12	1,12	0,224	3,465	3,014
3-40-P	32170	16085	364,96	-5,74	-1,02	-1,02	0,674	10,712	9,237
3-11-P	32170	18498	15,58	-4,97	2,06	2,06	0,041	0,565	0,556
4-50-P	32170	20910	467,33	-2,89	-0,60	-0,60	0,714	12,763	9,784
4-44-P	32170	20910	555,60	-7,84	-0,41	-0,41	0,683	13,012	9,456
4-7-P	32170	16085	0,05	-3,89	0,93	1,99	0,010	0,133	0,248
5-50-P	32170	16085	841,48	-5,22	0,91	0,91	1,069	19,062	14,895
5-24-P	32170	22519	55,72	-64,74	-1,15	-1,15	0,065	1,256	2,020
6-48-P	32170	16085	1277,07	-23,14	1,70	1,70	1,270	24,471	17,842
6-53-P	32170	24127	1303,08	-3,32	3,20	3,20	1,183	25,409	16,498
7-57-P	32170	16889	1805,78	0,00	7,36	0,00	1,675	33,174	23,567
7-37-P	32170	22519	354,76	-264,70	-5,62	-5,62	0,241	5,684	5,911
7-30-P	32170	16085	5,46	-264,86	-2,58	-2,58	0,215	2,891	9,453
8-55-P	32170	16889	2842,90	0,00	12,73	0,00	2,053	44,011	29,113
8-40-P	32170	20910	462,02	-403,51	-8,85	-8,85	0,294	7,004	9,114
9-60-P	32170	16085	3611,90	0,00	24,87	0,00	2,650	55,935	37,586
9-56-P	32170	28953	4051,83	0,00	25,09	0,00	2,053	54,195	29,092
10-56-P	32170	17693	6504,30	0,00	49,04	0,00	3,560	83,537	50,807
10-46-P	32170	23323	2181,52	-662,07	-15,54	-15,54	0,721	21,215	10,350
11-60-P	32170	16085	7493,11	0,00	61,49	0,00	4,433	100,063	63,236
11-55-P	32170	30561	11142,21	0,00	60,08	0,00	3,411	105,289	48,927
11-18-P	32170	16085	0,00	-313,75	0,00	-23,62	0,248	3,317	11,620
12-60-P	32170	16085	9154,07	0,00	70,50	0,00	5,413	122,301	77,224
12-56-P	32170	32170	13623,84	0,00	51,35	0,00	4,088	128,741	58,600
13-60-P	32170	16085	9198,30	0,00	70,48	0,00	5,439	122,896	77,595
13-56-P	32170	32170	13843,47	0,00	52,42	0,00	4,154	130,813	59,546
14-60-P	32170	16085	7485,84	0,00	62,01	0,00	4,429	99,958	63,178
14-55-P	32170	30561	11148,90	0,00	60,25	0,00	3,413	105,351	48,957
15-56-P	32170	17693	6491,37	0,00	48,96	0,00	3,552	83,371	50,707
15-46-P	32170	23323	2146,36	-663,66	-15,72	-15,72	0,709	20,879	10,181
16-60-P	32170	16085	3619,04	0,00	24,90	0,00	2,655	56,046	37,660
16-56-P	32170	28953	4056,08	0,00	25,06	0,00	2,055	54,253	29,123
17-55-P	32170	16889	2846,60	0,00	12,71	0,00	2,056	44,068	29,150
17-40-P	32170	20910	460,95	-402,49	-8,87	-8,87	0,293	6,989	9,092
18-57-P	32170	16889	1808,81	0,00	7,33	0,00	1,678	33,230	23,606
18-37-P	32170	22519	354,77	-264,25	-5,64	-5,64	0,241	5,684	5,902
18-30-P	32170	16085	5,30	-265,67	-2,59	-2,59	0,216	2,900	9,482
19-48-P	32170	16085	1281,75	-23,18	1,69	1,69	1,274	24,561	17,907
19-53-P	32170	24127	1307,43	-3,24	3,18	3,18	1,187	25,494	16,553
20-50-P	32170	16085	843,83	-5,16	0,90	0,90	1,072	19,115	14,937
20-24-P	32170	22519	55,73	-64,69	-1,16	-1,16	0,065	1,256	2,019
21-50-P	32170	20910	467,54	-2,87	-0,61	-0,61	0,715	12,769	9,789
21-44-P	32170	20910	556,28	-7,83	-0,41	-0,41	0,684	13,028	9,467
21-7-P	32170	16085	0,05	-3,94	0,53	1,99	0,011	0,134	0,253
22-40-P	32170	16085	365,34	-5,74	-1,02	-1,02	0,675	10,723	9,247
22-11-P	32170	18498	15,59	-4,97	2,06	2,06	0,041	0,565	0,556

