

Comune di : ACERENZA

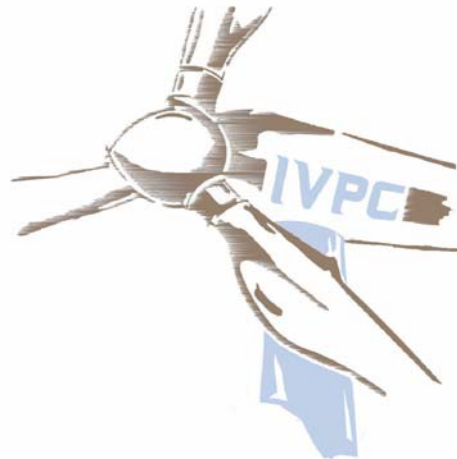
Provincia di : POTENZA
Regione : BASILICATA



PROponente



IVPC Power 8 S.p.A.
Società Unipersonale
Sede legale : 80121 Napoli (NA) - Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11
Sede Operativa : 83100 Avellino - Via Circumvallazione 108
Indirizzo email ivpcpower8@pec.ivpc.com
P.I. 02523350649
Amministratore Unico : Avv. Oreste Vigorito
Società del Gruppo IVPC



OPERA

**PROGETTO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO DI PRODUZIONE
DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE EOLICA DI POTENZA PARI A 36 MW
PROGETTO DEFINITIVO**

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

RELAZIONE PRELIMINARE SULLE STRUTTURE

DATA : OTTOBRE 2018

N°/CODICE ELABORATO :

A11

SCALA :

Folder : Elaborati di Progetto

Tipologia : R

Lingua : ITALIANO

I TECNICI



Dott. Ing. Gianluca Vultaggio

Via Pagliarelle 10B, 82018 San Giorgio del Sannio (BN)
cel: 340 91 94 944
tel/fax: 0824 58 197
e-mail: ing.gianluca.vultaggio@gmail.com
pec: ing.gianluca.vultaggio@pec.it
web: www.tekstostudio.com




00	OTTOBRE 2018	Emissione per Progetto Definitivo - Richiesta V.I.A. e A.U.	ing. C. Molinaro	ing. G. Vultaggio	IVPC Power 8
N° REVISIONE	DATA	OGGETTO DELLA REVISIONE	ELABORAZIONE	VERIFICA	APPROVAZIONE

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata.

INDICE

PREMESSA	3
DESCRIZIONE GEOMETRICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE.....	4
DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO	7
NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	7
MATERIALI IMPIEGATI	7
GRANDEZZE GEOTECNICHE.....	8
CARICHI	9
COMBINAZIONI DI CARICO	11
MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI	13
CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO AI SENSI DEL PUNTO 10.2 DEL DM 14/01/2008.....	17
OUTPUT MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI.....	19
PROGETTO E VERIFICA DELL'ARMATURA	23
VERIFICA A STATO LIMITE DI ESERCIZIO	28
SOLLECITAZIONI PALI DI FONDAZIONE	34
PREDIMENSIONAMENTO PALI DI FONDAZIONE	37
CONCLUSIONI	64

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 2 di 64	

PREMESSA

La seguente relazione preliminare di calcolo strutturale si riferisce ai plinti di fondazione dei 6 aerogeneratori del tipo **V120-2.0/2.2MW HH95m** identificati con il numero **ACE01, ACE02, ACE03, ACE04, ACE05, ACE06, ACE07, ACE08, ACE09, ACE10, ACE11, ACE12, ACE13, ACE14, ACE15, ACE16, ACE17, ACE18** afferenti al campo eolico sito nel comune di **Acerenza (PZ)**, come da progetto definitivo presentato dalla società IVPC POWER 8 con Sede legale : 80121 Napoli (NA) – Vico Santa Maria a Cappella Vecchia 11 e Sede Operativa : 83100 Avellino - Via Circumvallazione 108.

Così come commissionato dal committente, le responsabilità del sottoscritto, **dott. ing. Gianluca Vultaggio**, regolarmente iscritto all'ordine degli **Ingegneri di Benevento**, al numero **1473**, con sede in **San Giorgio del Sannio** alla via **Spinelli**, n. tel/fax **0824 58197** email **ing.gianluca.vultaggio@gmail.com, ing.gianluca.vultaggio@pec.it**, si limitano alla progettazione strutturale preliminare delle strutture finalizzato alla definizione degli elementi strutturali di fondazione delle turbine eoliche eseguite secondo gli usuali metodi della Scienza delle Costruzioni e in ossequio alle normative vigenti, nazionali ed europee, in particolare **DM 14/01/2008**, in particolare il metodo di progettazione utilizzato è quello agli Stati Limiti Ultimi.

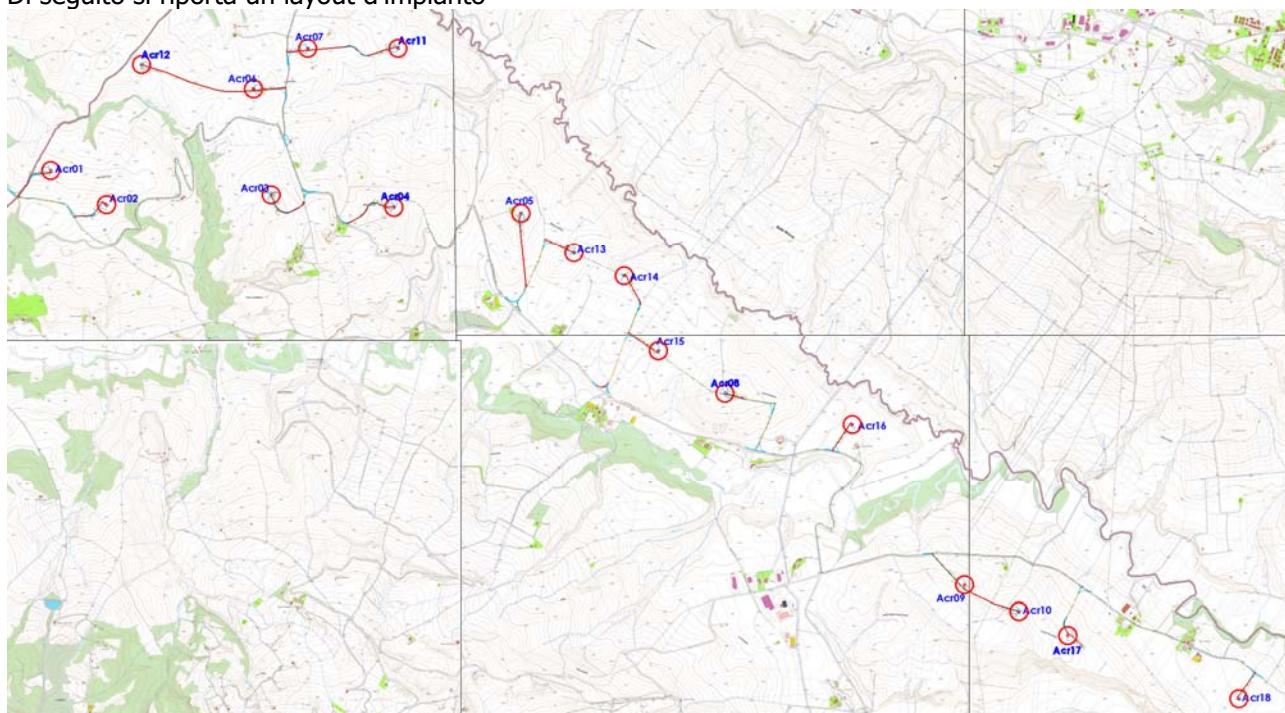
Per quanto sopra detto, partendo dalle sollecitazioni alla base della torre, riportate nel documento "**Combine Foundation Loads V120-2.0/2.2MW TM Mk11C IECS HH95 m 50 Hz Tower T785F00**", fornite dal produttore degli Aerogeneratori Vestas Italia S.r.l. che si riferiscono all'aerogeneratore più sollecitato, sono state dimensionati, a mezzo di una modellazione FEM, i plinti di fondazione afferenti ai sopra citati aerogeneratori.


Le verifiche comprendenti le caratteristiche geologiche e geotecniche presenti, sia nella seguente trattazione che nella relazione geotecnica e sulle fondazioni, sono state eseguite secondo le indicazioni e parametrizzazioni fornite dal geologo incaricato dalla spett.le committenza, **Dott. Ettore Sorrentino** e contenute nella relazione geologica preliminare..

- PLINTO DI FONDAZIONE E SISTEMA ANCORAGGIO PLINTO-TORRE
- DETTAGLI COSTRUTTIVI: ARMATURA PLINTO DI FONDAZIONE E PALI

Naturalmente tutte le verifiche e relativi approfondimenti dovranno essere eseguiti in fase di progettazione esecutiva a valle di uno studio geologico che prevederà la realizzazione di un sondaggio per ogni installazione e pertanto, visto il carattere preliminare e i coefficienti di sicurezza amplificati utilizzati, gli elementi fondali potranno subire delle riduzioni geometriche.

Di seguito si riporta un layout d'impianto



Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 3 di 64	

DESCRIZIONE GEOMETRICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE

Il plinto calcolato è di forma geometrica divisibile in quattro solidi di cui il primo è un cilindro (corpo1) con un diametro di **18,00 m** e un'altezza di **1,20 m**, il secondo (corpo2) è un tronco di cono con diametro di base pari a **18,00 m**, diametro superiore di **6,90 m** e un'altezza pari a **0,5 m**; il terzo corpo (corpo3) è un cilindro con un diametro di **6,90 m** e un'altezza di **1,40 m**; infine il quarto corpo (corpo4) inferiore è un cilindro di diametro di **6,30 m** e altezza pari a **0,30m**.

Viste le caratteristiche geologiche del terreno e gli enti sollecitanti, le fondazioni degli aerogeneratori sono del tipo indiretto fondate su pali 16 pali di diametro 120 cm con una lunghezza di 20metri.

Dal punto di vista geometrico i pali di fondazione sono disposti ad una distanza dal centro pari a **7,60 m** e le due congiungenti degli assi di due generici pali contigui con il centro del plinto forma un angolo al centro di di **22.5°**.

Di seguito si riporta una sezione del complesso plinto-pali di fondazione e una tabella con le caratteristiche dimensionanti degli stessi.

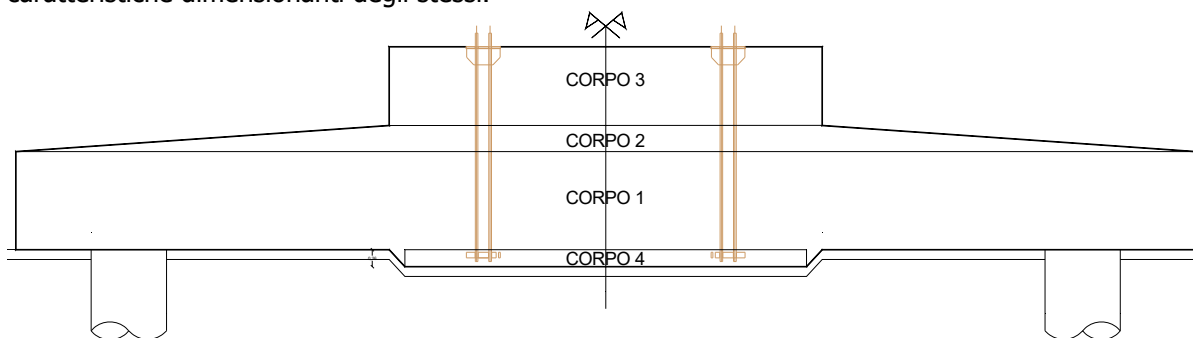



Figura 1.1: Sezione del plinto di fondazione

Simbolo	Dim	U.M.
D	18	m
d	6,9	m
L _p	15,2	m
H1	1,2	m
H2	0,5	m
H3	1,4	m
H4	0,3	m
H tot	3,4	m
Diam. 16 pali	120	cm
volume 1	305,36	mc
volume 2	64,90	mc
volume 3	52,35	mc
volume 4	9,65	mc
Volume plinto	432,27	mc
Volume tot	432,27	mc
Peso CLS	2500,00	kg/mc

Come riportato negli elaborati forniti da Vestas Italia, l'interfaccia plinto di fondazione – Torre in acciaio è rappresentata da un inserto metallico (fig.1.2) che annegato nel calcestruzzo della fondazione prevede il collegamento con la torre per mezzo di una piastra superiore avente diametro **4492mm**.

Di seguito si riporta, a titolo esemplificativo una vista del inserto metallico; per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati tecnici a firma del calcolatore della torre in acciaio.

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 4 di 64	

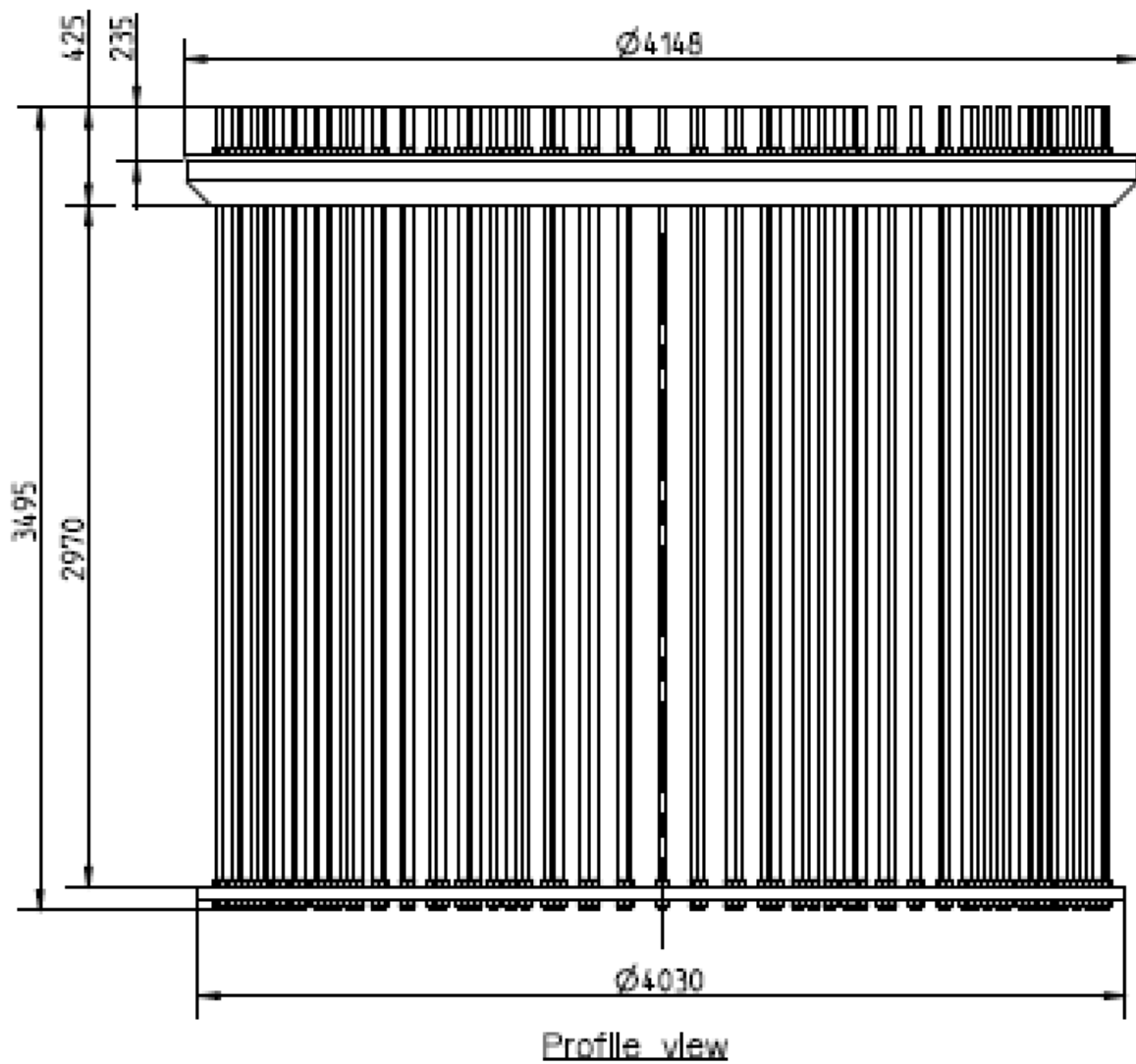



Figura 1.2.a Sezione dell'inserto metallico

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 5 di 64	

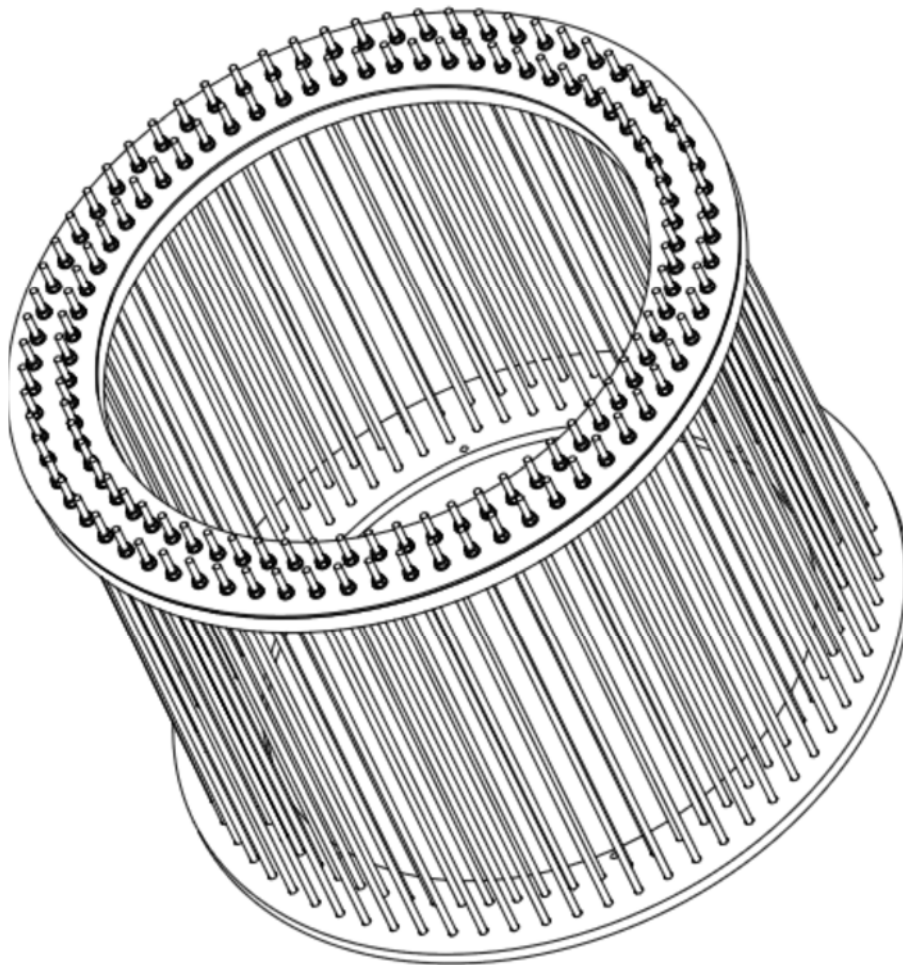



Figura 1.2.b Vista tridimensionale dell'inserto metallico

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 6 di 64	

DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

Per il dimensionamento del plinto di fondazione nonché per le verifiche previste dalle normative vigenti si è fatto riferimento alla seguente documentazione trasmessa dal fornitore degli aerogeneratori Vestas Italia:

- “**Combine Foundation Loads V120-2.0/2.2MWTM Mk11C IECS HH95 m 50 Hz Tower T785F00**”
- Specifiche tecniche per la realizzazione di plinti di fondazione di tipo Vestas

Infine per i dati geologici e geotecnici si è fatto riferimento agli elaborati redatti dal **Dott. Geol. Ettore Sorrentino**.

NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione del progetto, nel calcolo strutturale, nella modalità di posa in opera si è tenuto conto della normativa di seguito riportata:

NORMATIVA NAZIONALE

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

“Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”

Indicazioni progettuali per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

DECRETO 17 gennaio 2018 Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».

(18A00716) (GU Serie Generale n.42 del 20-02-2018 - Suppl. Ordinario n. 8)

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nella **Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti** (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.) “Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008”.

NORMATIVA INTERNAZIONALE

IEC 61400-1, 2° edition, February 1999, Wind turbine generator system – Part1: Safety requirements;

UNI 9858 “Concrete. Performance, production, placing and compliance criteria;


UNI ENV 1992-1-1 del 31-01-1993 Eurocodice 2. Progettazione delle strutture di calcestruzzo.