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
23-35-P	32170	19302	202,88	-3,19	-1,18	-1,18	0,508	7,705	6,779
23-20-P	32170	19302	99,13	-4,45	1,11	1,11	0,225	3,475	3,023
24-27-P	27344	13672	101,84	-1,64	-1,17	-1,17	0,365	4,986	4,865
25-20-S	12315	12315	0,00	-52,06	2,28	11,26	0,226	2,888	5,073
26-27-S	12315	12315	0,00	-102,80	0,00	12,58	0,352	4,561	8,814
26-23-S	12315	14778	0,00	-98,27	0,00	12,47	0,323	4,239	7,069
27-32-S	12315	12315	0,00	-194,06	0,00	14,55	0,499	6,591	13,874
27-13-S	12315	17241	0,00	-71,90	0,00	9,03	0,228	3,025	4,471
28-36-S	12315	12315	0,00	-364,86	0,00	18,00	0,646	8,711	20,256
28-24-S	12315	17241	0,00	-228,84	0,00	13,33	0,461	6,253	10,675
29-38-S	12315	13547	0,00	-578,34	0,00	18,88	0,876	11,937	27,094
29-21-S	12315	19704	0,00	-204,49	0,00	10,27	0,345	4,732	7,614
30-43-S	12315	12315	0,00	-858,86	0,00	20,29	1,123	15,344	39,324
30-26-S	12315	16625	0,00	-360,44	0,00	10,77	0,517	7,110	13,917
31-45-S	12315	13547	0,00	-1288,91	0,00	22,59	1,280	17,735	45,510
31-33-S	12315	16625	0,00	-766,56	0,00	14,43	0,831	11,541	24,586
31-40-S	12315	14778	0,00	-1136,44	0,00	21,47	1,102	15,320	36,878
32-47-S	12315	14778	0,00	-1809,27	0,00	22,23	1,600	22,309	55,524
32-39-S	12315	14778	0,00	-1399,45	0,00	18,31	1,293	18,006	44,240
33-48-S	12315	12315	0,00	-2744,65	0,00	16,89	2,255	31,353	92,626
33-23-S	12315	22783	17,28	-231,47	0,00	1,80	0,256	3,573	5,967
34-48-S	12315	16010	0,00	-5025,34	0,00	7,80	2,384	33,874	96,189
34-21-S	12315	24630	111,57	-197,30	0,26	0,26	0,239	5,483	5,127
35-50-S	12315	12315	0,00	-3564,82	0,00	8,20	1,838	25,923	87,717
35-40-S	12315	24630	19,85	-2194,63	3,03	16,94	0,918	13,181	27,612
36-36-S	12315	12315	827,91	-1304,61	3,91	3,91	1,070	27,982	44,174
36-33-S	12315	24630	505,41	-774,46	0,41	0,41	0,521	16,794	13,560
37-55-S	12315	12315	1488,00	-226,98	-8,53	-1,56	0,763	37,041	13,206
37-56-S	12315	16625	1501,02	-170,39	-10,85	-2,75	0,715	37,161	10,035
37-60-S	12315	12315	805,81	-763,84	-4,45	-4,45	0,658	27,529	26,103
38-46-S	12315	12315	3791,72	0,00	-7,99	0,00	1,949	93,897	27,479
38-38-S	12315	20320	1199,46	0,00	-14,45	0,00	0,613	32,662	8,534
39-47-S	12315	16010	5067,93	0,00	-8,60	0,00	2,447	124,576	34,405
39-41-S	12315	18473	2685,07	0,00	-15,02	0,00	1,512	75,894	21,060
40-45-S	12315	12315	3127,61	0,00	-17,38	0,00	2,553	106,851	35,464
40-23-S	12315	22783	109,14	0,00	-1,75	0,00	0,112	5,051	1,502
40-2-S	12315	12315	8,70	-33,94	-0,26	-0,26	0,140	1,768	3,578
41-47-S	12315	14778	2229,47	0,00	-22,27	0,00	1,952	82,787	26,894
41-41-S	12315	16625	1896,44	0,00	-20,75	0,00	1,599	70,234	21,980
42-45-S	12315	13547	1493,78	0,00	-22,68	0,00	1,460	59,350	20,073
42-46-S	12315	14162	1501,84	0,00	-22,54	0,00	1,449	59,581	19,904
43-40-S	12315	12315	911,24	0,00	-20,37	0,00	1,168	43,208	15,902
43-37-S	12315	12315	808,44	0,00	-19,67	0,00	1,035	38,390	14,093
44-40-S	12315	13547	530,75	0,00	-18,79	0,00	0,779	28,433	10,482
44-36-S	12315	14778	498,39	0,00	-19,06	0,00	0,709	26,677	9,520
45-37-S	12315	12931	289,15	0,00	-17,90	0,00	0,484	17,170	6,456
45-13-S	12315	19704	16,64	-2,58	-7,88	-4,70	0,032	1,590	0,402
46-29-S	12315	12315	114,41	0,00	-14,45	0,00	0,277	9,004	3,601
46-14-S	12315	18473	26,98	-4,22	-9,29	-7,14	0,068	2,747	0,833
47-35-S	12315	14778	46,96	-0,59	-11,21	-8,39	0,151	4,942	1,879
47-16-S	12315	14162	34,88	-1,61	-10,75	-10,75	0,112	3,765	1,389
48-27-S	10468	10468	18,61	-0,34	-9,26	-9,26	0,080	2,704	0,973
48-24-S	11699	11699	20,35	-0,14	-10,61	-10,61	0,078	2,665	0,943
48-26-S	11084	11084	19,25	-0,27	-9,75	-9,75	0,079	2,649	0,953

**Combinazione n° 4**

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmqa]	[N/mmqa]	[N/mmqa]
1-32-P	19302	9651	106,62	-0,53	-1,50	-1,50	0,544	7,399	7,244
2-39-P	32170	17693	249,96	-1,36	-1,91	-1,91	0,729	10,334	9,681
2-20-P	32170	19302	115,86	-3,05	1,24	1,24	0,263	4,063	3,533
3-40-P	32170	16085	486,87	-3,83	-1,13	-1,13	0,899	14,287	12,325
3-11-P	32170	18498	18,32	-3,42	2,29	2,29	0,049	0,666	0,653
4-50-P	32170	20910	706,35	-2,21	-0,67	-0,67	1,080	19,288	14,791
4-44-P	32170	20910	737,12	-5,80	-0,45	-0,45	0,907	17,263	12,546
4-9-P	32170	17693	0,15	-4,63	0,52	1,74	0,011	0,142	0,267
5-50-P	32170	16085	1146,04	-4,02	1,01	1,01	1,456	25,964	20,284
5-23-P	32170	24932	48,40	-49,40	-1,26	-1,26	0,051	1,089	1,403
6-60-P	32170	16889	1306,17	-0,06	4,30	0,61	1,634	29,475	22,743
6-53-P	32170	24127	1727,31	-2,29	3,55	3,55	1,567	33,690	21,864
7-57-P	32170	16889	2413,22	0,00	8,18	0,00	2,237	44,354	31,482
7-53-P	32170	24932	2528,69	-6,17	7,45	7,45	1,753	41,017	24,671
8-55-P	32170	16889	3582,43	0,00	14,15	0,00	2,587	55,483	36,673
8-56-P	32170	20106	3621,28	0,00	15,04	0,00	2,476	55,604	35,053
9-60-P	32170	16085	4680,59	0,00	27,63	0,00	3,432	72,543	48,676
9-56-P	32170	28953	5017,32	0,00	27,87	0,00	2,541	67,151	36,007
10-57-P	32170	16889	7375,92	0,00	52,00	0,00	4,304	98,390	61,370
10-46-P	32170	23323	2724,46	-625,34	-17,27	-17,27	0,900	26,468	12,936
11-60-P	32170	16085	9281,31	0,00	68,32	0,00	5,487	124,041	78,278
11-55-P	32170	30561	13180,53	0,00	66,76	0,00	4,034	124,608	57,859
11-18-P	32170	16085	0,00	-313,58	0,00	-26,25	0,247	3,296	11,690
12-60-P	32170	16085	11301,80	0,00	78,33	0,00	6,680	151,104	95,289
12-56-P	32170	32170	16052,83	0,00	57,05	0,00	4,815	151,740	69,032
13-60-P	32170	16085	11349,74	0,00	78,31	0,00	6,708	151,750	95,691
13-56-P	32170	32170	16306,00	0,00	58,24	0,00	4,891	154,130	70,122
14-60-P	32170	16085	9270,74	0,00	68,90	0,00	5,481	123,891	78,193
14-55-P	32170	30561	13196,14	0,00	66,94	0,00	4,038	124,754	57,928
15-56-P	32170	17693	7850,30	0,00	54,41	0,00	4,294	100,885	61,293
15-46-P	32170	23323	2675,18	-627,46	-17,47	-17,47	0,884	25,995	12,700
16-60-P	32170	16085	4689,13	0,00	27,66	0,00	3,438	72,676	48,764