MATERIALI IMPIEGATI

Per la parte inferiore tronco-conica del plinto di fondazione è stato utilizzato il calcestruzzo **C30/37** con le seguenti caratteristiche:

CALCESTRUZZO PLINTO	Tipo	C30/37	U.M.
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	37,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	30,71	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza SLU	g_c	1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	17,40	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione media	f_{ctm}	2,94	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione media flessionale	$f_{ctm,fl}$	3,53	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a frattile 5%	$f_{ctk 0.05}$	2,06	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione di progetto	f_{ctd}	1,37	N/mm ²
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	38,71	N/mm ²
Modulo elastico a compressione	E_{cm0}	33019	N/mm ²
Deformazione elastica	ϵ_{c2}	2,00	N/mm ²
Deformazione ultima	ϵ_{cu2}	3,50	N/mm ²

Per la parte superiore cilindrica del plinto di fondazione avente diametro pari a **6.90m** è stato utilizzato il calcestruzzo **C45/55** con le seguenti caratteristiche:

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 7 di 64	

CALCESTRUZZO PLINTO	Tipo	C 45/55	U.M.
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	55,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	45,65	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza SLU	γ_c	1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	25,87	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione media	f_{ctm}	3,83	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione media flessionale	$f_{ctm,fl}$	4,60	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a frattile 5%	$f_{ctk 0.05}$	2,68	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione di progetto	f_{ctd}	1,79	N/mm ²
Resistenza cilindrica media	f_{cm}	53,65	N/mm ²
Modulo elastico a compressione	E_{cm0}	36416	N/mm ²
Deformazione elastica	ϵ_{c2}	2,00	N/mm ²
Deformazione ultima	ϵ_{cu2}	3,50	N/mm ²

Infine, per quanto concerne il getto di completamento che deve essere effettuato prima dell'installazione della torre, è stato utilizzato il calcestruzzo **C90/105** del tipo **Masterflow 9200 BASF**.

Per i pali di fondazione è stato utilizzato il calcestruzzo **C25/30** con le seguenti caratteristiche

CALCESTRUZZO PALI	Tipo	C 25/30	
Resistenza caratteristica cubica	R_{ck}	30,00	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica	f_{ck}	24,90	N/mm ²
Coefficiente di sicurezza SLU	γ_c	1,50	
Resistenza di calcolo a compressione	f_{cd}	14,11	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione media	f_{ctm}	2,56	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione media flessionale	$f_{ctm,fl}$	3,07	N/mm ²
Resistenza caratteristica cilindrica a frattile 5%	$f_{ctk 0.05}$	1,79	N/mm ²
Resistenza caratteristica a trazione di progetto	f_{ctd}	1,19	N/mm ²
Resistenzacilindrica media	f_{cm}	32,90	N/mm ²
Modulo elastico a compressione	E_{cm0}	31447	N/mm ²
Deformazione elastica	ϵ_{c2}	2,00	N/mm ²
Deformazione ultima	ϵ_{cu2}	3,50	N/mm ²

Per le armature del plinto e dei pali di fondazione è stato utilizzato acciaio del tipo B450C – barre ad aderenza migliorata (DM 14/01/2008) con le seguenti caratteristiche:


ACCIAIO PER CALCESTRUZZO ARMATO	tipo	B450C	U.M.
Tensione di snervamento nominale	f_{yk}	450	N/mm ²
Tensione di rottura	$f_{t,nom}$	540	N/mm ²
Modulo elastico	E_s	210000	N/mm ²
coefficiente di sicurezza sul materiale	γ_s	1,15	
Tensione di snervamento di progetto	f_{yd}	391,30	N/mm ²
Allungamento percentuale	$(A_{gt})_k$	7,50%	
Tensione caratteristica di snervamento	Rif. Norma	$f_{yk} \geq f_{y,nom}$	
Tensione caratteristica di rottura	Rif. Norma	$f_{tk} \geq f_{t,nom}$	

GRANDEZZE GEOTECNICHE

L'area su cui saranno ubicati gli aerogeneratori è posta a Sud-Est dell'abitato di Acerenza .

L'area presenta una morfologia che rispecchia sostanzialmente la geologia e la struttura di questo settore dell'appennino lucano ed, in parte, l'azione degli agenti esogeni morfogenetici. I rilievi e le valli sono allineati nella stessa direzione (NW-SE circa) delle coltri alloctone, mentre le aste torrentizie minori, impostate probabilmente lungo discontinuità tettoniche, incidono i rilievi in direzione perpendicolare alla direzione appenninica.

In corrispondenza dell'area, il versante è privo di linee di drenaggio delle acque superficiali; in caso di piogge, l'erosione incontrollata delle acque di ruscellamento tende a formare solchi e rivoli sulla superficie. Il suddetto

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 8 di 64	

versante, inoltre, è caratterizzato da una morfologia che riflette le caratteristiche litologiche della successione stratigrafica affiorante. Lungo i pendii ripidi si rinvencono le calcareniti, lungo i pendii a morfologia concava a pendenze più blande, sono presenti i sedimenti fini. Il versante è solcato da incisioni ad andamento N-S circa, perpendicolare alla direzione della valle principale.

In riferimento ai dissesti, nell'area interessata dal progetto non si rilevano fenomeni franosi in atto o quiescenti né elementi tali da far ritenere la zona instabile o potenzialmente franosa. A conferma di quanto riferito l'area non è stata perimetrata, nel Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico predisposto dall'Autorità di Bacino della Basilicata, come aree a rischio idrogeologico e a rischio idraulico (vedi allegato).

L'aspetto geologico del territorio è caratterizzato dalla presenza di tre formazioni una marina ed una continentale.

Qui di seguito saranno elencate e descritte le formazioni affioranti partendo dalle più antiche alle più recenti

Formazioni marine

Argille marnose siltose o sabbiose, grigio azzurrognole, con rare lenti sabbiose. Trattasi di argille grigio chiare, che divengono sabbiose verso l'alto. Calabriano – Pliocene superiore

Sabbie giallastre, a luoghi rossastre, debolmente cementate, con livelli arenacei e lenti ciottolose-conglomeratiche. Calabriano. Sono a grana in genere più o meno fine, comunemente poco cementate, anche per legante argilloso, per lo più sub orizzontali, a luoghi con pendenza che raggiunge i 10°, circa. Compaiono, nelle stesse dei conglomerati cui sottostanno

Conglomerati, per lo più incoerenti o debolmente cementati – ad elementi poligenici del Flysh; lenti sabbiose. Calabriano. Detti conglomerati danno luogo a vasti terrazzi o ad ampie distese poco inclinate. Sono formati da ciottoli, soventi più o meno piccoli, ma che raggiungono anche diametri di trenta cm, costituiti da arenaria, calcari vari, selce, ecc., con cemento per lo più poco coerente, terroso, rosso-brunastro, oppure argilloso-sabbioso giallastro.

Formazioni continentali

Brecce di Pendio talora stratificate. Si tratta di detriti di falda cementati a brecce da acque circolanti lungo i pendii di rilievi carbonatici mesozoici, o alle falde di dislocazioni che interessano i suddetti rilievi.

Le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni di fondazione, sono state estrapolate dal geologo incaricato utilizzando correlazioni con dati precedentemente acquisiti in occasione di campagne geognostiche realizzate in aree limitrofe all'area in studio, e caratterizzate dallo stesso tipo litologico.

Naturalmente come prescritto in premessa, in caso di autorizzazione e redazione di progetto esecutivo, dovrà eseguita una campagna geognostica puntuale, in cui i sondaggi geognostici verranno eseguiti in corrispondenza dell'esatta ubicazione dell'aerogeneratore di progetto.

Di seguito sono sintetizzati i parametri fisici e geotecnici dei terreni di fondazione:

Sabbie giallastre (0 - 6 m dal p.c) :

Peso di volume (γ) = 1,70 gr/cm³ ;

Coesione (c)= 0.00 Kg/cm²;

Angolo di Attrito (ϕ) = 28°

Argille ed argille marnose grigio-azzurre (6 - 30 m dal p.c.) :

Peso di volume (γ) = 1,98 gr/cm³ ;

Coesione (c)= 0.20 Kg/cm²;


Angolo di Attrito (ϕ) = 20°.

CARICHI

Nel seguente paragrafo si riportano i carichi applicati al plinto di fondazione.

Carichi impressi al plinto dall'aerogeneratore

I carichi relativi alle sollecitazione della torre, applicati all'estradosso della fondazione, sono stati dedotti dagli elaborati tecnici del produttore delle turbine di caratteristiche similari applicando un margine di sicurezza maggiorativo del 20% in modo garantire gli standart di sicurezza.

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 9 di 64	

Il sistema di riferimento adottato è quello riportato nelle figure seguenti:

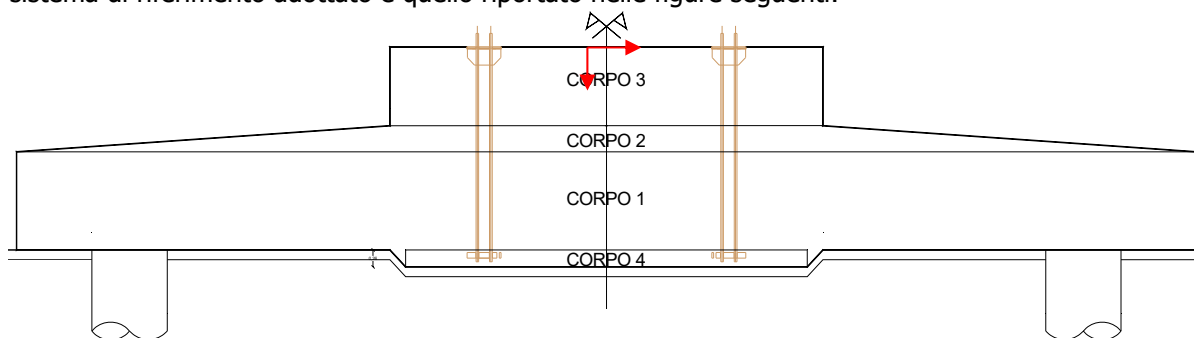


Figura 6.1 Livello di applicazione carichi trasmessi dalla torre

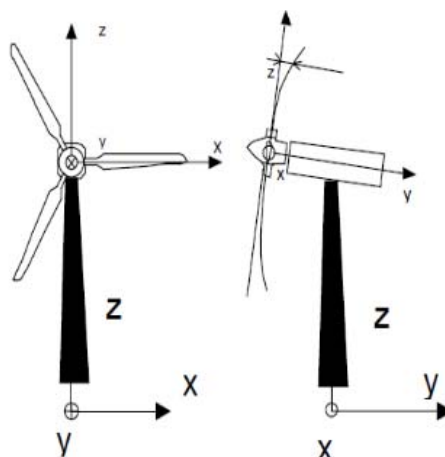


Figura 6.2 Sistema di riferimento adottato

In Tabella sono riportati i valori dei carichi determinati dal calcolatore della Torre nelle diverse ipotesi di carico analizzate con i diversi coefficienti da applicare.

Carichi Caratteristici Neve

Snow Loads					
F_x [kN]	F_y [kN]	F_z [kN]	M_x [kNm]	M_y [kNm]	M_z [kNm]
0	0	-69,17	0	0	0

Carichi Caratteristici del Vento durante il normale funzionamento

Characteristic Extreme								
Lead	LC/Family	PLF	Type	Mbt	Mzt	FndFr	Fzt	Ref
Sensor	[-]	[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
Mbt	32PREogVrp11(fam184)	1.35	Abs	49630	-258.0	521.4	-2554	[2]
Mzt	1318etm00(fam32)	1.35	Abs	17720	-3327	189.7	-2523	[2]
FndFr	62EV50b09000(fam245)	1.10	Abs	58560	1515	690.2	-2522	[1]
Fzt	1318etm00(fam32)	1.35	Abs	21720	998.9	260.6	-2651	[2]

Table 2-1 Characteristic Extreme (excl. PLF). Load cases sorted with PLF.

Characteristic Extreme								
Lead	LC/Family	PLF	Type	Mbt	Mzt	FndFr	Fzt	Ref
Sensor	[-]	[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
Mbt	23GrEogVra3(fam154)	1.10	Abs	59540	-324.6	625.0	-2570	[2]
Mzt	1318etm00(fam32)	1.35	Abs	17720	-3327	189.7	-2523	[2]
FndFr	62EV50b09000(fam245)	1.10	Abs	58560	1515	690.2	-2522	[1]
Fzt	1318etm00(fam32)	1.35	Abs	21720	998.9	260.6	-2651	[2]

Table 2-2 Characteristic Extreme (excl. PLF). Load cases sorted without PLF.

MSP: 2018-09-24 by CDD/E

Characteristic Extreme								
Lead	LC/Family	PLF	Type	Mbt	Mzt	FndFr	Fzt	Ref
Sensor	[-]	[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
Mbt	23GrEogVra3(fam154)	1.10	Abs	59540	-324.6	625.0	-2570	[2]
Mzt	22REY16Vob000(fam144)	1.10	Abs	15760	-3308	170.5	-2512	[2]
FndFr	62EV50b09000(fam245)	1.10	Abs	58560	1515	690.2	-2522	[1]
Fzt	22REY16Vob000(fam144)	1.10	Abs	18320	461.7	212.5	-2629	[2]

Table 2-3 Characteristic Extreme (excl. PLF). Only load cases with PLF = 1.10.

187 Mar '22 - Approved - Exported from

Characteristic Extreme								
Lead	LC/Family	PLF	Type	Mbt	Mzt	FndFr	Fzt	Ref
Sensor	[-]	[-]	[-]	[kNm]	[kNm]	[kN]	[kN]	[-]
Mbt	32PREogVrp11(fam184)	1.35	Abs	49630	-258.0	521.4	-2554	[2]
Mzt	1318etm00(fam32)	1.35	Abs	17720	-3327	189.7	-2523	[2]
FndFr	32PREogVrp11(fam184)	1.35	Abs	49580	-262.2	522.1	-2554	[2]
Fzt	1318etm00(fam32)	1.35	Abs	21720	998.9	260.6	-2651	[2]

Table 2-4 Characteristic Extreme (excl. PLF). Only load cases with PLF = 1.35.


Original Instruction II

N.B.: Le forze sismiche utilizzate nella presente trattazione sono quelle afferenti alla aerogeneratore più sollecitato di quella da realizzzare.

COMBINAZIONI DI CARICO

A partire dai carichi riportati nelle pagine precedenti e da quelli forniti dal fornitore del complesso torre-aerogeneratore sono state analizzate 4 combinazioni di carico per gli stati limiti ultimi, 4 combinazioni di carico sismiche e 5 combinazioni di carico agli stati limiti di esercizio. Tali combinazioni, riportate nella tabella seguente, sono state effettuate tenendo presente quanto prescritto dalla normativa **D.M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008** (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.) "Norme tecniche per le Costruzioni"

Descrizione Combinazione	Caso di carico	Coefficiente
COMB1_SLU_SFAV	P. FONDAZIONE	1,3
	RICOPR	1,3
	VENTO ESTREMO	1,5
	NEVE	0,75
COMB2_SLU_SFAV	P. FONDAZIONE	1,3
	RICOPR	1,3
	VENTO NF	1,5
	NEVE	0,75
COMB3_SLU_SFAV	P. FONDAZIONE	1,3
	RICOPR	1,3

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 11 di 64	

	VENTO ESTREMO	0,9
	NEVE	1,5
COMB4_SLU_SFAV	P. FONDAZIONE	1,3
	RICOPR	1,3
	VENTO NF	0,9
	NEVE	1,5
COMB5_SLV	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	SISMA SLV	1
COMB6_SLD	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	SISMA SLD	1
COMB7_SLO	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	SISMA SLO	1
COMB8_SLC	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	SISMA SLC	1
COMB9_SLE RARA_VENTO	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	VENTO NF	1
	NEVE	0,5
COMB10_SLE RARA_NEVE	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	VENTO NF	0,6
	NEVE	1
COMB11_SLE FREQ_VENTO	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	VENTO NF	0,2
	NEVE	0
COMB12_SLE FREQ_NEVE	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	VENTO NF	0
	NEVE	0,2
COMB13_SLE QP VENTO-NEVE	P. FONDAZIONE	1
	RICOPR	1
	VENTO NF	0
	NEVE	0

Le combinazioni di carico definite in precedenza sono state applicate secondo le prescrizioni fornite al Cap 2 rif 2.5.3 della normativa vigente (D.M 14/01/2008) riportate di seguito:

Combinazione allo stato limite ultimo (SLU):

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

Combinazione sismica (SLU):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots$$

Combinazione rara allo stato limite di esercizio (SLE):

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

Combinazione frequente allo stato limite di esercizio (SLE):

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

Combinazione quasi permanente allo stato limite di esercizio (SLE):

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots$$

In tali combinazioni di carico per la scelta dei coefficienti parziali per le azioni si è fatto riferimento alla Tabella 2.6 I (D.M 14/01/2008).


Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 12 di 64	

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

		Coefficiente γ_F	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali ⁽¹⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

Per i valori dei coefficienti di combinazioni presenti nelle varie combinazioni di carico si è fatto riferimento alla Tabella 2.5 I

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_{0j}	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Come risulta evidente dalle combinazioni riportate in precedenza, sono state definite 4 combinazioni di carico allo SLU considerando l'effetto delle azioni di tipo sfavorevole; inoltre sono state definite 5 combinazioni di carico allo SLE in quanto la combinazione di carico di tipo quasi permanente delle azioni allo SLE, per i carichi variabili presenti, comporta dei coefficienti di combinazione nullo (Ψ_{2j} -Tab 2.5 I).


MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI

Per il progetto e la verifica del plinto di fondazione si è utilizzato il programma di calcolo SAP2000 vs 17.1.1 agli elementi finiti. Il plinto di fondazione è stato modellato utilizzando 576 elementi shell aventi un angolo al centro di 22.5 gradi

Il modello è caratterizzato dai seguenti parametri

Sistema di riferimento	Cilindrico
Coordinate sistema di riferimento	Centro geometrico del plinto
Materiale utilizzato	Conc (calcestruzzo)
Carichi applicati	puntuale (Forze e Momenti)
	superficiale (Peso terreno di ricoprimento)
	di volume (Peso proprio plinto)

Per maggiori informazioni si rimanda all'allegato "Tabulati di calcolo"

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 13 di 64	

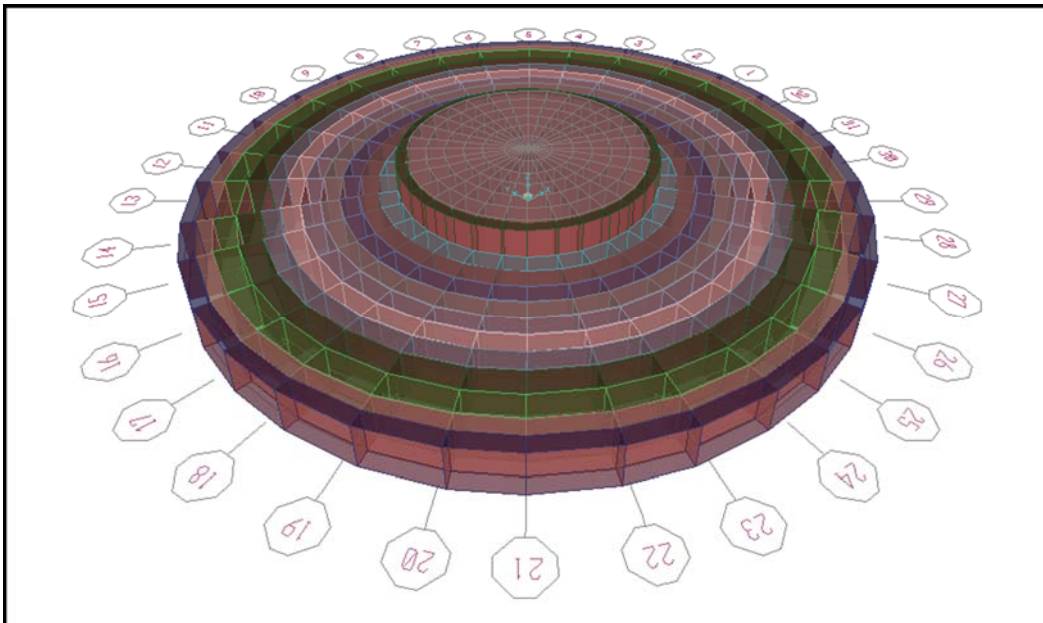


Figura 8.1: Vista assonometrica del plinto di fondazione

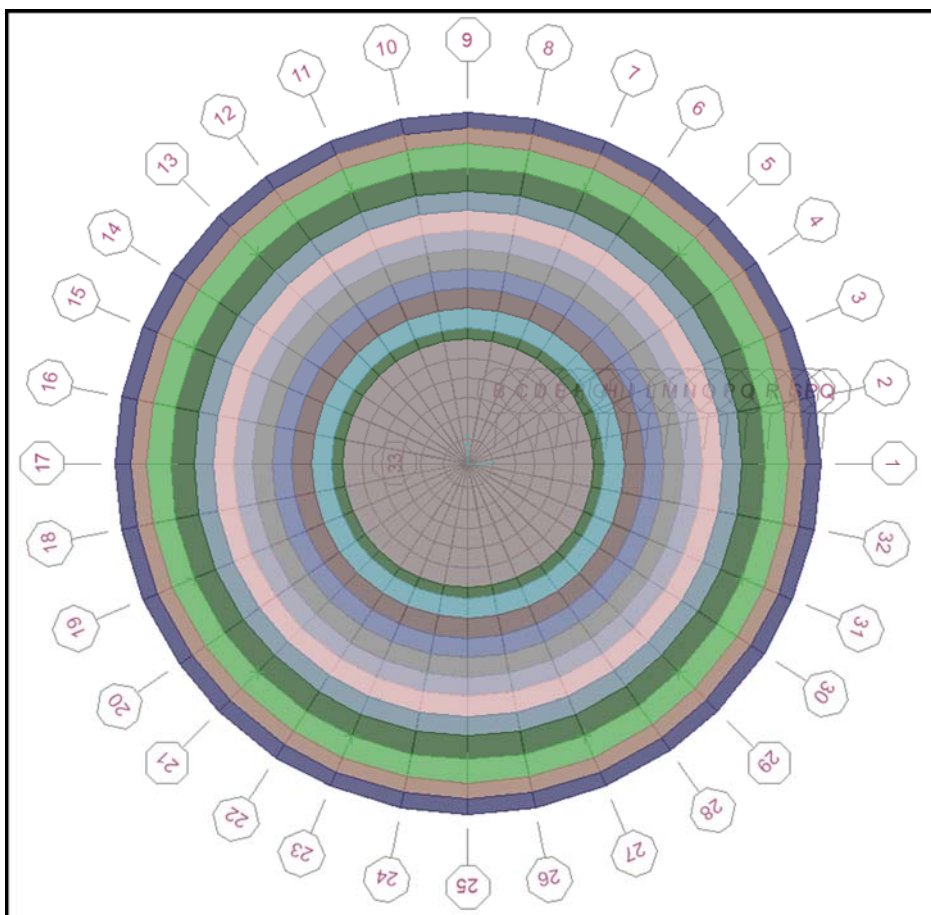



Figura 8.2: Pianta del plinto di fondazione

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 14 di 64		

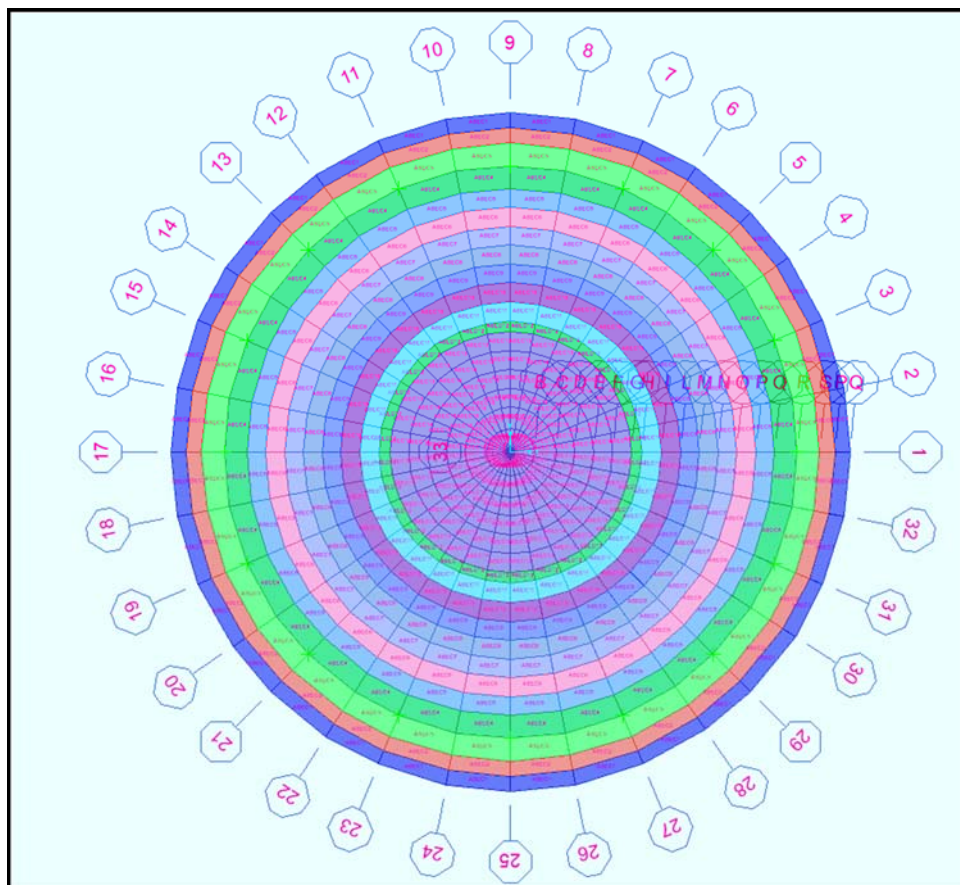


Figura 8.3: Schema del plinto di fondazione con evidenziate le sezioni tipo

Per tener conto della variazione dell'altezza geometrica nella parte bassa del plinto (fig 8.1), sono stati individuati 18 tipi di sezioni. Di seguito si riportano le caratteristiche delle sezioni e il particolare del plinto in sezione con l'individuazione degli elementi geometrici:

TABLE: Area Section Properties					
Section	Material	AreaType	Type	Thickness	BendThick
Text	Text	Text	Text	m	m
ASEC1	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,22	1,22
ASEC2	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,25	1,25
ASEC3	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,3	1,3
ASEC4	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,35	1,35
ASEC5	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,4	1,4
ASEC6	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,45	1,45
ASEC7	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,49	1,49
ASEC8	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,54	1,54
ASEC9	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,58	1,58
ASEC10	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,63	1,63
ASEC11	C30/37	Shell	Shell-Thick	1,67	1,67
ASEC12	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,24	3,24
ASEC13	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,4	3,4
ASEC14	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,4	3,4
ASEC15	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,4	3,4
ASEC16	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,4	3,4
ASEC17	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,4	3,4
ASEC18	C30/37	Shell	Shell-Thick	3,4	3,4

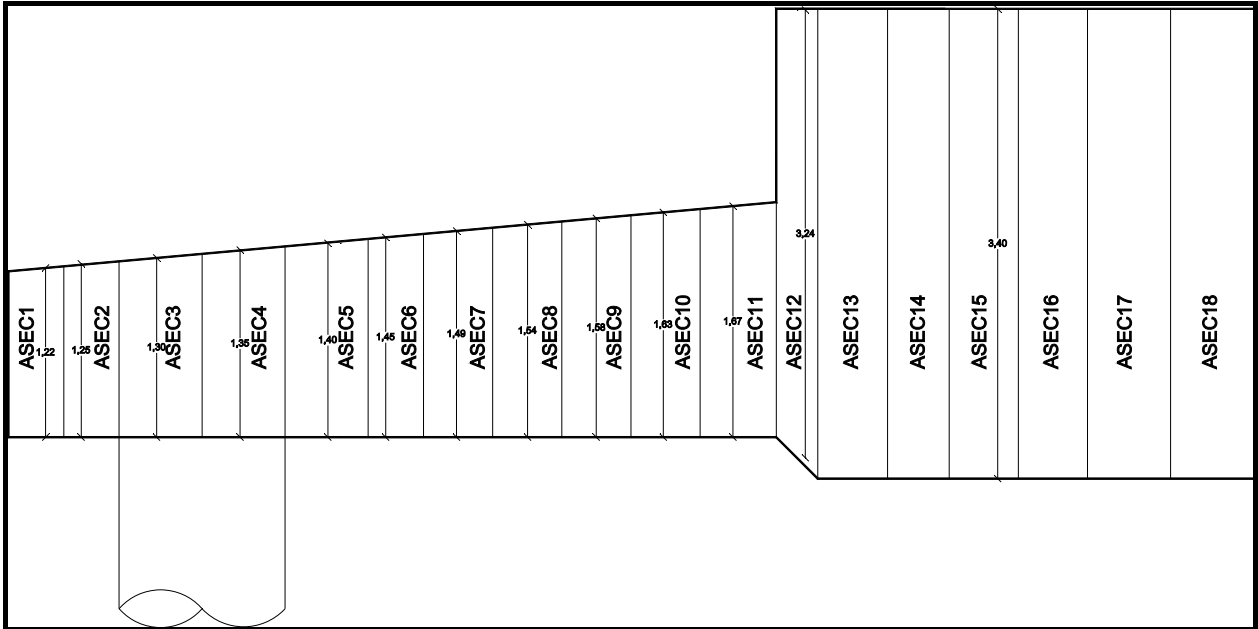


Figura 8.4: Sezione plinto di fondazione con individuazione dei conci e relative altezze

CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO AI SENSI DEL PUNTO 10.2 DEL DM 14/01/2008

Oggetto del presente paragrafo è sia la verifica dell'affidabilità del codice di calcolo utilizzato che l'attendibilità dei risultati ottenuti ai sensi del Cap 10 par 10.2 DM14/01/2008.

Tipo di Analisi svolta ed Origine e Caratteristiche del Codice di calcolo

La modellazione della struttura è stata eseguita con l'utilizzo di SAP2000 V17.1.1 prodotto da Computers & Structures, Berkeley CA (licenza di proprietà del firmatario del presente progetto).

Il software consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali..

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette).

L'utente non può modificare il codice ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il sistema di riferimento globale, rispetto al quale va riferita l'intera struttura, è costituito da una terna di assi cartesiani levogira OXYZ (X,Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).

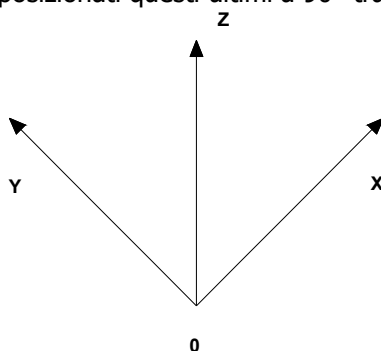



Figura 9.1: Riferimento elementi shell

Un elemento Shell è caratterizzato da un sistema di riferimento locale 1-2-3 da cui derivano le sollecitazioni così come individuato nelle figure seguenti:

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 17 di 64	

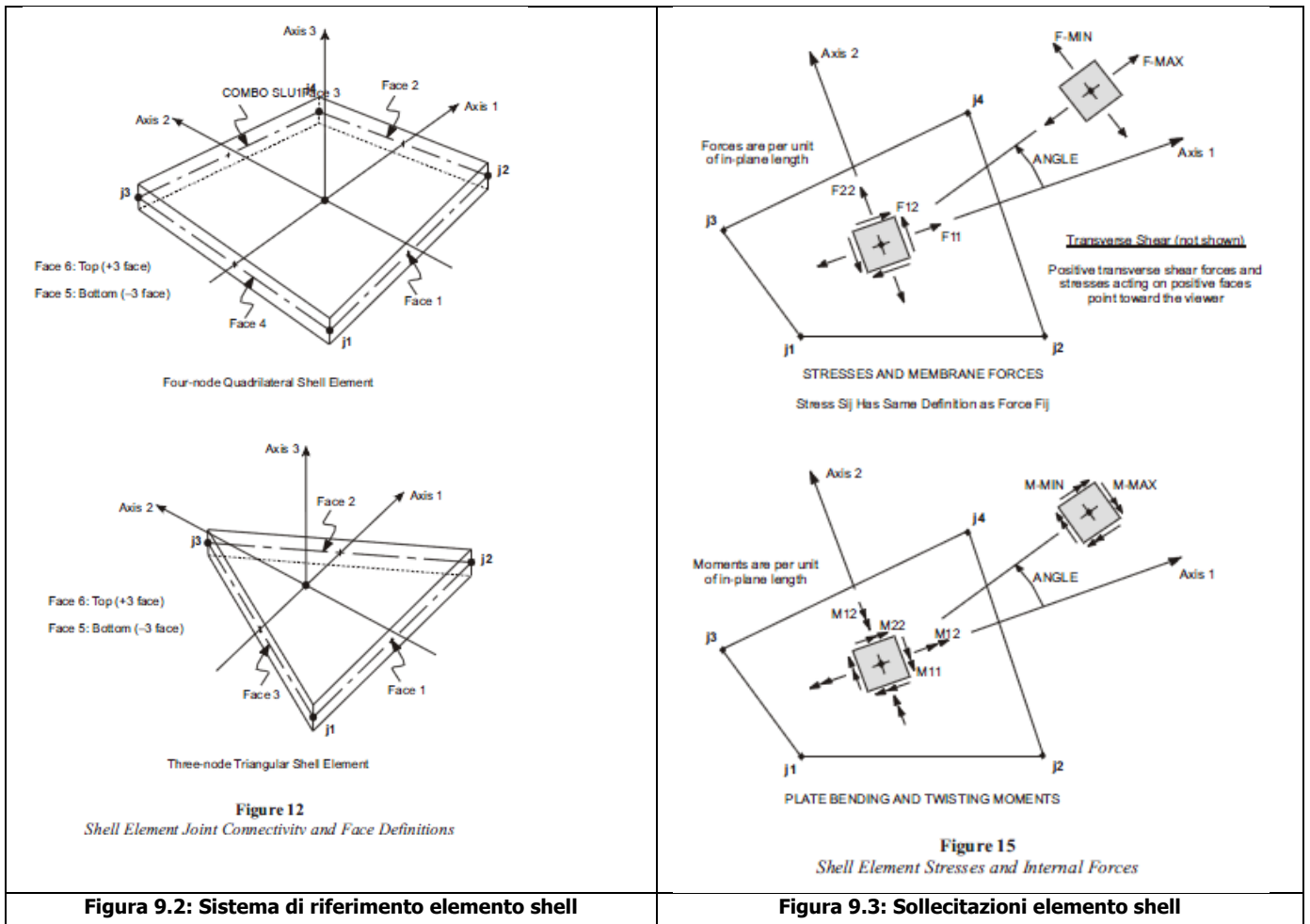


Figura 9.2: Sistema di riferimento elemento shell

Figura 9.3: Sollecitazioni elemento shell

Affidabilità dei Codici utilizzati e Validazione dei codici

L'affidabilità del codice utilizzato è stato validato dall'analisi della documentazione fornita dal produttore che, oltre a contenere una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, include l'individuazione dei campi d'impiego nonché casi prova interamente risolti e commentati per i quali si forniscono in allegato su supporto digitale i file di input **.sdb** e la relativa documentazione in formato pdf.

Modalità di presentazione dei risultati

La quantità di informazioni che usualmente accompagna l'utilizzo di procedure di calcolo automatico richiede un'attenzione particolare alle modalità di presentazione dei risultati, in modo che questi riassumano, in una sintesi completa ed efficace, il comportamento della struttura per la tipologia di analisi sviluppata già menzionata in precedenza.

In corrispondenza della combinazione di carico più gravosa (vedi paragrafo successivo) sono state sintetizzate in disegni e schemi grafici le rappresentazioni grafiche delle principali caratteristiche di sollecitazione o delle componenti degli sforzi, la rappresentazione dei carichi applicati e le corrispondenti reazioni vincolari.

Informazioni generali sull'elaborazione e Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

Per comprovare l'attendibilità dei risultati ottenuti è necessario sottoporre i risultati delle elaborazioni a controlli eseguiti con metodi tradizionali, elencando sinteticamente i controlli svolti; a tal fine, sono state seguite le verifiche di seguito riportate:

1. Nel modello numerico ivi riportato è stata applicata una forza F nel nodo centrale (joint 37) pari a **1000 kN** ed è stata analizzata la corrispondenza tra la forza applicata e le reazioni esplicitate dai nodi incastro (Join Reactions).

TABLE: Joint Reactions		
Joint	OutputCase	F3
Text	Text	Kgf

415	F	6269,39
479	F	6440,55
481	F	6409,63
483	F	6269,39
485	F	6373,34
487	F	6440,55
489	F	6409,63
490	F	6373,34
492	F	6440,55
494	F	6409,63
496	F	6269,39
498	F	6373,34
500	F	6440,55
502	F	6409,63
504	F	6269,39
506	F	6373,34

La verifica risulta ampiamente soddisfatta dato che la sommatoria delle reazioni vincolari verticali eguaglia la forza applicata.

2. Nel modello numerico, inoltre, è stata analizzata la corrispondenza tra il peso proprio derivante dalla definizione del modello stesso e il peso proprio derivante dalla geometria del plinto oggetto della presente relazione. Si ha pertanto:


TABLE: Joint Reactions		
Joint	OutputCase	F3
Text	Text	Kgf
415	DEAD	67373,19
479	DEAD	69713,36
481	DEAD	68841,54
483	DEAD	67373,19
485	DEAD	68710
487	DEAD	69713,36
489	DEAD	68841,54
490	DEAD	68710
492	DEAD	69713,36
494	DEAD	68841,54
496	DEAD	67373,19
498	DEAD	68710
500	DEAD	69713,36
502	DEAD	68841,54
504	DEAD	67373,19
506	DEAD	68710

In tal caso la verifica risulta ampiamente soddisfatta dato che si ottiene un peso proprio pari a **1098552 kg** a fronte di **1080662.71 kg**.

OUTPUT MODELLO AGLI ELEMENTI FINITI

I valori di output del modello FEM sono riportati nei tabulati di calcolo.

Di seguito, ai sensi del Cap10 par 10.2 del D.M 14/01/2008, si riportano i risultati delle analisi maggiormente significative espresse in termini di carichi applicati, reazioni vincolari e caratteristiche di sollecitazione sul plinto

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 19 di 64	

di fondazione. In particolare i risultati nelle successive figure sono relativi alla combinazione di carico 1 (COMB1_SLU_SFAV).

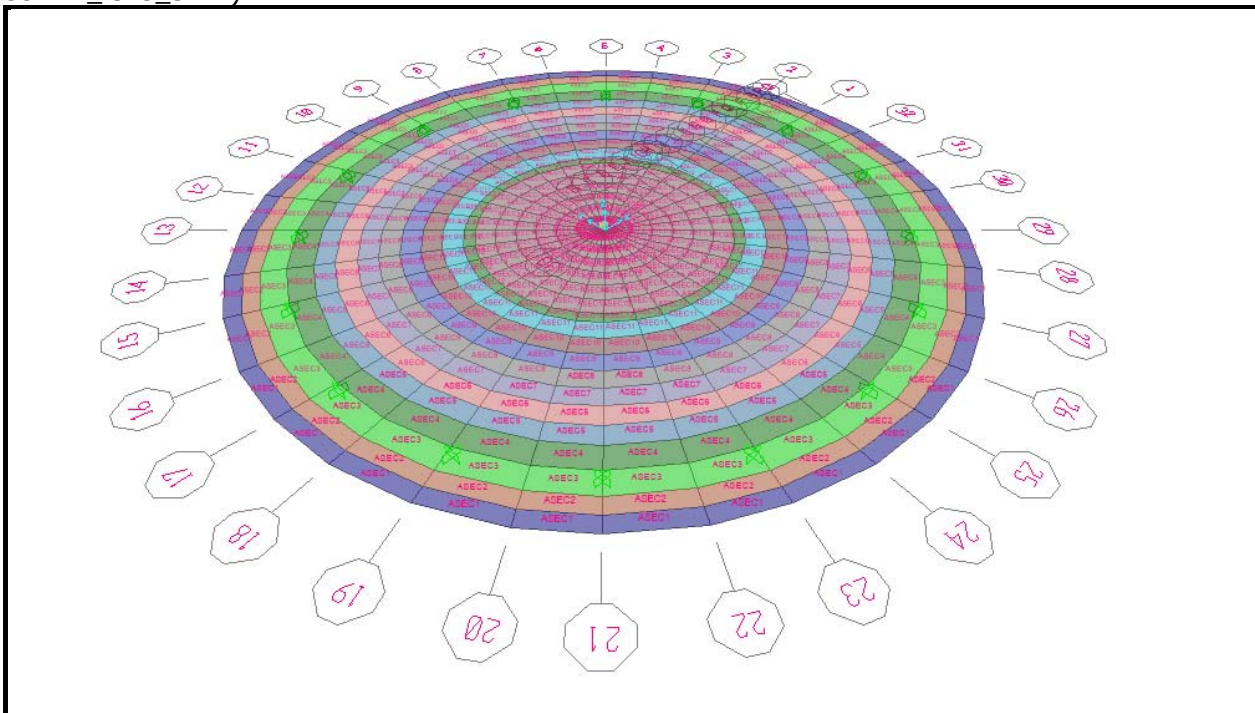


Figura 10.1: Carichi applicati (Vento Estremo)

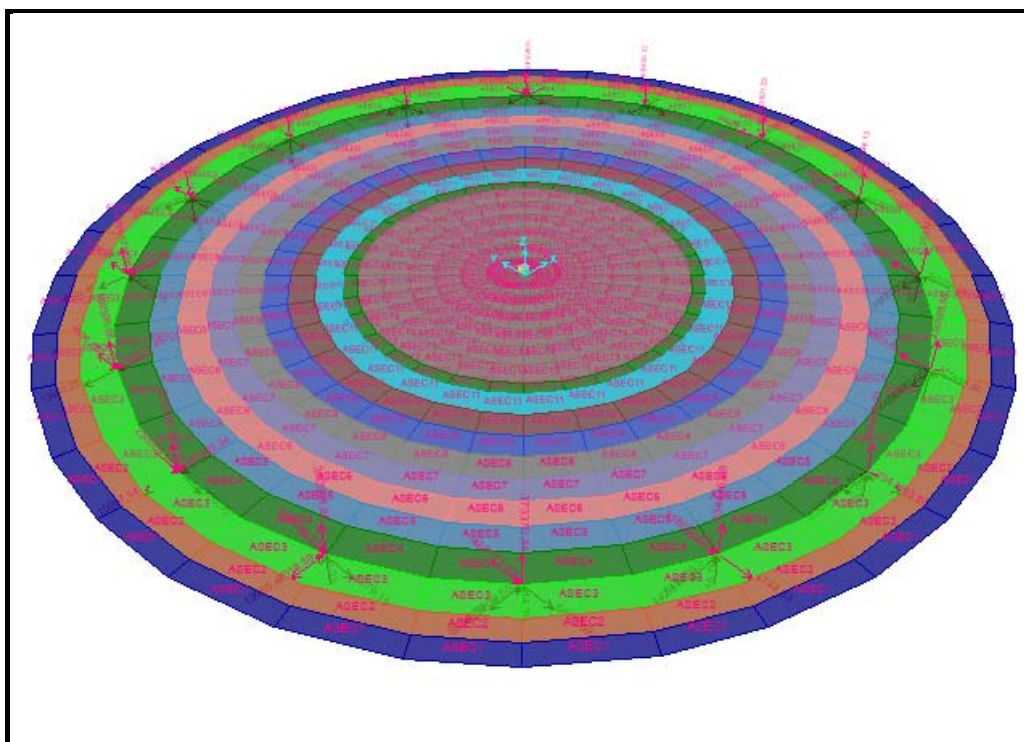



Figura 10.2: Reazioni Vincolari

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00	Dat: Ottobre 2018	
Pagina 20 di 64		