Is	Afi	Afs	Mp	Np	Mn	Nn	Ec	Efi	Efs
	[mmq]	[mmq]	[kNm]	[kN]	[kNm]	[kN]	[N/mmq]	[N/mmq]	[N/mmq]
16-56-P	32170	28953	5021,86	0,00	27,85	0,00	2,544	67,213	36,039
17-55-P	32170	16889	3586,31	0,00	14,12	0,00	2,589	55,544	36,712
17-56-P	32170	20106	3625,57	0,00	15,01	0,00	2,479	55,671	35,094
18-57-P	32170	16889	2416,96	0,00	8,15	0,00	2,241	44,423	31,530
18-53-P	32170	24932	2531,50	-6,08	7,42	7,42	1,755	41,063	24,698
19-60-P	32170	16889	1307,26	-0,05	4,28	0,61	1,635	29,500	22,762
19-53-P	32170	24127	1732,60	-2,26	3,54	3,54	1,572	33,794	21,931
20-50-P	32170	16085	1149,12	-3,99	1,00	1,00	1,460	26,034	20,339
20-23-P	32170	24932	48,22	-49,34	-1,26	-1,26	0,051	1,085	1,402
21-50-P	32170	20910	707,06	-2,20	-0,68	-0,68	1,081	19,308	14,806
21-44-P	32170	20910	738,00	-5,81	-0,46	-0,46	0,908	17,283	12,561
21-9-P	32170	17693	0,14	-4,70	0,52	1,74	0,011	0,144	0,272
22-40-P	32170	16085	487,46	-3,84	-1,13	-1,13	0,900	14,305	12,340
22-11-P	32170	18498	18,31	-3,41	2,29	2,29	0,049	0,666	0,652
23-39-P	32170	17693	250,22	-1,37	-1,91	-1,91	0,730	10,345	9,691
23-20-P	32170	19302	116,10	-3,05	1,24	1,24	0,263	4,071	3,540
24-32-P	19302	9651	106,70	-0,53	-1,50	-1,50	0,544	7,405	7,249
25-20-S	12315	12315	0,00	-58,40	2,53	12,51	0,253	3,238	5,695
26-27-S	12315	12315	0,00	-114,80	0,00	13,98	0,393	5,092	9,844
26-23-S	12315	14778	0,00	-109,62	0,00	13,86	0,360	4,728	7,887
27-32-S	12315	12315	0,00	-216,19	0,00	16,16	0,556	7,342	15,458
28-36-S	12315	12315	0,00	-406,14	0,00	20,00	0,719	9,696	22,549
28-24-S	12315	17241	0,00	-255,39	0,00	14,82	0,514	6,978	11,915
29-38-S	12315	13547	0,00	-642,91	0,00	20,98	0,974	13,270	30,120
29-21-S	12315	19704	0,00	-230,83	0,00	11,41	0,389	5,339	8,598
30-43-S	12315	12315	0,00	-955,04	0,00	22,55	1,249	17,062	43,728
30-26-S	12315	16625	0,00	-404,47	0,00	11,97	0,580	7,977	15,620
31-45-S	12315	13547	0,00	-1436,45	0,00	25,10	1,426	19,765	50,722
31-33-S	12315	16625	0,00	-858,76	0,00	16,04	0,931	12,928	27,547
31-40-S	12315	14778	0,00	-1266,92	0,00	23,86	1,228	17,079	41,114
32-47-S	12315	14778	0,00	-2017,76	0,00	24,70	1,784	24,879	61,925
32-39-S	12315	14778	0,00	-1566,01	0,00	20,35	1,447	20,148	49,510