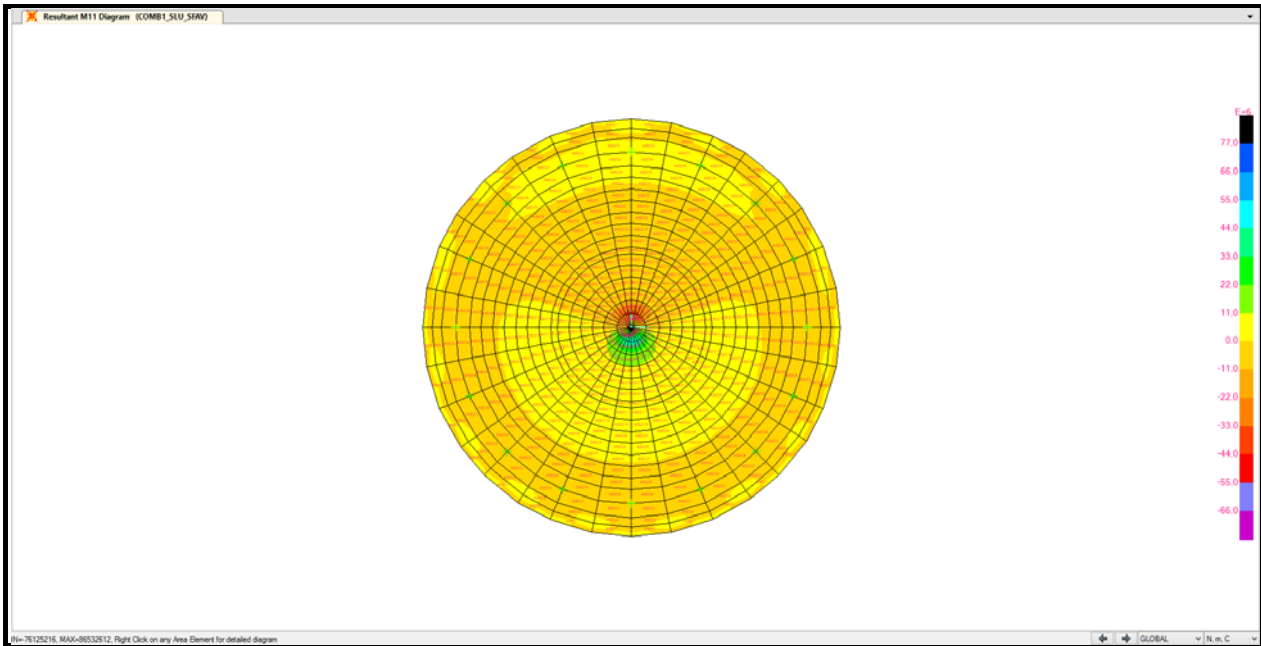


Figura 10.3: Momenti radiali (M11)

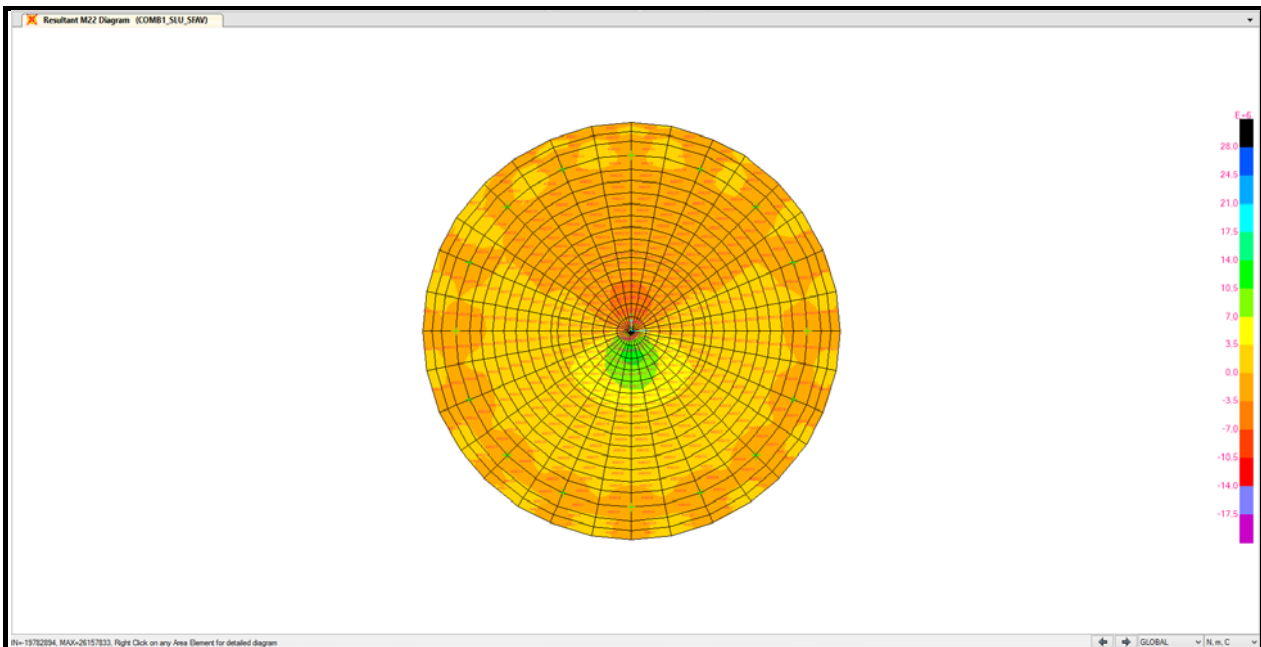



Figura 10.4: Momenti circolari (M22)

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 21 di 64	

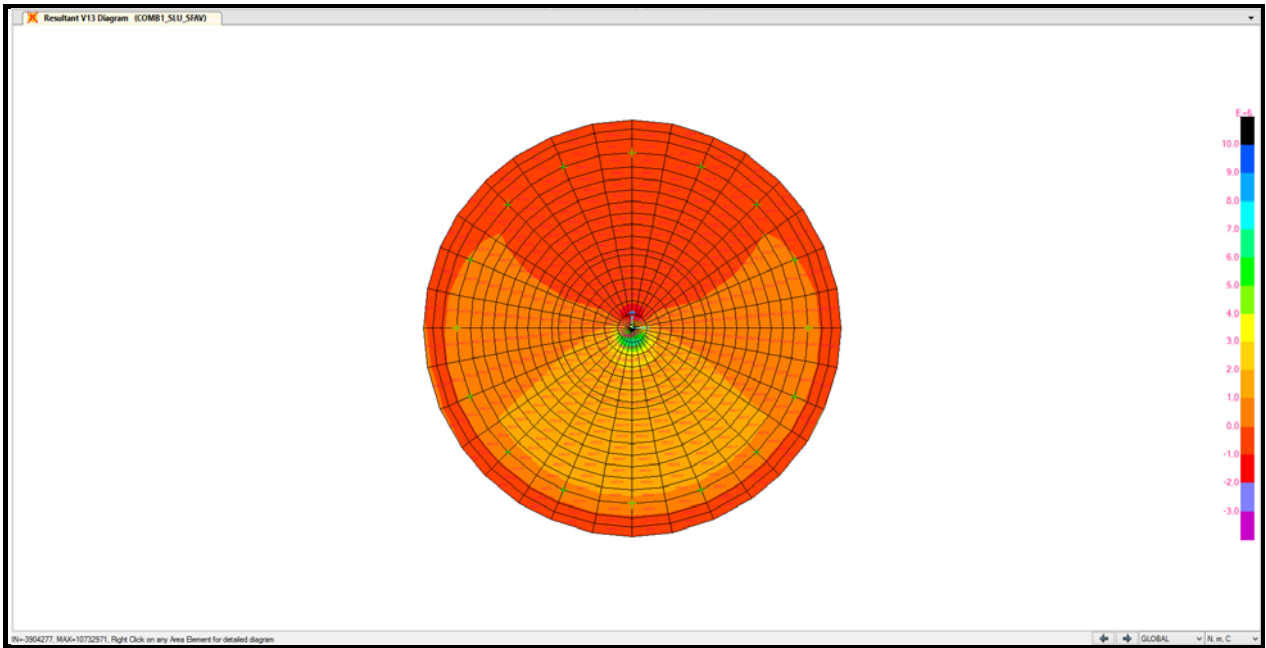


Figura 10.5: Tagli radiali (V13)

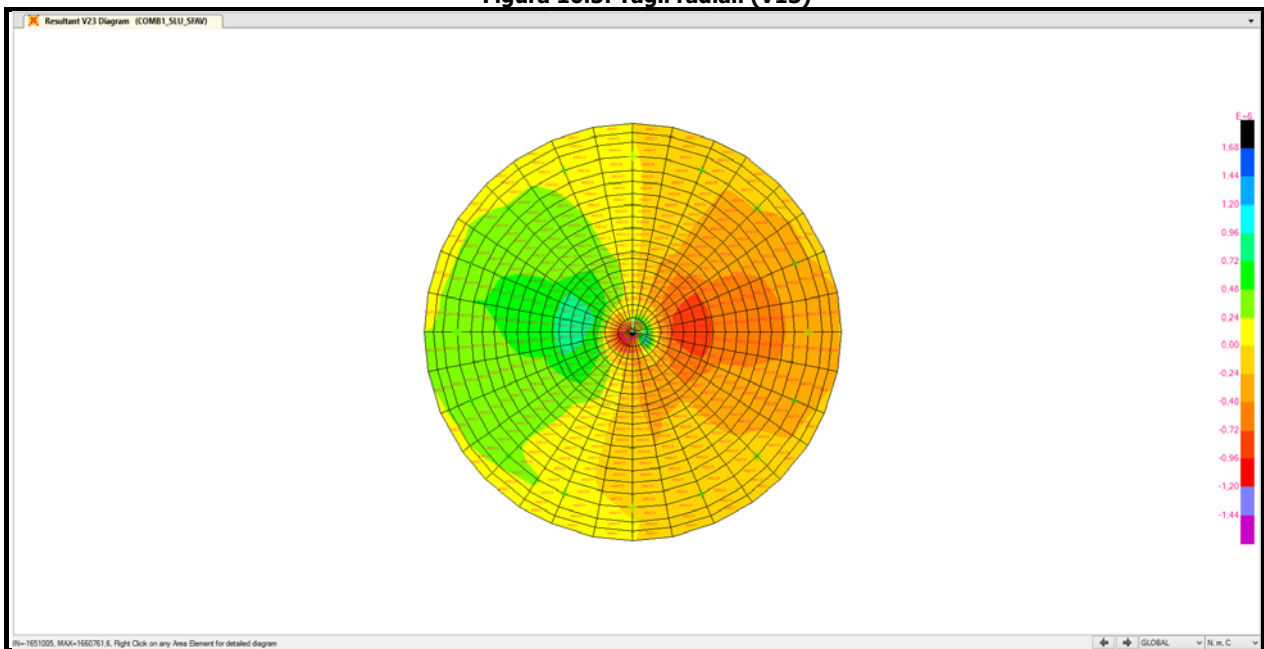



Figura 10.6: Tagli circolferenziali (V23)

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 22 di 64	

PROGETTO E VERIFICA DELL'ARMATURA

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali allo Stato Limite Ultimo è stato effettuato secondo la seguente procedura:

- sono state definite le combinazioni in base al D.M. 14.01.2008, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- sono state individuati i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato;
- è stato effettuato il progetto e la verifica nel rispetto delle prescrizioni previste nel DM del 14.01.2008.

Partendo dalle sollecitazioni valutate nelle diverse combinazioni di carico adottate, si riportano nella tabella seguente, per le diverse sezioni, la minima armatura a flessione e a taglio da adottarsi; in particolare le armature sono calcolate con riferimento alla massima sollecitazione flessionale (positiva e negativa) e tagliante relativa ad una sezione di base unitaria $b=100\text{cm}$ e altezza h variabile lungo la sezione del plinto. Le sollecitazioni sono valutate in corrispondenza di sezioni la cui posizione è identificata dal raggio esterno $R1$ e interno $R2$.

Nelle tabelle seguenti, per le singole sezioni, si riportano le quantità di armatura, che sono necessarie disporre al lembo superiore e al lembo inferiore della sezione.


Progetto armature a flessione e a taglio

Di seguito, definite le quantità di armatura, si riporta l'armatura di design a flessione e taglio sia nella direzione radiale che anulare (rispettivamente inferiore e superiore).

			Flessione				Taglio	
			Radiale		Anulare		Asw/s13	Asw/s23
			As11		As22			
R1	R2	h	Max	Min	Max	Min	Max	Max
m	m	m	mmq/ml	mmq/ml	mmq/ml	mmq/ml	mmq/ml	mmq/ml
9	8,6	1,22	227,38	234,37	775,36	471,93	43,84	36,75
8,6	8,2	1,25	939,48	722,93	1500,45	766,96	76,81	8,70
8,2	7,6	1,3	901,62	884,01	989,66	954,95	240,06	216,79
7,6	7	1,35	1409,81	3450,11	772,61	1569,20	1215,73	116,15
7	6,5	1,4	679,68	2849,69	802,96	539,77	1126,50	4,63
6,5	6	1,45	204,95	1587,63	1085,10	415,08	1090,33	2,90
6	5,5	1,49	997,17	687,07	1670,60	638,14	1072,21	17,38
5,5	5	1,54	2426,71	1216,67	2199,25	875,25	1058,48	12,80
5	4,5	1,58	4076,22	1869,62	2699,43	1107,99	1059,01	7,11
4,5	4	1,63	5609,23	2637,57	3042,27	1361,95	1061,45	6,89
4	3,48	1,67	6130,00	3688,27	2993,77	1670,67	1082,65	6,98
3,48	3,2	3,24	5121,43	2356,17	4686,63	1523,25	570,59	8,98
3,2	2,7	3,4	1514,93	1177,10	1663,00	328,58	559,30	8,43
2,7	2,2	3,4	5669,82	3087,82	5647,99	2487,54	652,04	5,34
2,2	1,7	3,4	7286,90	3972,73	7081,98	3294,85	766,23	8,06
1,7	1,2	3,4	9212,00	7571,70	7172,35	7177,11	32,79	0,27

Armatura a flessione radiale Inferiore

R1	R2	h	As ₁₁ (inf)	f	n° ferri	f	n° ferri	AS11 Design	Verifica
m	m	m	mmq/ml	mm	cm	mm	cm	mmq/ml	.
9	8,6	1,22	227,38	28	3	26	2	2907,64	OK
8,6	8,2	1,25	939,48	28	3	26	2	2907,64	OK
8,2	7,6	1,3	901,62	28	4	26	2	3523,08	OK
7,6	7	1,35	1409,81	28	4	26	2	3523,08	OK
7	6,5	1,4	679,68	28	4	26	2	3523,08	OK
6,5	6	1,45	204,95	28	5	26	2	4138,52	OK
6	5,5	1,49	997,17	28	6	26	2	4753,96	OK
5,5	5	1,54	2426,71	28	6	26	2	4753,96	OK
5	4,5	1,58	4076,22	28	6	26	2	4753,96	OK
4,5	4	1,63	5609,23	28	7	26	3	5900,06	OK

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 23 di 64		

4	3,48	1,67	6130,00	28	8	26	3	6515,5	OK
3,48	3,2	3,24	5121,43	28	8	26	3	6515,5	OK
3,2	2,7	3,4	1514,93	28	8	0	0	4923,52	OK
2,7	2,2	3,4	5669,82	28	10	0	0	6154,4	OK
2,2	1,7	3,4	7286,90	28	12	0	0	7385,28	OK
1,7	1,2	3,4	9212,00	28	15	0	0	9231,6	OK

Armatura a flessione radiale Superiore


R1	R2	h	As ₁₁ (sup)	f	n° ferri	f	n° ferri	AS11 Design	Verifica
m	m	m	mmq/ml	mm	cm	mm	cm	mmq/ml	.
9	8,6	1,22	234,37	26	4	24	2	3026,96	OK
8,6	8,2	1,25	722,93	26	4	24	2	3026,96	OK
8,2	7,6	1,3	884,01	26	5	24	2	3557,62	OK
7,6	7	1,35	3450,11	26	5	24	2	3557,62	OK
7	6,5	1,4	2849,69	26	5	24	3	4009,78	OK
6,5	6	1,45	1587,63	26	6	24	3	4540,44	OK
6	5,5	1,49	687,07	26	6	24	3	4540,44	OK
5,5	5	1,54	1216,67	26	7	24	3	5071,1	OK
5	4,5	1,58	1869,62	26	7	24	3	5071,1	OK
4,5	4	1,63	2637,57	26	7	24	4	5523,26	OK
4	3,48	1,67	3688,27	26	9	24	4	6584,58	OK
3,48	3,2	3,24	2356,17	26	7	24	4	5523,26	OK
3,2	2,7	3,4	1177,10	26	8	0	0	4245,28	OK
2,7	2,2	3,4	3087,82	26	10	0	0	5306,6	OK
2,2	1,7	3,4	3972,73	26	12	0	0	6367,92	OK
1,7	1,2	3,4	7571,70	26	15	0	0	7959,9	OK

Armatura a flessione anulare Inferiore

R1	R2	h	As ₂₂ (inf)	f	n° ferri	n° livelli	passo	AS22 Design	Verifica
m	m	m	mmq/ml	mm	cm	-	cm	mmq/ml	.
9	8,6	1,22	775,36	24	4	1	20	1808,64	OK
8,6	8,2	1,25	1500,45	24	4	1	20	1808,64	OK
8,2	7,6	1,3	989,66	24	5	1	20	2260,8	OK
7,6	7	1,35	772,61	24	5	1	20	2260,8	OK
7	6,5	1,4	802,96	24	5	1	20	2260,8	OK
6,5	6	1,45	1085,10	24	5	1	20	2260,8	OK
6	5,5	1,49	1670,60	24	5	1	20	2260,8	OK
5,5	5	1,54	2199,25	24	6	1	20	2712,96	OK
5	4,5	1,58	2699,43	24	7	1	15	3165,12	OK
4,5	4	1,63	3042,27	24	7	1	15	3165,12	OK
4	3,48	1,67	2993,77	24	7	1	15	3165,12	OK
3,48	3,2	3,24	4686,63	24	7	2	15	6330,24	OK
3,2	2,7	3,4	1663,00	24	7	2	15	6330,24	OK
2,7	2,2	3,4	5647,99	24	8	2	15	7234,56	OK
2,2	1,7	3,4	7081,98	24	8	2	15	7234,56	OK
1,7	1,2	3,4	7172,35	24	8	2	15	7234,56	OK

Armatura a flessione anulare Superiore

R1	R2	h	As ₂₂ (sup)	f	n° ferri	n° livelli	passo	AS22 Design	Verifica
m	m	m	mmq/ml	mm	cm	-	cm	mmq/ml	.
9	8,6	1,22	471,93	24	3	1	20	1356,48	OK
8,6	8,2	1,25	766,96	24	5	1	20	2260,8	OK
8,2	7,6	1,3	954,95	24	5	1	20	2260,8	OK
7,6	7	1,35	1569,20	24	5	1	20	2260,8	OK
7	6,5	1,4	539,77	24	5	1	20	2260,8	OK
6,5	6	1,45	415,08	24	5	1	20	2260,8	OK
6	5,5	1,49	638,14	24	5	1	20	2260,8	OK
5,5	5	1,54	875,25	24	5	1	20	2260,8	OK

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 24 di 64		

5	4,5	1,58	1107,99	24	6	1	15	2712,96	OK
4,5	4	1,63	1361,95	24	7	1	15	3165,12	OK
4	3,48	1,67	1670,67	24	7	1	15	3165,12	OK
3,48	3,2	3,24	1523,25	24	7	2	15	6330,24	OK
3,2	2,7	3,4	328,58	24	7	2	15	6330,24	OK
2,7	2,2	3,4	2487,54	24	7	2	15	6330,24	OK
2,2	1,7	3,4	3294,85	24	8	2	15	7234,56	OK
1,7	1,2	3,4	7177,11	24	8	2	15	7234,56	OK

Armatura a Taglio 13

R1	R2	h	Asw/s13	passo	f	n° bracci	f	n° bracci	AS13 Design	Verifica
m	m	m	mmq/ml		mm	cm	mm	cm	mmq/ml	.
9	8,6	1,22	43,84	1	16	2	20	0	401,92	OK
8,6	8,2	1,25	76,81	1	16	4	20	2	1431,84	OK
8,2	7,6	1,3	240,06	1	16	4	20	2	1431,84	OK
7,6	7	1,35	1215,73	1	16	4	20	2	1431,84	OK
7	6,5	1,4	1126,50	1	16	4	20	2	1431,84	OK
6,5	6	1,45	1090,33	1	16	4	20	2	1431,84	OK
6	5,5	1,49	1072,21	1	16	4	20	2	1431,84	OK
5,5	5	1,54	1058,48	1	16	4	20	2	1431,84	OK
5	4,5	1,58	1059,01	1	16	6	20	2	1833,76	OK
4,5	4	1,63	1061,45	1	16	0	16	6	1205,76	OK
4	3,48	1,67	1082,65	1	16	0	16	6	1205,76	OK
3,48	3,2	3,24	570,59	1	16	0	16	6	1205,76	OK
3,2	2,7	3,4	559,30	1	16	0	16	6	1205,76	OK
2,7	2,2	3,4	652,04	1	16	0	16	6	1205,76	OK
2,2	1,7	3,4	766,23	1	16	0	16	6	1205,76	OK
1,7	1,2	3,4	32,79	1	16	0	16	6	1205,76	OK

Armatura a Taglio 23

R1	R2	h	Asw/s23	passo	f	n° bracci	f	n° bracci	AS23 Design	Verifica
m	m	m	mmq/ml		mm	cm	mm	cm	mmq/ml	.
9	8,6	1,22	36,75	1	16	2	20	0	401,92	OK
8,6	8,2	1,25	8,70	1	16	4	20	2	1431,84	OK
8,2	7,6	1,3	216,79	1	16	4	20	2	1431,84	OK
7,6	7	1,35	116,15	1	16	4	20	2	1431,84	OK
7	6,5	1,4	4,63	1	16	4	20	2	1431,84	OK
6,5	6	1,45	2,90	1	16	4	20	2	1431,84	OK
6	5,5	1,49	17,38	1	16	4	20	2	1431,84	OK
5,5	5	1,54	12,80	1	16	4	20	2	1431,84	OK
5	4,5	1,58	7,11	1	16	6	20	2	1833,76	OK
4,5	4	1,63	6,89	1	16	0	16	6	1205,76	OK
4	3,48	1,67	6,98	1	16	0	16	6	1205,76	OK
3,48	3,2	3,24	8,98	1	16	0	16	6	1205,76	OK
3,2	2,7	3,4	8,43	1	16	0	16	6	1205,76	OK
2,7	2,2	3,4	5,34	1	16	0	16	6	1205,76	OK
2,2	1,7	3,4	8,06	1	16	0	16	6	1205,76	OK
1,7	1,2	3,4	0,27	1	16	0	16	6	1205,76	OK

Verifiche a flessione (Stato Limite Ultimo)

Le verifiche sono state eseguite secondo le prescrizioni del D.M 14/01/2008; in particolare partendo dalle caratteristiche geometriche e meccaniche delle diverse sezioni è stata effettuata la verifica imponendo che l'azione resistente sia maggiore di quella sollecitante, ricavando, infine, il coefficiente di sicurezza.

Nelle tabelle seguenti si riportano le suddette verifiche per il singolo elemento anulare e radiale.

VERIFICA Armatura radiale Inferiore

R1	R2	d	M ₁₁ (inf)	AS ₁₁ Design	MR ₁₁ (inf)	Coeff
----	----	---	-----------------------	-------------------------	------------------------	-------

Titolo del documento: Elenco elaborati

Tipo documento: Relazione

Modello: Mod.02 Relazione

Cod.: GEACE01.PD.02

Rev.: 00

Dat: Ottobre 2018

Pagina 25 di 64


Dott. Ing. Gianluca Vultaggio

m	m	m	N-m/m	mmq/ml	N-m/m	-
9	8,6	0,97	77675,73	2907,64	993275,11	12,79
8,6	8,2	0,965	319281,87	2907,64	988155,13	3,09
8,2	7,6	1,05	333404,00	3523,08	1302773,71	3,91
7,6	7	1,1	546146,41	3523,08	1364810,56	2,50
7	6,5	1,15	275269,01	3523,08	1426847,40	5,18
6,5	6	1,2	86613,58	4138,52	1748974,54	20,19
6	5,5	1,24	435459,11	4753,96	2076033,66	4,77
5,5	5	1,29	1102466,54	4753,96	2159744,70	1,96
5	4,5	1,33	1909266,05	4753,96	2226713,53	1,17
4,5	4	1,38	2726084,15	5900,06	2867429,16	1,05
4	3,48	1,42	3065534,42	6515,50	3869739,31	1,26
3,48	3,2	2,77	4996064,89	6515,50	6356011,89	1,27
3,2	2,7	2,95	1573876,88	4923,52	5115109,15	3,25
2,7	2,2	2,95	5890450,05	6154,40	6393886,43	1,09
2,2	1,7	2,95	7570454,16	7385,28	7672663,72	1,01
1,7	1,2	2,95	9570464,66	9231,60	10193820,25	1,07


VERIFICA Armatura radiale Superiore

R1	R2	d	M11 (inf)	AS11 Design	MR11 (inf)	Coeff
m	m	m	N-m/m	mmq/ml	N-m/m	-
9	8,6	0,97	80063,63	3026,96	1034035,86	12,92
8,6	8,2	0,965	245687,24	3026,96	1028705,78	4,19
8,2	7,6	1,05	326892,52	3557,62	1315546,00	4,02
7,6	7	1,1	1336541,88	3557,62	1378191,05	1,03
7	6,5	1,15	1154125,51	4009,78	1623960,90	1,41
6,5	6	1,2	670945,32	4540,44	1918829,43	2,86
6	5,5	1,24	300039,79	4540,44	1982790,41	6,61
5,5	5	1,29	552736,79	5071,10	2303822,78	4,17
5	4,5	1,33	875713,91	5071,10	2375259,14	2,71
4,5	4	1,38	1281860,97	5523,26	2684304,36	2,09
4	3,48	1,42	1844457,35	6584,58	3292862,57	1,79
3,48	3,2	2,77	2298490,99	5523,26	5388060,20	2,34
3,2	2,7	2,95	1222899,88	4245,28	4410476,77	3,61
2,7	2,2	2,95	3207974,63	5306,60	5513095,96	1,72
2,2	1,7	2,95	4127324,27	6367,92	6615715,15	1,60
1,7	1,2	2,95	7866333,96	7959,90	8269643,93	1,05

VERIFICA Armatura anulare Inferiore

R1	R2	d	M22 (inf)	AS22Design	MR22 (inf)	Coeff
m	m	m	N-m/m	mmq/ml	N-m/m	-
9	8,6	0,97	264868,66	1808,64	617847,15	2,33
8,6	8,2	0,965	509925,97	1808,64	614662,37	1,21
8,2	7,6	1,05	365958,64	2260,80	836004,52	2,28
7,6	7	1,1	299303,89	2260,80	875814,26	2,93
7	6,5	1,15	325198,81	2260,80	915624,00	2,82
6,5	6	1,2	458571,90	2260,80	955433,74	2,08
6	5,5	1,24	729542,75	2260,80	987281,53	1,35
5,5	5	1,29	999127,50	2712,96	1232509,52	1,23
5	4,5	1,33	1264388,59	3165,12	1482514,69	1,17
4,5	4	1,38	1478544,24	3165,12	1538248,32	1,04
4	3,48	1,42	1497143,13	3165,12	2189851,03	1,46
3,48	3,2	2,77	4571906,47	6330,24	6175286,73	1,35
3,2	2,7	2,95	1727714,59	6330,24	6576568,90	3,81
2,7	2,2	2,95	5867766,45	7234,56	7516078,75	1,28
2,2	1,7	2,95	7357561,89	7234,56	7516078,75	1,02
1,7	1,2	2,95	7451447,73	7234,56	7516078,75	1,01

VERIFICA Armatura anulare Superiore

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 26 di 64	

R1	R2	d	M22 (inf)	AS22Design	MR22 (inf)	Coeff
m	m	m	N-m/m	mmq/ml	N-m/m	-
9	8,6	0,97	161215,70	1356,48	463385,36	2,87
8,6	8,2	0,965	260648,16	2260,80	768327,97	2,95
8,2	7,6	1,05	353123,81	2260,80	836004,52	2,37
7,6	7	1,1	607894,04	2260,80	875814,26	1,44
7	6,5	1,15	218605,82	2260,80	915624,00	4,19
6,5	6	1,2	175414,96	2260,80	955433,74	5,45
6	5,5	1,24	278672,76	2260,80	987281,53	3,54
5,5	5	1,29	397631,53	2260,80	1027091,27	2,58
5	4,5	1,33	518973,70	2712,96	1270726,87	2,45
4,5	4	1,38	661908,11	3165,12	1538248,32	2,32
4	3,48	1,42	835482,25	3165,12	1582835,23	1,89
3,48	3,2	2,77	1485966,34	6330,24	6175286,73	4,16
3,2	2,7	2,95	341362,09	6330,24	6576568,90	19,27
2,7	2,2	2,95	2584340,81	6330,24	6576568,90	2,54
2,2	1,7	2,95	3423066,21	7234,56	7516078,75	2,20
1,7	1,2	2,95	7456392,27	7234,56	7516078,75	1,01

Verifiche a taglio (Stato Limite Ultimo)

Le verifiche a taglio sono state eseguite calcolando la percentuale meccanica di armatura trasversale ω_{sw} dalla quale si ricava la cotangente di θ^* ottenuta eguagliando la resistenza a taglio-compressione (V_{rzd}) con la resistenza a taglio-trazione (V_{rsd}); come previsto dal D.M 14/01/2008.


Come si evince dalle tabelle seguenti tutte le verifiche risultano soddisfatte.

Armatura a Taglio V13 (Radiale)

R1	R2	h	passo	AS13 Design	ω_{sw}	Cotg θ		Vrsd	Vrzd	Vrsd<Vrzd	
m	m	m	m	mmq/ml	-	-		N	N	-	
9	8,6	1,22	1	401,92	0,00904	7,3706	>	2,5	431714,5	3294442	OK
8,6	8,2	1,25	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1575802,2	3375453	OK
8,2	7,6	1,3	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1638834,3	3510471	OK
7,6	7	1,35	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1701866,3	3645489	OK
7	6,5	1,4	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1764898,4	3780507	OK
6,5	6	1,45	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1827930,5	3915525	OK
6	5,5	1,49	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1878356,2	4023539	OK
5,5	5	1,54	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1941388,3	4158558	OK
5	4,5	1,58	1	1833,76	0,04123	3,3356	>	2,5	2550919,6	4266572	OK
4,5	4	1,63	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	1730396,7	4401590	OK
4	3,48	1,67	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	1772860,4	4509605	OK
3,48	3,2	3,24	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3439561,5	8749173	OK
3,2	2,7	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK
2,7	2,2	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK
2,2	1,7	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK
1,7	1,2	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK

Armatura a Taglio V23 (Anulare)

R1	R2	h	passo	AS23 Design	ω_{sw}	Cotg θ		Vrsd	Vrzd	Vrsd<Vrzd	
m	m	m	m	mmq/ml	-	-		N	N	-	
9	8,6	1,22	1	401,92	0,00904	7,3706	>	2,5	431714,5	3294442	OK
8,6	8,2	1,25	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1575802,2	3375453	OK
8,2	7,6	1,3	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1638834,3	3510471	OK
7,6	7	1,35	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1701866,3	3645489	OK
7	6,5	1,4	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1764898,4	3780507	OK
6,5	6	1,45	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1827930,5	3915525	OK
6	5,5	1,49	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1878356,2	4023539	OK
5,5	5	1,54	1	1431,84	0,03220	3,8118	>	2,5	1941388,3	4158558	OK
5	4,5	1,58	1	1833,76	0,04123	3,3356	>	2,5	2550919,6	4266572	OK
4,5	4	1,63	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	1730396,7	4401590	OK
4	3,48	1,67	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	1772860,4	4509605	OK
3,48	3,2	3,24	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3439561,5	8749173	OK

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 27 di 64		

3,2	2,7	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK
2,7	2,2	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK
2,2	1,7	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK
1,7	1,2	3,4	1	1205,76	0,02711	4,1763	>	2,5	3609416,3	9181231	OK

VERIFICA A STATO LIMITE DI ESERCIZIO

Verifica tensioni di esercizio

Nel presente paragrafo, sono state effettuate le verifiche per le tensioni di esercizio; in particolare per le combinazioni di carico in condizioni di esercizio (SLE) è stato verificato che

Cond. Rara $\rightarrow \sigma_c \leq 0,6 \cdot f_{ck}$ e $\sigma_s \leq 0,8 \cdot f_{yk}$

Cond. Quasi Permanente $\rightarrow \sigma_c \leq 0,45 \cdot f_{ck}$ e $\sigma_s \leq 0,8 \cdot f_{yk}$

Di seguito per le singole sezioni si riportano le suddette verifiche

Verifiche tensioni di esercizio: Combinazione Rara-Armatura Radiale Inferiore

R1	R2	h	d	M11	As	Xc	ln	σ_c	0,6*fck	sc<06*fck	σ_s	0,8*fyk	VER
m	m	m	mm	max	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	64232,37	2907,64	497,51	6,08E+10	0,53	18,426	Ok	10,662	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	269985,58	2907,64	503,24	6,37E+10	2,13	18,426	Ok	44,329	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	267036,99	3523,08	569,59	8,61E+10	1,77	18,426	Ok	31,668	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	358946,69	3523,08	579,72	9,24E+10	2,25	18,426	Ok	41,990	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	180472,81	3523,08	589,65	9,89E+10	1,08	18,426	Ok	20,814	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	40604,99	4138,52	654,94	1,28E+11	0,21	18,426	Ok	3,542	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	344545,84	4753,96	716,16	1,60E+11	1,54	18,426	Ok	23,411	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	869404,77	4753,96	727,12	1,70E+11	3,73	18,426	Ok	58,645	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	1498454,52	4753,96	735,76	1,78E+11	6,20	18,426	Ok	100,432	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	2236980,74	5900,06	841,60	2,47E+11	7,62	18,426	Ok	100,330	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	3201985,01	6515,5	899,52	2,93E+11	9,82	18,426	Ok	117,967	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	3907147,48	6515,5	1218,72	9,83E+11	4,84	18,426	Ok	117,509	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	4537967,38	4923,52	1071,39	7,93E+11	6,13	18,426	Ok	195,495	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	5310771,11	6154,4	1208,36	1,01E+12	6,34	18,426	Ok	168,660	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	6486507,18	7385,28	1334,18	1,24E+12	6,97	18,426	Ok	157,945	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	8570027,67	9231,6	1507,68	1,61E+12	8,01	18,426	Ok	146,884	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Combinazione Rara-Armatura Radiale Superiore

R1	R2	h	d	M11	As	Xc	ln	σ_c	0,6*fck	sc<06*fck	σ_s	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	min	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	-85587,7	3026,96	508,60	6,37E+10	-0,68	18,426	Ok	13,326	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	-289087,98	3026,96	514,45	6,67E+10	-2,23	18,426	Ok	44,554	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	-377092,83	3557,62	572,66	8,71E+10	-2,48	18,426	Ok	43,996	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	-1945784,08	3557,62	582,84	9,34E+10	-12,14	18,426	Ok	224,004	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	-1220719,61	4009,78	633,22	1,16E+11	-6,69	18,426	Ok	113,601	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	-715765,81	4540,44	689,42	1,44E+11	-3,44	18,426	Ok	53,121	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	-260830,57	4540,44	698,13	1,51E+11	-1,21	18,426	Ok	19,234	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	-473967,14	5071,1	753,67	1,84E+11	-1,94	18,426	Ok	28,460	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	-753744,54	5071,1	762,59	1,93E+11	-2,98	18,426	Ok	45,044	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	-1120489,42	5523,26	811,18	2,27E+11	-4,01	18,426	Ok	56,951	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	-1638758,55	6584,58	904,86	2,97E+11	-4,98	18,426	Ok	59,096	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	-2067941,9	5523,26	1114,36	8,18E+11	-2,82	18,426	Ok	78,690	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	-2416332,77	4245,28	989,61	6,78E+11	-3,53	18,426	Ok	126,213	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	-2916489,64	5306,6	1115,44	8,60E+11	-3,78	18,426	Ok	113,661	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	-3790073,4	6367,92	1230,89	1,05E+12	-4,44	18,426	Ok	114,673	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	-5495623,31	7959,9	1389,91	1,35E+12	-5,64	18,426	Ok	119,356	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Combinazione Rara-Armatura Anulare Inferiore

R1	R2	h	d	M22	As	Xc	ln	σ_c	0,6*fck	sc<06*fck	σ_s	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	Max	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	215939,35	1808,64	384,48	3,57E+10	2,33	18,426	Ok	71,299	360	Ok

Titolo del documento: Elenco elaborati

Tipo documento: Relazione

Modello: Mod.02 Relazione

Cod.: GEACE01.PD.02

Rev.: 00

Dat: Ottobre 2018

Pagina 28 di 64

8,6	8,2	1,25	1200	434103,19	1808,64	389,01	3,75E+10	4,51	18,426	Ok	140,948	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	288127,51	2260,8	447,08	5,17E+10	2,49	18,426	Ok	67,185	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	239445,93	2260,8	455,21	5,56E+10	1,96	18,426	Ok	54,529	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	263894,71	2260,8	463,18	5,98E+10	2,04	18,426	Ok	58,708	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	366880,55	2260,8	471,01	6,41E+10	2,70	18,426	Ok	79,759	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	579421,33	2260,8	477,18	6,77E+10	4,09	18,426	Ok	123,690	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	787687,38	2712,96	534,85	8,81E+10	4,78	18,426	Ok	128,057	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	991368,47	3165,12	588,60	1,10E+11	5,30	18,426	Ok	127,209	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	1151771,82	3165,12	597,30	1,17E+11	5,89	18,426	Ok	145,256	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	1339735,39	3165,12	604,17	1,23E+11	6,61	18,426	Ok	166,643	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	3583838,14	6330,24	1199,77	9,52E+11	4,52	18,426	Ok	112,410	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	4528527,67	6330,24	1226,94	1,04E+12	5,32	18,426	Ok	138,181	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	5278167,85	7234,56	1319,27	1,21E+12	5,74	18,426	Ok	132,556	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	6328088,31	7234,56	1319,27	1,21E+12	6,88	18,426	Ok	158,924	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	7715508,42	7234,56	1319,27	1,21E+12	8,39	18,426	Ok	193,768	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Combinazione Rara-Armatura Anulare Superiore

R1	R2	h	d	M22	As	Xc	ln	σc	0,6*fck	sc<06*fck	σs	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	Min	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	-171806,37	1356,48	329,60	2,63E+10	2,15	18,426	Ok	82,329	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	-315983,14	2260,8	438,79	4,78E+10	2,90	18,426	Ok	75,462	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	-412154,73	2260,8	447,08	5,17E+10	3,57	18,426	Ok	96,106	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	-727116,79	2260,8	455,21	5,56E+10	5,95	18,426	Ok	165,586	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	-270423,07	2260,8	463,18	5,98E+10	2,09	18,426	Ok	60,161	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	-169325,02	2260,8	471,01	6,41E+10	1,24	18,426	Ok	36,811	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	-261165,84	2260,8	477,18	6,77E+10	1,84	18,426	Ok	55,752	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	-364712,85	2260,8	484,76	7,22E+10	2,45	18,426	Ok	76,126	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	-476358	2712,96	541,40	9,27E+10	2,78	18,426	Ok	76,227	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	-614057,82	3165,12	597,30	1,17E+11	3,14	18,426	Ok	77,442	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	-779092,06	3165,12	604,17	1,23E+11	3,84	18,426	Ok	96,907	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	-1325509,16	6330,24	1199,77	9,52E+11	1,67	18,426	Ok	41,576	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	-1781322,58	6330,24	1226,94	1,04E+12	2,09	18,426	Ok	54,354	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	-2315642,84	6330,24	1226,94	1,04E+12	2,72	18,426	Ok	70,658	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	-3109166,34	7234,56	1319,27	1,21E+12	3,38	18,426	Ok	78,084	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	-4248082,66	7234,56	1319,27	1,21E+12	4,62	18,426	Ok	106,687	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Quasi permanente Armatura Radiale Inferiore

R1	R2	h	d	M11	As	Xc	ln	σc	0,45*fck	sc<06*fck	σs	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	Max	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	17899,49	2907,64	497,51	6,08E+10	-0,15	13,8195	Ok	2,971	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	44337,43	2907,64	503,24	6,37E+10	-0,35	13,8195	Ok	7,280	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	19254,13	3523,08	569,59	8,61E+10	-0,13	13,8195	Ok	2,283	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	-201201,79	3523,08	579,72	9,24E+10	1,26	13,8195	Ok	-23,537	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	-128598,55	3523,08	589,65	9,89E+10	0,77	13,8195	Ok	-14,831	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	-38328,78	4138,52	654,94	1,28E+11	0,20	13,8195	Ok	-3,344	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	57771,88	4753,96	716,16	1,60E+11	-0,26	13,8195	Ok	3,925	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	157109,49	4753,96	727,12	1,70E+11	-0,67	13,8195	Ok	10,598	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	258360,83	4753,96	735,76	1,78E+11	-1,07	13,8195	Ok	17,316	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	361310,89	5900,06	841,60	2,47E+11	-1,23	13,8195	Ok	16,205	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	473749,44	6515,5	899,52	2,93E+11	-1,45	13,8195	Ok	17,454	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	539637,61	6515,5	1218,72	9,83E+11	-0,67	13,8195	Ok	16,230	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	594100,17	4923,52	1071,39	7,93E+11	-0,80	13,8195	Ok	25,594	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	634081,33	6154,4	1208,36	1,01E+12	-0,76	13,8195	Ok	20,137	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	666106,85	7385,28	1334,18	1,24E+12	-0,72	13,8195	Ok	16,220	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	689813,36	9231,6	1507,68	1,61E+12	-0,65	13,8195	Ok	11,823	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Quasi permanente Armatura Radiale Superiore

R1	R2	h	d	M11	As	Xc	ln	σc	0,45*fck	sc<0,45*fck	σs	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	Min	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-