33-48-S	12315	12315	0,00	-3101,32	0,00	18,76	2,548	35,425	104,674
33-23-S	12315	22783	15,40	-273,91	1,00	2,00	0,302	4,227	7,063
34-48-S	12315	16010	0,00	-5731,77	0,00	8,67	2,719	38,634	109,717
34-22-S	12315	24630	112,50	-255,60	0,37	0,37	0,276	5,113	6,146
35-50-S	12315	12315	0,00	-4101,96	0,00	9,12	2,115	29,827	100,945
35-40-S	12315	24630	30,31	-2572,27	3,36	18,82	1,076	15,444	32,380
36-36-S	12315	12315	846,67	-1501,04	4,34	4,34	1,231	28,604	50,830
36-33-S	12315	24630	509,91	-882,21	0,46	0,46	0,593	16,942	15,446
37-55-S	12315	12315	1509,97	-275,23	-9,48	-1,73	0,774	37,617	16,000
37-40-S	12315	16625	1395,48	-253,40	-12,31	-3,65	0,664	34,629	11,159
37-60-S	12315	12315	800,30	-892,10	-4,95	-4,95	0,728	27,359	30,477
38-46-S	12315	12315	4072,33	0,00	-8,88	0,00	2,093	100,856	29,511
38-38-S	12315	20320	1219,14	0,00	-16,05	0,00	0,622	33,248	8,666
39-47-S	12315	16010	5599,82	0,00	-9,55	0,00	2,704	137,652	38,015
39-41-S	12315	18473	2940,49	0,00	-16,69	0,00	1,655	83,122	23,062
40-45-S	12315	12315	3591,93	0,00	-19,31	0,00	2,933	122,691	40,734
40-22-S	12315	24630	110,16	0,00	-1,92	0,00	0,109	5,093	1,458
41-47-S	12315	14778	2612,28	0,00	-24,74	0,00	2,287	96,954	31,522
41-41-S	12315	16625	2227,35	0,00	-23,06	0,00	1,878	82,441	25,825
42-45-S	12315	13547	1767,09	0,00	-25,19	0,00	1,728	70,151	23,759
42-46-S	12315	14162	1774,60	0,00	-25,05	0,00	1,713	70,344	23,532
43-40-S	12315	12315	1105,10	0,00	-22,63	0,00	1,418	52,326	19,304
43-37-S	12315	12315	973,77	0,00	-21,86	0,00	1,248	46,176	16,992
44-40-S	12315	13547	648,52	0,00	-20,87	0,00	0,953	34,668	12,828
44-30-S	12315	14778	423,43	0,00	-18,23	0,00	0,639	23,701	8,546
45-36-S	12315	12315	347,89	0,00	-20,01	0,00	0,592	20,634	7,919
45-38-S	12315	13547	352,58	0,00	-19,74	0,00	0,582	20,831	7,762
46-39-S	12315	12315	145,23	0,00	-15,40	0,00	0,354	11,323	4,610
46-25-S	12315	12315	135,01	0,00	-15,46	0,00	0,328	10,567	4,270
47-35-S	12315	14778	57,46	-0,11	-12,45	-2,38	0,186	6,000	2,317
47-16-S	12315	14162	41,60	-0,56	-11,95	-6,78	0,135	4,457	1,669
48-27-S	10468	10468	21,72	-0,38	-10,29	-10,29	0,094	3,133	1,146