Titolo del documento: Elenco elaborati

Tipo documento: Relazione

Modello: Mod.02 Relazione

Cod.: GEACE01.PD.02

Rev.: 00

Dat: Ottobre 2018

Pagina 29 di 64

9	8,6	1,22	1170	-23655,49	3026,96	508,60	6,37E+10	0,19	13,8195	Ok	3,683	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	-81043	3026,96	514,45	6,67E+10	0,62	13,8195	Ok	12,490	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	-113386,02	3557,62	572,66	8,71E+10	0,75	13,8195	Ok	13,229	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	-535535,16	3557,62	582,84	9,34E+10	3,34	13,8195	Ok	61,652	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	-347008,19	4009,78	633,22	1,16E+11	1,90	13,8195	Ok	32,293	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	-206301,67	4540,44	689,42	1,44E+11	0,99	13,8195	Ok	15,311	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	-79321,66	4540,44	698,13	1,51E+11	0,37	13,8195	Ok	5,849	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	37849,65	5071,1	753,67	1,84E+11	-0,16	13,8195	Ok	-2,273	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	151868,41	5071,1	762,59	1,93E+11	-0,60	13,8195	Ok	-9,076	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	262178,03	5523,26	811,18	2,27E+11	-0,94	13,8195	Ok	-13,326	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	375807,3	6584,58	904,86	2,97E+11	-1,14	13,8195	Ok	-13,552	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	490226,09	5523,26	1114,36	8,18E+11	-0,67	13,8195	Ok	-18,654	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	524139,22	4245,28	989,61	6,78E+11	-0,77	13,8195	Ok	-27,378	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	577878,58	5306,6	1115,44	8,60E+11	-0,75	13,8195	Ok	-22,521	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	621616,27	6367,92	1230,89	1,05E+12	-0,73	13,8195	Ok	-18,808	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	657130,18	7959,9	1389,91	1,35E+12	-0,67	13,8195	Ok	-14,272	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Quasi permanente Armatura Anulare Inferiore


R1	R2	h	d	M22	As	Xc	In	σc	0,45*fck	sc<0,45*fck	σs	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	Max	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	22141,32	1808,64	384,48	3,57E+10	-0,24	13,8195	Ok	7,311	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	97528,01	1808,64	389,01	3,75E+10	-1,01	13,8195	Ok	31,666	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	4205,34	2260,8	447,08	5,17E+10	-0,04	13,8195	Ok	0,981	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	92719,62	2260,8	455,21	5,56E+10	-0,76	13,8195	Ok	21,115	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	71638,92	2260,8	463,18	5,98E+10	-0,55	13,8195	Ok	15,937	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	76601,38	2260,8	471,01	6,41E+10	-0,56	13,8195	Ok	16,653	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	110245,66	2260,8	477,18	6,77E+10	-0,78	13,8195	Ok	23,534	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	138247,89	2712,96	534,85	8,81E+10	-0,84	13,8195	Ok	22,475	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	163616,73	3165,12	588,60	1,10E+11	-0,88	13,8195	Ok	20,995	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	174889,74	3165,12	597,30	1,17E+11	-0,89	13,8195	Ok	22,056	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	186682,29	3165,12	604,17	1,23E+11	-0,92	13,8195	Ok	23,220	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	557036,39	6330,24	1199,77	9,52E+11	-0,70	13,8195	Ok	17,472	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	648978,42	6330,24	1226,94	1,04E+12	-0,76	13,8195	Ok	19,803	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	669219,17	7234,56	1319,27	1,21E+12	-0,73	13,8195	Ok	16,807	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	685713,46	7234,56	1319,27	1,21E+12	-0,75	13,8195	Ok	17,221	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	698466,33	7234,56	1319,27	1,21E+12	-0,76	13,8195	Ok	17,541	360	Ok

Verifiche tensioni di esercizio: Quasi permanente Armatura Anulare Superiore

R1	R2	h	d	M22	As	Xc	In	σc	0,45*fck	sc<0,45*fck	σs	0,8*fyk	VER
m	m	m	m	Min	mmq	mmq	mm4	N/mmq	N/mmq	-	N/mmq	N/mmq	-
9	8,6	1,22	1170	-30441,99	1356,48	329,60	2,63E+10	0,38	13,8195	Ok	14,588	360	Ok
8,6	8,2	1,25	1200	-104047,45	2260,8	438,79	4,78E+10	0,95	13,8195	Ok	24,848	360	Ok
8,2	7,6	1,3	1250	-20989,29	2260,8	447,08	5,17E+10	0,18	13,8195	Ok	4,894	360	Ok
7,6	7	1,35	1300	-227979,3	2260,8	455,21	5,56E+10	1,87	13,8195	Ok	51,918	360	Ok
7	6,5	1,4	1350	-82460,85	2260,8	463,18	5,98E+10	0,64	13,8195	Ok	18,345	360	Ok
6,5	6	1,45	1400	7169,2	2260,8	471,01	6,41E+10	-0,05	13,8195	Ok	-1,559	360	Ok
6	5,5	1,49	1440	58433,8	2260,8	477,18	6,77E+10	-0,41	13,8195	Ok	-12,474	360	Ok
5,5	5	1,54	1490	104908,35	2260,8	484,76	7,22E+10	-0,70	13,8195	Ok	-21,897	360	Ok
5	4,5	1,58	1530	141119,54	2712,96	541,40	9,27E+10	-0,82	13,8195	Ok	-22,582	360	Ok
4,5	4	1,63	1580	162873,93	3165,12	597,30	1,17E+11	-0,83	13,8195	Ok	-20,541	360	Ok
4	3,48	1,67	1620	147950,96	3165,12	604,17	1,23E+11	-0,73	13,8195	Ok	-18,403	360	Ok
3,48	3,2	3,24	3190	530434,55	6330,24	1199,77	9,52E+11	-0,67	13,8195	Ok	-16,637	360	Ok
3,2	2,7	3,4	3350	611206,19	6330,24	1226,94	1,04E+12	-0,72	13,8195	Ok	-18,650	360	Ok
2,7	2,2	3,4	3350	640675,61	6330,24	1226,94	1,04E+12	-0,75	13,8195	Ok	-19,549	360	Ok
2,2	1,7	3,4	3350	663470,06	7234,56	1319,27	1,21E+12	-0,72	13,8195	Ok	-16,662	360	Ok
1,7	1,2	3,4	3350	682058,46	7234,56	1319,27	1,21E+12	-0,74	13,8195	Ok	-17,129	360	Ok

Verifica a fessurazione

Nel paragrafo seguente, si riporta il calcolo per la determinazione dell'ampiezza della fessura nel manufatto

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 30 di 64		

oggetto della presente trattazione.

Secondo quanto previsto dal D.M 14.01.2008, trattandosi di opere di fondazione, si è scelto un calcestruzzo con classe di esposizione tipo XC2 (come indicato di seguito) cui corrisponde una condizione ambientale ordinaria (vedi tab.4.1 III della normativa riportata di seguito)

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Inoltre, essendo l'acciaio scelto poco sensibile, il gruppo di esigenza finale è quello identificato nella tabella seguente

Gruppi di esigenze	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	w_d	Stato limite	w_d
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

w_1, w_2, w_3 sono definiti al § 4.1.2.2.4.1, il valore di calcolo w_d , è definito al § 4.1.2.2.4.6.

Pertanto nelle tabelle successive sono riportate le verifiche rispettando le seguenti prescrizioni:


Cond. Frequente → Apertura fessure $\leq 0,4$ mm
 Cond. Quasi Permanente → Apertura fessure $\leq 0,3$ mm

Verifiche a fessurazione: Frequente Armatura Radiale Inferiore

R1	R2	h	d	M11	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,4 Ver
m	m	m	m	Max	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	23812,97	2907,64	8,76E+08	7,78	497,51	6,08E+10	0,023	28,00	374,63	0,00000	0,00047	OK
8,6	8,2	1,25	1200	79341,73	2907,64	9,19E+08	25,27	503,24	6,37E+10	0,023	28,00	374,63	0,00008	0,03167	OK
8,2	7,6	1,3	1250	61141,68	3523,08	9,94E+08	15,43	569,59	8,61E+10	0,028	28,00	338,89	0,00004	0,01276	OK
7,6	7	1,35	1300	-147297,13	3523,08	1,07E+09	-35,73	579,72	9,24E+10	0,028	28,00	338,89	0,00021	0,06980	OK
7	6,5	1,4	1350	-96730,88	3523,08	1,15E+09	-22,60	589,65	9,89E+10	0,028	28,00	338,89	0,00014	0,04860	OK
6,5	6	1,45	1400	-38512,99	4138,52	1,24E+09	-7,39	654,94	1,28E+11	0,033	28,00	313,77	0,00007	0,02228	OK
6	5,5	1,49	1440	103484,39	4753,96	1,31E+09	16,80	716,16	1,60E+11	0,038	28,00	295,16	0,00004	0,01303	OK
5,5	5	1,54	1490	276355,17	4753,96	1,40E+09	43,35	727,12	1,70E+11	0,038	28,00	295,16	0,00017	0,05035	OK
5	4,5	1,58	1530	468168,60	4753,96	1,47E+09	71,52	735,76	1,78E+11	0,038	28,00	295,16	0,00030	0,08994	OK
4,5	4	1,63	1580	678935,05	5900,06	1,56E+09	80,92	841,60	2,47E+11	0,047	28,00	270,85	0,00035	0,09465	OK
4	3,48	1,67	1620	938020,83	6515,50	1,64E+09	98,74	899,52	2,93E+11	0,052	28,00	261,32	0,00043	0,11348	OK
3,48	3,2	3,24	3190	1112619,86	6515,50	6,18E+09	59,48	1218,72	9,83E+11	0,052	28,00	261,32	0,00025	0,06463	OK
3,2	2,7	3,4	3350	1265554,10	4923,52	6,80E+09	85,25	1071,39	7,93E+11	0,039	28,00	290,85	0,00037	0,10765	OK
2,7	2,2	3,4	3350	1433394,16	6154,40	6,80E+09	77,25	1208,36	1,01E+12	0,049	28,00	266,68	0,00033	0,08852	OK
2,2	1,7	3,4	3350	1661175,19	7385,28	6,80E+09	74,60	1334,18	1,24E+12	0,059	28,00	250,57	0,00032	0,08000	OK
1,7	1,2	3,4	3350	2035872,65	9231,60	6,80E+09	73,15	1507,68	1,61E+12	0,074	28,00	234,45	0,00031	0,07321	OK

Verifiche a fessurazione: Frequente Armatura Radiale Superiore

R1	R2	h	d	M11	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,4 Ver
m	m	m	m	Min	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	-33803,42	3026,96	8,76E+08	-10,61	508,60	6,37E+10	0,024	26,00	352,53	0,00009	0,03041	OK
8,6	8,2	1,25	1200	-116374,90	3026,96	9,19E+08	-35,60	514,45	6,67E+10	0,024	26,00	352,53	0,00021	0,07237	OK
8,2	7,6	1,3	1250	-157872,21	3557,62	9,94E+08	-39,45	572,66	8,71E+10	0,028	26,00	325,30	0,00022	0,07275	OK
7,6	7	1,35	1300	-779974,29	3557,62	1,07E+09	-187,39	582,84	9,34E+10	0,028	26,00	325,30	0,00093	0,30191	OK
7	6,5	1,4	1350	-494963,16	4009,78	1,15E+09	-101,60	633,22	1,16E+11	0,032	26,00	307,79	0,00052	0,15993	OK
6,5	6	1,45	1400	-291605,22	4540,44	1,24E+09	-50,97	689,42	1,44E+11	0,036	26,00	291,68	0,00028	0,08125	OK
6	5,5	1,49	1440	-99295,25	4540,44	1,31E+09	-16,87	698,13	1,51E+11	0,036	26,00	291,68	0,00012	0,03389	OK
5,5	5	1,54	1490	-24783,67	5071,10	1,40E+09	-3,64	753,67	1,84E+11	0,041	26,00	278,95	0,00005	0,01485	OK
5	4,5	1,58	1530	27200,42	5071,10	1,47E+09	3,90	762,59	1,93E+11	0,041	26,00	278,95	0,00002	0,00483	OK
4,5	4	1,63	1580	64247,75	5523,26	1,56E+09	8,18	811,18	2,27E+11	0,044	26,00	270,03	0,00000	0,00083	OK

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 31 di 64		

4	3,48	1,67	1620	82945,86	6584,58	1,64E+09	8,64	904,86	2,97E+11	0,053	26,00	253,91	0,00001	0,00132	OK
3,48	3,2	3,24	3190	95755,45	5523,26	6,18E+09	6,04	1114,36	8,18E+11	0,044	26,00	270,03	0,00001	0,00193	OK
3,2	2,7	3,4	3350	81707,17	4245,28	6,80E+09	6,38	989,61	6,78E+11	0,034	26,00	300,14	0,00001	0,00163	OK
2,7	2,2	3,4	3350	45960,23	5306,60	6,80E+09	2,87	1115,44	8,60E+11	0,042	26,00	274,12	0,00002	0,00608	OK
2,2	1,7	3,4	3350	-58931,33	6367,92	6,80E+09	-3,07	1230,89	1,05E+12	0,051	26,00	256,76	0,00005	0,01298	OK
1,7	1,2	3,4	3350	-314794,72	7959,90	6,80E+09	-13,12	1389,91	1,35E+12	0,064	26,00	239,41	0,00010	0,02357	OK

Verifiche a fessurazione: Frequente Armatura Anulare Inferiore


R1	R2	h	d	M22	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,4Ver
m	m	m	m	Max	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	54535,21	1808,64	8,76E+08	28,63	384,48	3,57E+10	0,014	24,00	451,98	0,00010	0,04549	OK
8,6	8,2	1,25	1200	149388,35	1808,64	9,19E+08	76,48	389,01	3,75E+10	0,014	24,00	451,98	0,00033	0,14846	OK
8,2	7,6	1,3	1250	43245,54	2260,80	9,94E+08	17,00	447,08	5,17E+10	0,018	24,00	395,58	0,00005	0,01789	OK
7,6	7	1,35	1300	115089,62	2260,80	1,07E+09	43,51	455,21	5,56E+10	0,018	24,00	395,58	0,00017	0,06782	OK
7	6,5	1,4	1350	103505,09	2260,80	1,15E+09	37,68	463,18	5,98E+10	0,018	24,00	395,58	0,00014	0,05684	OK
6,5	6	1,45	1400	126300,22	2260,80	1,24E+09	44,34	471,01	6,41E+10	0,018	24,00	395,58	0,00018	0,06938	OK
6	5,5	1,49	1440	190106,47	2260,80	1,31E+09	64,88	477,18	6,77E+10	0,018	24,00	395,58	0,00027	0,10808	OK
5,5	5	1,54	1490	248979,97	2712,96	1,40E+09	68,44	534,85	8,81E+10	0,022	24,00	357,99	0,00029	0,10386	OK
5	4,5	1,58	1530	304827,55	3165,12	1,47E+09	69,94	588,60	1,10E+11	0,025	24,00	331,13	0,00030	0,09844	OK
4,5	4	1,63	1580	341925,40	3165,12	1,56E+09	75,97	597,30	1,17E+11	0,025	24,00	331,13	0,00033	0,10794	OK
4	3,48	1,67	1620	382986,31	3165,12	1,64E+09	82,99	604,17	1,23E+11	0,025	24,00	331,13	0,00036	0,11901	OK
3,48	3,2	3,24	3190	1079955,51	6330,24	6,18E+09	59,42	1199,77	9,52E+11	0,051	24,00	250,57	0,00025	0,06190	OK
3,2	2,7	3,4	3350	1321254,60	6330,24	6,80E+09	69,23	1226,94	1,04E+12	0,051	24,00	250,57	0,00029	0,07360	OK
2,7	2,2	3,4	3350	1466533,21	7234,56	6,80E+09	67,23	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00028	0,06835	OK
2,2	1,7	3,4	3350	1660383,98	7234,56	6,80E+09	76,12	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00033	0,07853	OK
1,7	1,2	3,4	3350	1908176,25	7234,56	6,80E+09	87,48	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00038	0,09154	OK

Verifiche a fessurazione: Frequente Armatura Anulare Superiore

R1	R2	h	d	M22	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,4Ver
m	m	m	m	Min	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	-46953,61	1356,48	8,76E+08	-32,87	329,60	2,63E+10	0,011	24,00	545,97	0,00019	0,10495	OK
8,6	8,2	1,25	1200	-139982,79	2260,80	9,19E+08	-57,33	438,79	4,78E+10	0,018	24,00	395,58	0,00031	0,12213	OK
8,2	7,6	1,3	1250	-84918,11	2260,80	9,94E+08	-33,39	447,08	5,17E+10	0,018	24,00	395,58	0,00019	0,07703	OK
7,6	7	1,35	1300	-311093,51	2260,80	1,07E+09	-117,61	455,21	5,56E+10	0,018	24,00	395,58	0,00060	0,23568	OK
7	6,5	1,4	1350	-114023,35	2260,80	1,15E+09	-41,51	463,18	5,98E+10	0,018	24,00	395,58	0,00023	0,09233	OK
6,5	6	1,45	1400	-17250,89	2260,80	1,24E+09	-6,06	471,01	6,41E+10	0,018	24,00	395,58	0,00006	0,02555	OK
6	5,5	1,49	1440	11970,59	2260,80	1,31E+09	4,09	477,18	6,77E+10	0,018	24,00	395,58	0,00002	0,00644	OK
5,5	5	1,54	1490	35672,11	2260,80	1,40E+09	11,77	484,76	7,22E+10	0,018	24,00	395,58	0,00002	0,00803	OK
5	4,5	1,58	1530	43905,85	2712,96	1,47E+09	11,75	541,40	9,27E+10	0,022	24,00	357,99	0,00002	0,00723	OK
4,5	4	1,63	1580	44273,31	3165,12	1,56E+09	9,84	597,30	1,17E+11	0,025	24,00	331,13	0,00001	0,00366	OK
4	3,48	1,67	1620	27781,11	3165,12	1,64E+09	6,02	604,17	1,23E+11	0,025	24,00	331,13	0,00001	0,00236	OK
3,48	3,2	3,24	3190	259499,88	6330,24	6,18E+09	14,28	1199,77	9,52E+11	0,051	24,00	250,57	0,00003	0,00804	OK
3,2	2,7	3,4	3350	266745,34	6330,24	6,80E+09	13,98	1226,94	1,04E+12	0,051	24,00	250,57	0,00003	0,00767	OK
2,7	2,2	3,4	3350	197447,05	6330,24	6,80E+09	10,35	1226,94	1,04E+12	0,051	24,00	250,57	0,00001	0,00334	OK
2,2	1,7	3,4	3350	82624,76	7234,56	6,80E+09	3,79	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00002	0,00431	OK
1,7	1,2	3,4	3350	-99437,47	7234,56	6,80E+09	-4,56	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00006	0,01387	OK

Verifiche a fessurazione: Quasi Permanente Armatura Radiale Inferiore

R1	R2	h	d	M11	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,3 Ver
m	m	m	m	Max	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	17899,49	2907,64	8,76E+08	5,85	497,51	6,08E+10	0,023	28,00	374,63	0,00001	0,00297	OK
8,6	8,2	1,25	1200	44337,43	2907,64	9,19E+08	14,12	503,24	6,37E+10	0,023	28,00	374,63	0,00003	0,01179	OK
8,2	7,6	1,3	1250	19254,13	3523,08	9,94E+08	4,86	569,59	8,61E+10	0,028	28,00	338,89	0,00001	0,00429	OK
7,6	7	1,35	1300	-201201,79	3523,08	1,07E+09	-48,81	579,72	9,24E+10	0,028	28,00	338,89	0,00027	0,09090	OK
7	6,5	1,4	1350	-128598,55	3523,08	1,15E+09	-30,04	589,65	9,89E+10	0,028	28,00	338,89	0,00018	0,06061	OK
6,5	6	1,45	1400	-38328,78	4138,52	1,24E+09	-7,35	654,94	1,28E+11	0,033	28,00	313,77	0,00007	0,02222	OK
6	5,5	1,49	1440	57771,88	4753,96	1,31E+09	9,38	716,16	1,60E+11	0,038	28,00	295,16	0,00001	0,00260	OK
5,5	5	1,54	1490	157109,49	4753,96	1,40E+09	24,64	727,12	1,70E+11	0,038	28,00	295,16	0,00008	0,02406	OK

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 32 di 64		

5	4,5	1,58	1530	258360,83	4753,96	1,47E+09	39,47	735,76	1,78E+11	0,038	28,00	295,16	0,00015	0,04489	OK
4,5	4	1,63	1580	361310,89	5900,06	1,56E+09	43,07	841,60	2,47E+11	0,047	28,00	270,85	0,00017	0,04582	OK
4	3,48	1,67	1620	473749,44	6515,50	1,64E+09	49,87	899,52	2,93E+11	0,052	28,00	261,32	0,00020	0,05267	OK
3,48	3,2	3,24	3190	539637,61	6515,50	6,18E+09	28,85	1218,72	9,83E+11	0,052	28,00	261,32	0,00010	0,02651	OK
3,2	2,7	3,4	3350	594100,17	4923,52	6,80E+09	40,02	1071,39	7,93E+11	0,039	28,00	290,85	0,00015	0,04500	OK
2,7	2,2	3,4	3350	634081,33	6154,40	6,80E+09	34,17	1208,36	1,01E+12	0,049	28,00	266,68	0,00013	0,03382	OK
2,2	1,7	3,4	3350	666106,85	7385,28	6,80E+09	29,92	1334,18	1,24E+12	0,059	28,00	250,57	0,00011	0,02668	OK
1,7	1,2	3,4	3350	689813,36	9231,60	6,80E+09	24,78	1507,68	1,61E+12	0,074	28,00	234,45	0,00008	0,01922	OK