## Verifica fessurazione

### Piastra

#### Simbologia adottata

Is	Identificativo tratto-sezione-direzione (P: direzione principale S: direzione secondaria)
As	Area di armatura all'interno dell'area efficace, espresso in [mmq]
Ac	Area efficace, espresso in [mmq]
Mpf	Momento di prima fessurazione, espresso in [kNm]
Npf	Sforzo normale di prima fessurazione, espresso in [kN]
Eps	Deformazione unitaria media, espresso in [%]
sm	Distanza tra le fessure, espressa in [mm]
wm	Ampiezza della fessura, espressa in [mm]

#### Combinazione n° 2

Is	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
1-1	0	0	-297,58	1596,89	0,0000	0,00	0.000

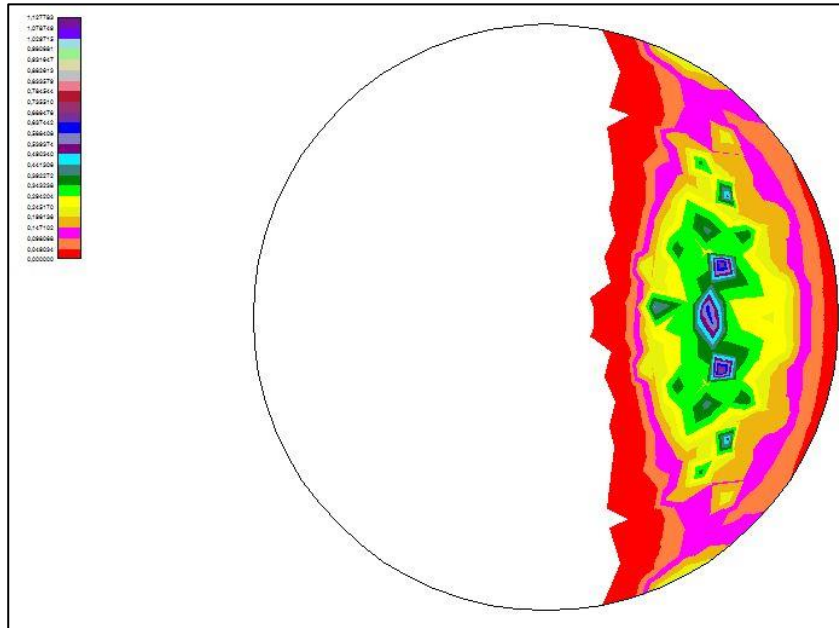
Combinazione n° 3

Is	As [mmq]	Ac [mmq]	Mpf [kNm]	Npf [kN]	Eps [%]	sm [mm]	wm [mm]
1-1	0	0	-297,58	1596,89	0,0000	0,00	0.000

**Cedimenti**

Combinazione n° 4

Oggetto	X [m]	Y [m]	w [mm]
Piastra n° 1	27,00	15,00	0,320
Piastra n° 1	26,94	16,18	0,319
Piastra n° 1	26,77	17,34	0,317
Piastra n° 1	26,48	18,48	0,314
Piastra n° 1	26,09	19,59	0,309
Piastra n° 1	25,58	20,66	0,303
Piastra n° 1	24,98	21,67	0,298
Piastra n° 1	24,28	22,61	0,293
Piastra n° 1	23,49	23,49	0,285
Piastra n° 1	22,61	24,28	0,286
Piastra n° 1	21,67	24,98	0,279
Piastra n° 1	20,66	25,58	0,262
Piastra n° 1	19,59	26,09	0,219
Piastra n° 1	18,48	26,48	0,129
Piastra n° 1	17,34	26,77	0,102
Piastra n° 1	16,18	26,94	0,087
Piastra n° 1	15,00	27,00	0,075
Piastra n° 1	13,82	26,94	0,065
Piastra n° 1	12,66	26,77	0,058
Piastra n° 1	11,52	26,48	0,052
Piastra n° 1	10,41	26,09	0,047
Piastra n° 1	9,34	25,58	0,042
Piastra n° 1	8,33	24,98	0,039
Piastra n° 1	7,39	24,28	0,036
Piastra n° 1	6,51	23,49	0,034
Piastra n° 1	5,72	22,61	0,032
Piastra n° 1	5,02	21,67	0,030
Piastra n° 1	4,42	20,66	0,029
Piastra n° 1	3,91	19,59	0,028
Piastra n° 1	3,52	18,48	0,027
Piastra n° 1	3,23	17,34	0,026
Piastra n° 1	3,06	16,18	0,026
Piastra n° 1	3,00	15,00	0,026
Piastra n° 1	3,06	13,82	0,026
Piastra n° 1	3,23	12,66	0,026
Piastra n° 1	3,52	11,52	0,027
Piastra n° 1	3,91	10,41	0,028
Piastra n° 1	4,42	9,34	0,029
Piastra n° 1	5,02	8,33	0,030
Piastra n° 1	5,72	7,39	0,032
Piastra n° 1	6,51	6,51	0,034
Piastra n° 1	7,39	5,72	0,036
Piastra n° 1	8,33	5,02	0,039
Piastra n° 1	9,34	4,42	0,042
Piastra n° 1	10,41	3,91	0,047
Piastra n° 1	11,52	3,52	0,052
Piastra n° 1	12,66	3,23	0,058
Piastra n° 1	13,82	3,06	0,065
Piastra n° 1	15,00	3,00	0,075
Piastra n° 1	16,18	3,06	0,086
Piastra n° 1	17,34	3,23	0,102
Piastra n° 1	18,48	3,52	0,129
Piastra n° 1	19,59	3,91	0,218
Piastra n° 1	20,66	4,42	0,262
Piastra n° 1	21,67	5,02	0,279
Piastra n° 1	22,61	5,72	0,286
Piastra n° 1	23,49	6,51	0,285
Piastra n° 1	24,28	7,39	0,293
Piastra n° 1	24,98	8,33	0,298
Piastra n° 1	25,58	9,34	0,303
Piastra n° 1	26,09	10,41	0,309
Piastra n° 1	26,48	11,52	0,313
Piastra n° 1	26,77	12,66	0,317
Piastra n° 1	26,94	13,82	0,319
Piastra n° 1	15,00	15,00	0,232