Verifiche a fessurazione: Quasi Permanente Armatura Radiale Superiore


R1	R2	h	d	M11	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,3Ver
m	m	m	m	Min	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	-23655,49	3026,96	8,76E+08	-7,42	508,60	6,37E+10	0,024	26,00	352,53	0,00007	0,02507	OK
8,6	8,2	1,25	1200	-81043,00	3026,96	9,19E+08	-24,79	514,45	6,67E+10	0,024	26,00	352,53	0,00015	0,05423	OK
8,2	7,6	1,3	1250	-113386,02	3557,62	9,94E+08	-28,33	572,66	8,71E+10	0,028	26,00	325,30	0,00017	0,05553	OK
7,6	7	1,35	1300	-535535,16	3557,62	1,07E+09	-128,66	582,84	9,34E+10	0,028	26,00	325,30	0,00065	0,21095	OK
7	6,5	1,4	1350	-347008,19	4009,78	1,15E+09	-71,23	633,22	1,16E+11	0,032	26,00	307,79	0,00037	0,11542	OK
6,5	6	1,45	1400	-206301,67	4540,44	1,24E+09	-36,06	689,42	1,44E+11	0,036	26,00	291,68	0,00021	0,06054	OK
6	5,5	1,49	1440	-79321,66	4540,44	1,31E+09	-13,48	698,13	1,51E+11	0,036	26,00	291,68	0,00010	0,02918	OK
5,5	5	1,54	1490	37849,65	5071,10	1,40E+09	5,57	753,67	1,84E+11	0,041	26,00	278,95	0,00001	0,00261	OK
5	4,5	1,58	1530	151868,41	5071,10	1,47E+09	21,75	762,59	1,93E+11	0,041	26,00	278,95	0,00007	0,01888	OK
4,5	4	1,63	1580	262178,03	5523,26	1,56E+09	33,38	811,18	2,27E+11	0,044	26,00	270,03	0,00012	0,03323	OK
4	3,48	1,67	1620	375807,30	6584,58	1,64E+09	39,15	904,86	2,97E+11	0,053	26,00	253,91	0,00015	0,03821	OK
3,48	3,2	3,24	3190	490226,09	5523,26	6,18E+09	30,91	1114,36	8,18E+11	0,044	26,00	270,03	0,00011	0,03006	OK
3,2	2,7	3,4	3350	524139,22	4245,28	6,80E+09	40,95	989,61	6,78E+11	0,034	26,00	300,14	0,00016	0,04777	OK
2,7	2,2	3,4	3350	577878,58	5306,60	6,80E+09	36,12	1115,44	8,60E+11	0,042	26,00	274,12	0,00014	0,03731	OK
2,2	1,7	3,4	3350	621616,27	6367,92	6,80E+09	32,38	1230,89	1,05E+12	0,051	26,00	256,76	0,00012	0,03036	OK
1,7	1,2	3,4	3350	657130,18	7959,90	6,80E+09	27,38	1389,91	1,35E+12	0,064	26,00	239,41	0,00009	0,02260	OK

Verifiche a fessurazione: Quasi Permanente Armatura Anulare Inferiore

R1	R2	h	d	M22	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,3Ver
m	m	m	m	Max	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	-23655,49	1808,64	8,76E+08	-12,42	384,48	3,57E+10	0,014	24,00	451,98	0,00009	0,04288	OK
8,6	8,2	1,25	1200	-81043,00	1808,64	9,19E+08	-41,49	389,01	3,75E+10	0,014	24,00	451,98	0,00023	0,10544	OK
8,2	7,6	1,3	1250	-113386,02	2260,80	9,94E+08	-44,58	447,08	5,17E+10	0,018	24,00	395,58	0,00025	0,09812	OK
7,6	7	1,35	1300	-535535,16	2260,80	1,07E+09	-202,46	455,21	5,56E+10	0,018	24,00	395,58	0,00100	0,29520	OK
7	6,5	1,4	1350	-347008,19	2260,80	1,15E+09	-126,33	463,18	5,98E+10	0,018	24,00	395,58	0,00064	0,25211	OK
6,5	6	1,45	1400	-206301,67	2260,80	1,24E+09	-72,42	471,01	6,41E+10	0,018	24,00	395,58	0,00038	0,15056	OK
6	5,5	1,49	1440	-79321,66	2260,80	1,31E+09	-27,07	477,18	6,77E+10	0,018	24,00	395,58	0,00016	0,06514	OK
5,5	5	1,54	1490	37849,65	2712,96	1,40E+09	10,40	534,85	8,81E+10	0,022	24,00	357,99	0,00001	0,00493	OK
5	4,5	1,58	1530	151868,41	3165,12	1,47E+09	34,85	588,60	1,10E+11	0,025	24,00	331,13	0,00013	0,04310	OK
4,5	4	1,63	1580	262178,03	3165,12	1,56E+09	58,25	597,30	1,17E+11	0,025	24,00	331,13	0,00024	0,08000	OK
4	3,48	1,67	1620	375807,30	3165,12	1,64E+09	81,44	604,17	1,23E+11	0,025	24,00	331,13	0,00035	0,11656	OK
3,48	3,2	3,24	3190	490226,09	6330,24	6,18E+09	26,97	1199,77	9,52E+11	0,051	24,00	250,57	0,00009	0,02318	OK
3,2	2,7	3,4	3350	524139,22	6330,24	6,80E+09	27,46	1226,94	1,04E+12	0,051	24,00	250,57	0,00009	0,02377	OK
2,7	2,2	3,4	3350	577878,58	7234,56	6,80E+09	26,49	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00009	0,02169	OK
2,2	1,7	3,4	3350	621616,27	7234,56	6,80E+09	28,50	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00010	0,02399	OK
1,7	1,2	3,4	3350	657130,18	7234,56	6,80E+09	30,13	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00011	0,02585	OK

Verifiche a fessurazione: Quasi Permanente Armatura Anulare Superiore

R1	R2	h	d	M22	As	Mcr	σ_s	Xc	In	% armat eff	f barre	s,r max	esc-ecm	Wk	Wk<0,3Ver
m	m	m	m	Min	mmq			mmq	mm4	-	mm	mm	-	mm	
9	8,6	1,22	1170	22141,32	1356,48	8,76E+08	15,50	329,60	2,63E+10	0,011	24,00	545,97	0,00004	0,02081	OK
8,6	8,2	1,25	1200	97528,01	2260,80	9,19E+08	39,94	438,79	4,78E+10	0,018	24,00	395,58	0,00015	0,06110	OK
8,2	7,6	1,3	1250	4205,34	2260,80	9,94E+08	1,65	447,08	5,17E+10	0,018	24,00	395,58	0,00003	0,01102	OK
7,6	7	1,35	1300	92719,62	2260,80	1,07E+09	35,05	455,21	5,56E+10	0,018	24,00	395,58	0,00013	0,05189	OK
7	6,5	1,4	1350	71638,92	2260,80	1,15E+09	26,08	463,18	5,98E+10	0,018	24,00	395,58	0,00009	0,03499	OK

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 33 di 64		

6,5	6	1,45	1400	76601,38	2260,80	1,24E+09	26,89	471,01	6,41E+10	0,018	24,00	395,58	0,00009	0,03652	OK
6	5,5	1,49	1440	110245,66	2260,80	1,31E+09	37,63	477,18	6,77E+10	0,018	24,00	395,58	0,00014	0,05674	OK
5,5	5	1,54	1490	138247,89	2260,80	1,40E+09	45,60	484,76	7,22E+10	0,018	24,00	395,58	0,00018	0,07176	OK
5	4,5	1,58	1530	163616,73	2712,96	1,47E+09	43,80	541,40	9,27E+10	0,022	24,00	357,99	0,00017	0,06186	OK
4,5	4	1,63	1580	174889,74	3165,12	1,56E+09	38,86	597,30	1,17E+11	0,025	24,00	331,13	0,00015	0,04942	OK
4	3,48	1,67	1620	186682,29	3165,12	1,64E+09	40,45	604,17	1,23E+11	0,025	24,00	331,13	0,00016	0,05194	OK
3,48	3,2	3,24	3190	557036,39	6330,24	6,18E+09	30,65	1199,77	9,52E+11	0,051	24,00	250,57	0,00011	0,02757	OK
3,2	2,7	3,4	3350	648978,42	6330,24	6,80E+09	34,00	1226,94	1,04E+12	0,051	24,00	250,57	0,00013	0,03157	OK
2,7	2,2	3,4	3350	669219,17	6330,24	6,80E+09	35,06	1226,94	1,04E+12	0,051	24,00	250,57	0,00013	0,03284	OK
2,2	1,7	3,4	3350	685713,46	7234,56	6,80E+09	31,44	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00011	0,02735	OK
1,7	1,2	3,4	3350	698466,33	7234,56	6,80E+09	32,02	1319,27	1,21E+12	0,058	24,00	240,49	0,00012	0,02802	OK


SOLLECITAZIONI PALI DI FONDAZIONE

Di seguito, per ogni singolo palo, relativamente alle condizioni di carico agli stati limite ultimi e quelle sismiche, si riportano le sollecitazioni desunte dall'out put modello FEM

Le massime sollecitazioni a compressione e trazione sono le seguenti:

Per il dimensionamento e la verifica dei pali di fondazione si rimanda alla relazione geotecnica e sulle fondazione parte integrante della presente trattazione.

TABLE: Joint Reactions							
Joint	OutputCase	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	Kgf	Kgf	Kgf	Kgf-m	Kgf-m	Kgf-m
415	COMB1_SLU_SFAV	-9332,99	6234,87	19694,57	-46922,78	137446,15	-10,86
415	COMB6_SLD	302,67	-468,65	153353,75	-119733,72	-134442,52	-1,19
415	COMB2_SLU_SFAV	-8943,57	912,06	49565,14	-67197,6	86421,62	-12,51
415	COMB5_SLV	806,06	-1248,05	164192,73	-121935,1	-157873,33	-3,17
415	COMB7_SLO	212,45	-328,95	151410,88	-119339,12	-130242,57	-0,84
415	COMB8_SLC	1141,77	-1767,88	171422,1	-123403,39	-173501,16	-4,49
415	COMB3_SLU_SFAV	-5599,79	3740,92	73951,28	-67655,41	42182,49	-6,52
415	COMB4_SLU_SFAV	-5366,14	547,24	91873,62	-79820,3	11567,77	-7,51
479	COMB1_SLU_SFAV	-15987,39	288,15	203501,25	-185881,12	239682,64	-0,46
479	COMB6_SLD	-340,68	-253,7	155957,75	9592,09	181029,75	1,4
479	COMB2_SLU_SFAV	-10095,97	4554,77	204284,62	-155367,92	241457,16	-6,55
479	COMB5_SLV	-907,14	-675,58	162707,21	25865,2	192347	3,72
479	COMB7_SLO	-239,13	-178,07	154747,91	6675,14	179001,13	0,98
479	COMB8_SLC	-1285,04	-956,97	167208,95	36719,01	199895,34	5,26
479	COMB3_SLU_SFAV	-9592,44	172,89	186480,79	-111616,89	201961,17	-0,27
479	COMB4_SLU_SFAV	-6057,58	2732,86	186950,82	-93308,97	203025,89	-3,93
481	COMB1_SLU_SFAV	-14165,89	-4505,43	100420,12	-188509,34	812,81	-7,2
481	COMB6_SLD	-616,89	-490,01	159055,4	-70145,85	176781,93	1,47
481	COMB2_SLU_SFAV	-10638,48	1161,38	117742,52	-174335,44	38461,82	-11,88
481	COMB5_SLV	-1642,68	-1304,85	174050,95	-68179,56	204852,38	3,92
481	COMB7_SLO	-432,99	-343,94	156367,45	-70498,3	171750,32	1,03
481	COMB8_SLC	-2326,94	-1848,37	184052,65	-66868,08	223574,73	5,55
481	COMB3_SLU_SFAV	-8499,53	-2703,26	123732,85	-137265,14	53920,79	-4,32
481	COMB4_SLU_SFAV	-6383,09	696,83	134126,29	-128760,8	76510,19	-7,13
483	COMB1_SLU_SFAV	-9242,03	-6248,89	19466,46	-47448,5	-139118,93	-14,95

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 34 di 64		

483	COMB6_SLD	-610,69	-829,71	158962,85	-131339,82	136150,8	0,51
483	COMB2_SLU_SFAV	-8859,42	-894,19	49374,53	-68077,38	-88259,89	-15,09
483	COMB5_SLV	-1626,22	-2209,46	179123,51	-149614,24	165635,6	1,36
483	COMB7_SLO	-428,65	-582,38	155349,06	-128064,14	130865,67	0,36
483	COMB8_SLC	-2303,6	-3129,77	192570,22	-161802,87	185301,3	1,93
483	COMB3_SLU_SFAV	-5545,22	-3749,33	73814,42	-68754,3	-43969,62	-8,97
483	COMB4_SLU_SFAV	-5315,65	-536,51	91759,26	-81131,63	-13454,2	-9,06
485	COMB1_SLU_SFAV	-4895,25	-4542,36	-33891,86	116671,94	-129648,73	-19,5
485	COMB6_SLD	-376,94	-1109,08	163660,88	-178577,59	79036,3	-0,15
485	COMB2_SLU_SFAV	-7077,29	-1162,41	5435,92	60241,66	-92123,33	-18,57
485	COMB5_SLV	-1003,76	-2953,43	186813,71	-213456,21	96238,01	-0,39
485	COMB7_SLO	-264,57	-778,48	159510,74	-172325,62	75952,91	-0,1
485	COMB8_SLC	-1421,86	-4183,62	202256,13	-236719,47	107711,17	-0,56
485	COMB3_SLU_SFAV	-2937,15	-2725,41	43070,42	17430,85	-54681,96	-11,7
485	COMB4_SLU_SFAV	-4246,37	-697,45	66667,1	-16427,32	-32166,72	-11,14
487	COMB1_SLU_SFAV	-3018,37	-13,95	-54637,65	193064,81	-296,92	-18,82
487	COMB6_SLD	-3,37	-1139,19	165500,74	-197027,08	-3135,63	-0,32
487	COMB2_SLU_SFAV	-6278,52	-10,98	-11417,69	120149,03	-292,72	-18,15
487	COMB5_SLV	-8,98	-3033,63	188109,63	-234930,2	-8014,59	-0,85
487	COMB7_SLO	-2,36	-799,61	161448,11	-190232,97	-2261,07	-0,22
487	COMB8_SLC	-12,72	-4297,21	203189,26	-260210,74	-11268,75	-1,2
487	COMB3_SLU_SFAV	-1811,02	-8,37	31597,46	57687,3	-266,38	-11,29
487	COMB4_SLU_SFAV	-3767,11	-6,59	57529,43	13937,83	-263,86	-10,89
489	COMB1_SLU_SFAV	-4950,2	4653,21	-35193,01	119163,66	129957,03	-21,74
489	COMB6_SLD	289,98	-878,06	160888,99	-174292,77	-84777,64	-0,84
489	COMB2_SLU_SFAV	-7131,28	1243,14	4423,43	61791,19	91776,84	-21,06
489	COMB5_SLV	772,22	-2338,29	178931,81	-198226,53	-107127,83	-2,24
489	COMB7_SLO	203,54	-616,32	157654,83	-170002,66	-80771,38	-0,59
489	COMB8_SLC	1093,85	-3312,23	190965,96	-214189,83	-122034,9	-3,17
489	COMB3_SLU_SFAV	-2970,12	2791,93	42364,97	18065,1	53814,68	-13,05
489	COMB4_SLU_SFAV	-4278,77	745,88	66134,83	-16358,39	30906,57	-12,64
490	COMB1_SLU_SFAV	-13960,23	4396,17	100506,08	-186315,45	-57,9	-2,87
490	COMB6_SLD	57,07	-180,32	151286,49	-60284,02	-163728,18	-1,33
490	COMB2_SLU_SFAV	-10519,37	-1211,06	117739,6	-171898,11	-37298,45	-8,07
490	COMB5_SLV	152,05	-480,22	153874,45	-46321,44	-173928,73	-3,55
490	COMB7_SLO	40,06	-126,57	150822,6	-62786,8	-161899,75	-0,94
490	COMB8_SLC	215,35	-680,23	155600,56	-37008,72	-180732,28	-5,03
490	COMB3_SLU_SFAV	-8376,14	2637,7	123709,19	-134896,55	-52607,05	-1,72
490	COMB4_SLU_SFAV	-6311,62	-726,64	134049,3	-126246,14	-74951,38	-4,84
492	COMB1_SLU_SFAV	-15987,14	-228,95	202806,32	-185349,34	-238559,05	-0,28
492	COMB6_SLD	-340,74	-138,25	147835,11	9991,75	-167410	-1,23
492	COMB2_SLU_SFAV	-10091,45	-4517,39	203703,93	-154834,33	-240518,29	-6,44
492	COMB5_SLV	-907,3	-368,17	141085,64	26264,86	-156092,76	-3,28
492	COMB7_SLO	-239,17	-97,04	149044,95	7074,8	-169438,62	-0,86
492	COMB8_SLC	-1285,25	-521,53	136583,91	37118,67	-148544,42	-4,64

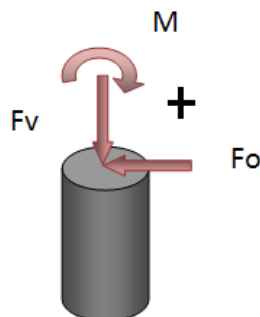
492	COMB3_SLU_SFAV	-9592,28	-137,37	186063,84	-111121,38	-201287,02	-0,17
492	COMB4_SLU_SFAV	-6054,87	-2710,44	186602,4	-92812,38	-202462,56	-3,87
494	COMB1_SLU_SFAV	-13965,48	-4979,15	300985,85	7018,59	-438046,21	6,33
494	COMB6_SLD	-661,63	-384,25	141009,02	72512,16	-143000,6	-1,28
494	COMB2_SLU_SFAV	-7122,53	-7149,56	285336,37	22680,75	-403816,5	-3,34
494	COMB5_SLV	-1761,81	-1023,24	126013,47	74478,45	-114930,16	-3,4
494	COMB7_SLO	-464,4	-269,71	143696,97	72159,7	-148032,22	-0,9
494	COMB8_SLC	-2495,69	-1449,46	116011,77	75789,92	-96207,8	-4,82
494	COMB3_SLU_SFAV	-8379,29	-2987,49	244072,29	28370,69	-316260,83	3,8
494	COMB4_SLU_SFAV	-4273,52	-4289,74	234682,6	37767,98	-295723	-2
496	COMB1_SLU_SFAV	-8884,39	-6609,69	373370,44	282809,65	-464173,93	14,28
496	COMB6_SLD	-690,54	-749,16	134700,53	109347,49	-100667,4	-0,36
496	COMB2_SLU_SFAV	-2584,86	-7224,19	345098,68	264746,48	-415855	3,36
496	COMB5_SLV	-1838,82	-1994,97	114539,87	91073,07	-71182,6	-0,97
496	COMB7_SLO	-484,69	-525,84	138314,32	112623,17	-105952,53	-0,25
496	COMB8_SLC	-2604,77	-2825,94	101093,16	78884,44	-51516,9	-1,37
496	COMB3_SLU_SFAV	-5330,63	-3965,81	286156,8	209970,99	-318006,09	8,57
496	COMB4_SLU_SFAV	-1550,92	-4334,52	269193,75	199133,09	-289014,73	2,02
498	COMB1_SLU_SFAV	-4423,82	-4744,03	434446,08	549286,91	-318052,87	18,76
498	COMB6_SLD	-482,18	-1064,06	135797,65	136602,99	-58334,97	0,31
498	COMB2_SLU_SFAV	1193,61	-4700,64	396781,73	496237,29	-281978,64	5,59
498	COMB5_SLV	-1284,01	-2833,54	112644,82	101724,36	-41133,26	0,83
498	COMB7_SLO	-338,45	-746,87	139947,78	142854,96	-61418,36	0,22
498	COMB8_SLC	-1818,85	-4013,8	97202,4	78461,1	-29660,1	1,18
498	COMB3_SLU_SFAV	-2654,29	-2846,42	324073,19	382144,46	-213939	11,26
498	COMB4_SLU_SFAV	716,17	-2820,38	301474,58	350314,69	-192294,46	3,35
500	COMB1_SLU_SFAV	-2501,27	-13,69	460945,21	601306,5	234,86	18,08
500	COMB6_SLD	-118,82	-1139,25	138292,12	151412,67	-2735,97	0,48
500	COMB2_SLU_SFAV	2793,64	-6,47	419406,24	602124,48	240,86	5,15
500	COMB5_SLV	-316,38	-3033,78	115683,22	113509,55	-7614,93	1,29
500	COMB7_SLO	-83,4	-799,65	142344,75	158206,78	-1861,41	0,34
500	COMB8_SLC	-448,17	-4297,42	100603,59	88229,01	-10869,09	1,82
500	COMB3_SLU_SFAV	-1500,76	-8,22	340947,17	460935,49	229,14	10,85
500	COMB4_SLU_SFAV	1676,19	-3,88	316023,79	419426,28	232,74	3,09
502	COMB1_SLU_SFAV	-4476,48	4853,62	436598,98	558022,68	225484,96	20,88
502	COMB6_SLD	184,22	-922,8	139175,43	145489,76	57880,36	1,03
502	COMB2_SLU_SFAV	1179,66	4759,09	398655,46	504069,51	288793,03	5,85
502	COMB5_SLV	490,61	-2457,42	121132,62	121556	35530,18	2,75
502	COMB7_SLO	129,3	-647,73	142409,59	149779,87	61886,62	0,73
502	COMB8_SLC	694,95	-3480,99	109098,46	105592,71	20623,11	3,9
502	COMB3_SLU_SFAV	-2685,89	2912,17	325440,16	388246,71	219450,51	12,53
502	COMB4_SLU_SFAV	707,8	2855,45	302674,05	355874,81	197435,35	3,51
504	COMB1_SLU_SFAV	-8972,18	6592,51	373142,33	278132,22	267704,3	10,19
504	COMB6_SLD	222,12	-548,5	140309,63	117084,48	106244,79	1,34
504	COMB2_SLU_SFAV	-2613,57	7186,62	344908,07	260397,5	219245,49	0,78