*Spostamenti verticali “w” Combinazione caratteristica o rara Aerogeneratori A06 A07*

Risultati Analisi			
Numero combinazioni		4	( t = 44,000 sec.)
Analisi carichi verticali		Analisi carichi orizzontali	
Carico Totale	25382,6249 [kN]		
Reazioni vincolari	0,0000 [kN]		
Risultante pali	---		
Reazione terreno	25382,6249 [kN]		
Spostamento massimo	0,91587 [mm]	X=7,09	Y=7,09 [m]
Spostamento minimo	-8,96871 [mm]	X=3,00	Y=15,00 [m]
Momento massimo X	17173,1827 [kNm]	X=16,98	Y=15,28 [m]
Momento minimo X	-7593,5236 [kNm]	X=13,02	Y=14,72 [m]
Momento massimo Y	6879,5808 [kNm]	X=17,00	Y=15,00 [m]
Momento minimo Y	-7034,8638 [kNm]	X=13,00	Y=15,14 [m]
[Dettagli >>]			
Spostamento differenziale massimo		9,88 [mm]	0,11%
Comb. 4 / 4 - SLER		[>>]	[Chiudi] [Help]

Aerogeneratori A06 A07

Il cedimento differenziale massimo è contenuto in valori compatibili con l'utilizzo della struttura in elevazione come risulta dal documento "D2431696-002 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Requirements Document T115-52A-WTC - D023-P037-T02\_02 – Foundation" punto 3.8.3.

## 7.5 VALUTAZIONE DELLA RIGIDEZZA ROTAZIONALE DINAMICA (DRS)

Si riporta a seguire la valutazione della rigidezza rotazionale dinamica e la relativa verifica rispetto al valore minimo richiesto dal fabbricante della torre. La rigidezza rotazionale dinamica è assunta pari a:

$$K_r = 8 G_{dyn} R^3 / [3 (1-\nu)] \text{ ove:}$$

-  $G_{dyn}$  = modulo a taglio dinamico di progetto

-  $R$  = raggio del plinto = 12,00 mt

-  $\nu$  = coefficiente di Poisson = 0,30

Per il calcolo del modulo a taglio dinamico si fa riferimento alla velocità delle onde di taglio ( $V_s$ ) del sottosuolo, mediata sulla profondità significativa in funzione delle pressioni indotte dai carichi.

Si adotta la formula  $G_{dyn} = 0.35 \rho \langle V_s \rangle^2$  in cui  $\langle V_s \rangle$  è il valore medio ponderato della velocità delle onde di taglio e  $\rho$  la densità media del sottosuolo. Nel caso in esame la  $\langle V_s \rangle$  è stata assunta conservativamente pari al valore minimo della velocità equivalente delle onde a taglio valutate nell'ambito delle indagini geofisiche esecutive MASW di cui alla relazione geologica. Pertanto:

$$G_{dyn} = 0.35 \cdot 2,08 \cdot 370.00^2 \cdot 10^{-3} = 99.66 \text{ MPa}$$

$$DRS = 8 \cdot 99.66 \cdot 12000^3 / [3 \cdot (1 - 0,30)] = 656.047 \text{ MNm/rad}$$

Minimo richiesto dal costruttore = 165.000,00 MNm/rad come da documento "D2431696-002 SGRE ON SG 6.0-170 Foundation Requirements Document T115-52A-WTC - D023-P037-T02\_02 – Foundation" punto 3.9.2.

## 8 METODOLOGIE DI CALCOLO, TIPO DI ANALISI E STRUMENTI UTILIZZATI.

L'analisi di tipo numerico è stata realizzata mediante il Programma di Calcolo "API++ Platee e Graticci - Analisi fondazione", aggiornato alla Versione 14.0 prodotto da Aztec Informatica (Casole Bruzio) con Licenza d'uso n. AIU40280G.

### Dichiarazioni secondo N.T.C. 2018 (punto 10.2)

Analisi e verifiche svolte con l'ausilio di codici di calcolo

Il sottoscritto, in qualità di calcolatore delle opere in progetto, dichiara quanto segue.

Tipo di analisi svolta

L'analisi strutturale e le verifiche sono condotte con l'ausilio di un codice di calcolo automatico. La verifica della sicurezza degli elementi strutturali è stata valutata con i metodi della scienza delle costruzioni.

Per il calcolo di piastre, plinti e graticci si utilizza il metodo degli elementi finiti. Il generatore di mesh permette di utilizzare elementi triangolari o quadrangolari, anche a deformabilità tagliante.

Per le strutture di fondazione il terreno viene modellato con una serie di molle alla Winkler non reagenti a trazione. Il calcolo delle tensioni indotte nel terreno può essere condotto con i metodi di Boussinesq, Westergaard o Frohlich. Il calcolo dei cedimenti può essere eseguito con il metodo edometrico (con il modulo edometrico o con la curva edometrica) o elastico. Il calcolo della portanza può essere fatto con i metodi di Terzaghi, Meyerhof, Hansen o Vesic.

In presenza di pali viene eseguito il calcolo di portanza verticale (di punta e laterale) e trasversale (portanza per carichi orizzontali).

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica equivalente secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 17/01/2018.

La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

### Origine e caratteristiche dei codici di calcolo

Titolo	API++ Full (Platee, Plinti e Graticci) - Analisi Fondazioni
Versione	14.0
Produttore	Aztec Informatica srl, Casole Bruzio (CS)
Utente	STIM Engineering S.r.l.
Licenza	AIU40280G

### Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. La società produttrice Aztec Informatica srl ha verificato l'affidabilità e la robustezza del codice di calcolo attraverso un numero significativo di casi prova in cui i risultati dell'analisi numerica sono stati confrontati con soluzioni teoriche.

### Modalità di presentazione dei risultati

La relazione di calcolo strutturale presenta i dati di calcolo tale da garantirne la leggibilità, la corretta interpretazione e la riproducibilità. La relazione di calcolo illustra in modo esaustivo i dati in ingresso ed i risultati delle analisi in forma tabellare.



### Informazioni generali sull'elaborazione

Il software prevede una serie di controlli automatici che consentono l'individuazione di errori di modellazione, di non rispetto di limitazioni geometriche e di armatura e di presenza di elementi non verificati. Il codice di calcolo consente di visualizzare e controllare, sia in forma grafica che tabellare, i dati del modello strutturale, in modo da avere una visione consapevole del comportamento corretto del modello strutturale.

### Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati, si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

In base a quanto sopra, io sottoscritto asserisco che l'elaborazione è corretta ed idonea al caso specifico, pertanto i risultati di calcolo sono da ritenersi validi ed accettabili.

Bari, 26.08.2022

PROGETTAZIONE:

ing. Massimo CANDEO

Ord. Ing.ri Bari n°3755



The image shows a handwritten signature in blue ink over a circular blue stamp. The stamp contains the text: 'Ing. Massimo CANDEO', 'INGEGNERI PROV. DI BARI', and 'N. 3755'. The signature is written in a cursive style.