504	COMB5_SLV	591,57	-1460,66	129470,65	114883,1	82813,98	3,57
504	COMB7_SLO	155,91	-385	142252,5	117479,08	110444,74	0,94
504	COMB8_SLC	837,94	-2069,05	122241,28	113414,81	67186,15	5,06
504	COMB3_SLU_SFAV	-5383,31	3955,51	286019,94	206381,07	220907,78	6,12
504	COMB4_SLU_SFAV	-1568,14	4311,97	269079,39	195740,24	211832,49	0,47
506	COMB1_SLU_SFAV	-13758,56	4867,61	300048,13	2088,69	232557,07	2,13
506	COMB6_SLD	12,05	-285,57	148172,04	77087,25	151452,39	1,5
506	COMB2_SLU_SFAV	-6981,14	7059,84	284478,05	17957,2	198697,19	-4,91
506	COMB5_SLV	32,16	-760,48	145584,08	91049,83	141251,84	3,99
506	COMB7_SLO	8,46	-200,45	148635,92	74584,47	153280,83	1,05
506	COMB8_SLC	45,52	-1077,22	143857,96	100362,55	134448,3	5,65
506	COMB3_SLU_SFAV	-8255,13	2920,56	243434,42	24360,49	212106,56	1,28
506	COMB4_SLU_SFAV	-4188,69	4235,9	234092,38	33881,59	221790,62	-2,95

Joint	OutputCase	F1	F2	F3	M1	M2	M3
Text	Text	kg	kg	kg	kg m	kg m	kg m
500	MAX Compressione	2793,64	7186,62	460945,21	602124,48	288793,03	20,88
487	MAX Trazione	-15987,39	-7224,19	-54637,65	-260210,74	-464173,93	-21,74

PREDIMENSIONAMENTO PALI DI FONDAZIONE


Il predimensionamento dei pali di fondazione, per ogni singolo palo del plinto di fondazione più sollecitato, sono state eseguite le verifiche considerando solo gli SLU di tipo geotecnico che si attingono in seguito al raggiungimento del carico limite del palo. Per quanto riguarda il segno dei carichi esso adotta la seguente convenzione:



Convenzione positiva dei carichi

Nel dettaglio le verifiche agli SLU sono state sviluppate secondo gli approcci indicati dalla normativa **Ai+Mi+Ri** dove con Ai sono indicati i fattori di combinazione dei carichi, con Mi quelli riduttivi dei parametri caratteristici del terreno e Ri quelli di riduzione della resistenza caratteristica. I coefficienti di sicurezza da applicare alle azioni sono riportati nella tabella 6.2I del cap.6 (progettazione geotecnica) della norma, i coefficienti di sicurezza da applicare ai parametri geotecnici del terreno sono riportati nella tabella 6.2II e sono unitari. I coefficienti di sicurezza da applicare alle resistenze sono maggiori dell'unità e sono riportati nella tabella 6.4II.

La resistenza caratteristica R_k del palo singolo può essere dedotta da metodi di calcolo analitici, dove R_k è calcolata a partire dai valori caratteristici dei parametri geotecnici, oppure con l'impiego di relazioni empiriche che utilizzino direttamente i risultati di prove in sito (prove penetrometriche, pressiometriche, ecc.); il valore caratteristico della resistenza $R_{c,k}$ (o $R_{t,k}$) è dato dal minore dei valori ottenuti applicando alle resistenze calcolate $R_{c,cal}(R_{t,cal})$ i fattori di correlazione ξ riportati di seguito (Tab. 6.4.IV NTC 08) in funzione del numero n di verticali di indagine

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 37 di 64	

$$R_{c,k} = \text{MIN} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

$$R_{t,k} = \text{MIN} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}; \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\}$$

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥10
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40
ξ_4	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21

Nell'ambito dello stesso sistema di fondazione, il numero di verticali d'indagine da considerare per la scelta dei coefficienti ξ deve corrispondere al numero di verticali lungo le quali la singola indagine sia stata spinta ad una profondità superiore alla lunghezza dei pali, in grado di consentire una completa identificazione del modello geotecnico di sottosuolo.

Si fa rilevare che il coefficiente ξ è stato considerato costante sempre pari a 1.4, tale assunzione è possibile in quanto, è stata fatta un campagna di indagine geologica esaustiva e che sono state individuate le litofacies delle medesime unità litologiche pur avendo qualche variazione delle caratteristiche meccaniche.

Il valore di progetto R_d della resistenza si ottiene a partire dal valore caratteristico R_k applicando i coefficienti parziali γ_R della Tab. 6.4.II della norma riportata di seguito.

Tabella 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche.

Resistenza	Simbolo	Pali infissi			Pali trivellati			Pali ad elica continua		
		(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1,0	1,45	1,15	1,0	1,7	1,35	1,0	1,6	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15	1,0	1,45	1,15
Totale (*)	γ_t	1,0	1,45	1,15	1,0	1,6	1,30	1,0	1,55	1,25
Laterale in trazione	γ_{st}	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25	1,0	1,6	1,25

(*) da applicare alle resistenze caratteristiche dedotte dai risultati di prove di carico di progetto.

Per i carichi trasversali si adottano i seguenti coefficienti:

COEFFICIENTE PARZIALE (R1)	COEFFICIENTE PARZIALE (R2)	COEFFICIENTE PARZIALE (R3)
$\gamma_T = 1,0$	$\gamma_T = 1,6$	$\gamma_T = 1,3$

Ai fini delle analisi c'è da notare, tuttavia, che la testa del palo si troverà alla profondità pari all'altezza del plinto di fondazione e comunque non inferiore allo spessore del terreno vegetale che andrà comunque rimosso, e nelle calcolazioni oggetto della presente relazione la testa del palo sarà posta a quota pari 3.10 m dal piano campagna.

Metodi di analisi


Calcolo - Analisi ad elementi finiti

Per l'analisi platea si utilizza il metodo degli elementi finiti (FEM). La struttura viene suddivisa in elementi connessi fra di loro in corrispondenza dei nodi. Il campo di spostamenti interno all'elemento viene approssimato in funzione degli spostamenti nodali mediante le funzioni di forma. Il programma utilizza, per l'analisi tipo piastra, elementi quadrangolari e triangolari. Nel problema di tipo piastra gli spostamenti nodali sono lo spostamento verticale w e le rotazione intorno agli assi x e y , ϕ_x e ϕ_y , legati allo spostamento w tramite relazioni

$$\phi_x = -dw/dy$$

$$\phi_y = dw/dx$$

Note le funzioni di forma che legano gli spostamenti nodali al campo di spostamenti sul singolo elemento è

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 38 di 64	

possibile costruire la matrice di rigidezza dell'elemento \mathbf{k}_e ed il vettore dei carichi nodali dell'elemento \mathbf{p}_e . La fase di assemblaggio consente di ottenere la matrice di rigidezza globale della struttura \mathbf{K} ed il vettore dei carichi nodali \mathbf{p} . La soluzione del sistema

$$\mathbf{K} \mathbf{u} = \mathbf{p}$$

consente di ricavare il vettore degli spostamenti nodali \mathbf{u} .

Dagli spostamenti nodali è possibile risalire per ogni elemento al campo di spostamenti ed alle sollecitazioni M_x , M_y ed M_{xy} .

Il terreno di fondazione se presente viene modellato con delle molle disposte in corrispondenza dei nodi. La rigidezza delle molle è proporzionale alla costante di sottofondo k ed all'area dell'elemento.

I pali di fondazione sono modellati con molle verticali aventi rigidezza pari alla rigidezza verticale del palo.

Per l'analisi tipo lastra (analisi della piastra soggetta a carichi nel piano) vengono utilizzati elementi triangolari a 6 nodi a deformazione quadratica. Gli spostamenti nodali sono gli spostamenti u e v nel piano XY. L'analisi fornisce in tal caso il campo di spostamenti orizzontali e le tensioni nel piano della lastra σ_x , σ_y e τ_{xy} . Dalle tensioni è possibile ricavare, noto lo spessore, gli sforzi normali N_x , N_y e N_{xy} .

Nell'analisi tipo lastra i pali di fondazione sono modellati con molle orizzontali in direzione X e Y aventi rigidezza pari alla rigidezza orizzontale del palo.

Nel caso di platea nervata le nervature sono modellate con elementi tipo trave (con eventuale rigidezza torsionale) connesse alla piastra in corrispondenza dei nodi degli elementi.

Analisi dei pali

Per l'analisi della capacità portante dei pali occorre determinare alcune caratteristiche del terreno in cui si va ad operare. In particolare bisogna conoscere l'angolo d'attrito ϕ e la coesione c . Per pali soggetti a carichi trasversali è necessario conoscere il modulo di reazione laterale o il modulo elastico laterale.

La capacità portante di un palo viene valutata come somma di due contributi: portata di base (o di punta) e portata per attrito laterale lungo il fusto. Cioè si assume valida l'espressione:

$$Q_T = Q_P + Q_L - W_P$$

dove:

- Q_T portanza totale del palo
- Q_P portanza di base del palo
- Q_L portanza per attrito laterale del palo
- W_P peso proprio del palo

e le due componenti Q_P e Q_L sono calcolate in modo indipendente fra loro.

Dalla capacità portante del palo si ricava il carico ammissibile del palo Q_A applicando il coefficiente di sicurezza della portanza alla punta η_p ed il coefficiente di sicurezza della portanza per attrito laterale η_l .

Palo compresso:

$$Q_A = Q_P / \eta_p + Q_L / \eta_l - W_P$$

Palo teso:


$$Q_A = Q_L / \eta_l + W_P$$

Capacità portante di punta

In generale la capacità portante di punta viene calcolata tramite l'espressione:

$$Q_P = A_P(cN'_c + qN'_q)$$

dove A_P è l'area portante efficace della punta del palo, c è la coesione, q è la pressione geostatica alla quota

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 39 di 64	

della punta del palo, γ è il peso di volume del terreno, D è il diametro del palo ed i coefficienti N'_c N'_q sono i coefficienti delle formule della capacità portante corretti per tener conto degli effetti di forma e di profondità. Sono stati utilizzati i coefficienti di Hansen con i corrispondenti fattori correttivi per la profondità e la forma. Il parametro η che compare nell'espressione assume il valore:

$$\eta = \frac{1 + 2K_0}{3}$$

quando si usa la formula di Vesic e viene posto uguale ad 1 per le altre formule.

K_0 rappresenta il coefficiente di spinta a riposo che può essere espresso come: $K_0 = 1 - \sin\phi$.

Capacità portante per resistenza laterale

La resistenza laterale è data dall'integrale esteso a tutta la superficie laterale del palo delle tensioni tangenziali palo-terreno in condizioni limite:

$$Q_L = \int \tau_a dS$$

dove τ_a è dato dalla relazione di Coulomb

$$\tau_a = c_a + \sigma_n \tan\delta$$

dove c_a è l'adesione palo-terreno, δ è l'angolo di attrito palo-terreno, γ è il peso di volume del terreno, z è la generica quota a partire dalla testa del palo, L e P sono rispettivamente la lunghezza ed il perimetro del palo, K_s è il coefficiente di spinta che dipende dalle caratteristiche meccaniche e fisiche del terreno dal suo stato di addensamento e dalle modalità di realizzazione del palo.

Portanza trasversale dei pali - Analisi ad elementi finiti

Nel modello di terreno alla Winkler il terreno viene schematizzato come una serie di molle elastiche indipendenti fra di loro. Le molle che schematizzano il terreno vengono caratterizzate tramite una costante elastica K espressa in $\text{Kg/cm}^2/\text{cm}$ che rappresenta la pressione (in Kg/cm^2) che bisogna applicare per ottenere lo spostamento di 1 cm.


Il palo viene suddiviso in un certo numero di elementi di eguale lunghezza. Ogni elemento è caratterizzato da una sezione avente area ed inerzia coincidente con quella del palo.

Il terreno viene schematizzato come una serie di molle orizzontali che reagiscono agli spostamenti nei due versi. La rigidità assiale della singola molla è proporzionale alla costante di Winkler orizzontale del terreno, al diametro del palo ed alla lunghezza dell'elemento. La molla, però, non viene vista come un elemento infinitamente elastico ma come un elemento con comportamento del tipo elastoplastico perfetto (diagramma sforzi-deformazioni di tipo bilatero). Essa presenta una resistenza crescente al crescere degli spostamenti fino a che l'entità degli spostamenti si mantiene al di sotto di un certo spostamento limite, X_{\max} oppure fino a quando non si raggiunge il valore della pressione limite. Superato tale limite non si ha un incremento di resistenza. E' evidente che assumendo un comportamento di questo tipo ci si addentra in un tipico problema non lineare che viene risolto mediante una analisi al passo.

Nei successivi paragrafi sono riportate tutte le verifiche geotecniche (in **condizioni drenate e non drenate**) e le verifiche strutturali dei pali di fondazione che sono posizionati sotto i singoli aerogeneratori le quali sono state effettuate riportando le sollecitazioni individuate nel modello FEM.

Conglomerato

Nr.	Classe calcestruzzo	fck,cubi [kg/cm ²]	Ec [kg/cm ²]	fck [kg/cm ²]	fcd [kg/cm ²]	fctd [kg/cm ²]	fctm [kg/cm ²]
-----	---------------------	--------------------------------	--------------------------	---------------------------	---------------------------	----------------------------	----------------------------

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 40 di 64		

1	C25/30	305.91	320665.55	253.91	143.88	5.61	2.57
---	--------	--------	-----------	--------	--------	------	------

Acciaio:

Nr.	Classe acciaio	Es [kg/cm ²]	fyk [kg/cm ²]	fyd [kg/cm ²]	ftk [kg/cm ²]	ftd [kg/cm ²]	ep_tk	epd_ult	β1*β2 iniz.	β1*β2 finale
1	B450C	2039400	4588.65	3990.09	5506.,38	3990.09	.075	.0675	1	0.5

Progetto: M30 – DRENATE

Geometria


Dimensione massima direzione X 18.00 m

Dimensione massima direzione Y 18.00 m

Costante di sottofondo 0.000 Kg/cm²/cm

Coordinate contorno esterno

Vertice	X[m]	Y[m]
1	18.00	9.00
2	17.96	9.88
3	17.83	10.76
4	17.61	11.61
5	17.31	12.44
6	16.94	13.24
7	16.48	14.00
8	15.96	14.71
9	15.36	15.36
10	14.71	15.96
11	14.00	16.48
12	13.24	16.94
13	12.44	17.31
14	11.61	17.61
15	10.76	17.83
16	9.88	17.96
17	9.00	18.00
18	8.12	17.96
19	7.24	17.83
20	6.39	17.61
21	5.56	17.31
22	4.76	16.94
23	4.00	16.48
24	3.29	15.96
25	2.64	15.36
26	2.04	14.71
27	1.52	14.00
28	1.06	13.24
29	0.69	12.44
30	0.39	11.61
31	0.17	10.76
32	0.04	9.88
33	0.00	9.00
34	0.04	8.12
35	0.17	7.24
36	0.39	6.39
37	0.69	5.56
38	1.06	4.76
39	1.52	4.00
40	2.04	3.29
41	2.64	2.64
42	3.29	2.04
43	4.00	1.52
44	4.76	1.06
45	5.56	0.69
46	6.39	0.39
47	7.24	0.17
48	8.12	0.04
49	9.00	0.00
50	9.88	0.04
51	10.76	0.17
52	11.61	0.39
53	12.44	0.69
54	13.24	1.06
55	14.00	1.52

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 41 di 64	

56	14.71	2.04
57	15.36	2.64
58	15.96	3.29
59	16.48	4.00
60	16.94	4.76
61	17.31	5.56
62	17.61	6.39
63	17.83	7.24
64	17.96	8.12

Caratteristiche Pali

Simbologia adottata

<i>Np</i>	Identificativo del palo
<i>X</i>	Ascissa palo espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata palo espressa in [m]
<i>d</i>	Diametro palo espresso in [cm]
<i>l</i>	Lunghezza palo espressa in [m]
<i>nodo</i>	Indice nodo su cui è posizionato il palo

Pali circolari armati con tondini e spirale (trivellati)

Np	X	Y	d	l	nodo
1	16.60	9.00	120.00	20.00	13
2	16.02	11.91	120.00	20.00	32
3	14.37	14.37	120.00	20.00	65
4	11.91	16.02	120.00	20.00	116
5	9.00	16.60	120.00	20.00	189
6	6.09	16.02	120.00	20.00	260
7	3.63	14.37	120.00	20.00	350
8	1.98	11.91	120.00	20.00	427
9	1.40	9.00	120.00	20.00	455
10	1.98	6.09	120.00	20.00	388
11	3.63	3.63	120.00	20.00	314
12	6.09	1.98	120.00	20.00	228
13	9.00	1.40	120.00	20.00	165
14	11.91	1.98	120.00	20.00	97
15	14.37	3.63	120.00	20.00	52
16	16.02	6.09	120.00	20.00	22

Caratteristiche materiali

Materiale pali

Calcestruzzo

Tipo	C25/30	
Rck	305.91	[kg/cmq]
Resistenza a compressione caratteristica f_{ck}	253.91	[kg/cmq]
Resistenza a compressione di progetto f_{cd}	143.88	[kg/cmq]
Peso specifico	2500.00	[kg/mc]
Coefficiente omogeneizzazione	15.00	
Modulo elastico E	320665.55	[kg/cmq]

Acciaio utilizzato

Tipo	B450C	
Tensione di snervamento caratteristica f_{yk}	4588.65	[kg/cmq]
Tensione di snervamento di progetto f_{yd}	3990.13	[kg/cmq]


Descrizione terreni

Caratteristiche fisico meccaniche

Simbologia adottata

<i>Descr</i>	Descrizione terreno
γ	Peso di volume del terreno espresso in [kg/mc]
γ_{sat}	Peso di volume saturo del terreno espresso in [kg/mc]
ϕ	Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi
δ	Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi
<i>c</i>	Coesione del terreno espressa in [kg/cmq]
<i>ca</i>	Adesione del terreno espressa in [kg/cmq]

Descr	γ	γ_{sat}	ϕ	δ	c
-------	----------	----------------	--------	----------	---

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 42 di 64		

APC sup	1700.0	1772.0	28	21.33	0.100
APC inf	1980.0	1995.0	20	23.60	0.200

Descrizione stratigrafia

Simbologia adottata

<i>N</i>	Identificativo strato
<i>Z1</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]
<i>Z2</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]
<i>Z3</i>	Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]
<i>Terreno</i>	Terreno dello strato
<i>Ks</i>	Coefficiente di spinta
<i>Kw</i>	Costante di Winkler orizzontale espressa in Kg/cm ² /cm

N	Z1	Z2	Z3	Terreno	Ks	Kw
1	-6.0	-6.0	-6.0	APC sup	0.64	0.01
2	-30.0	-30.0	-30.0	APC inf	0.60	0.10

Costante di Winkler verticale

Simbologia adottata

<i>p0</i>	Punto inferiore sinistro poligono con costante di Winkler pari a <i>Kw</i>
<i>p1</i>	Punto superiore destro poligono con costante di Winkler pari a <i>Kw</i>
<i>Kw</i>	Costante di Winkler verticale espressa in Kg/cm ² /cm

p0 (0.00; 0.00)	p1 (18.00; 18.00)	Kw 0.00
---------------------------	-----------------------------	-------------------

Caratteristiche Mesh

Numero elementi	490
Numero nodi	489

Convenzioni adottate

Carichi e reazioni vincolari

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

Sollecitazioni

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

Condizioni di carico


Carichi concentrati

Simbologia adottata

<i>Ic</i>	Identificativo carico
<i>X</i>	Ascissa carico espressa in [m]
<i>Y</i>	Ordinata carico espressa in [m]
<i>N</i>	Carico verticale espresso in [kg]
<i>Mx</i>	Momento intorno all'asse X espresso in [kgm]
<i>My</i>	Momento intorno all'asse Y espresso in [kgm]
<i>Tx</i>	Forza orizzontale in direzione X espressa in [kg]
<i>Ty</i>	Forza orizzontale in direzione Y espressa in [kg]

Condizione n° 1 (SLU)

Ic	X	Y	N	M_x	M_y	T_x	T_y
1	16.60	9.00	19694.6	-46922.8	137446.2	-9333.0	6234.9
2	16.02	11.91	203501.3	-185881.0	239682.6	-15987.4	288.1
3	14.37	14.37	100420.1	-188509.0	812.8	-14165.9	-4505.4
4	11.91	16.02	19466.5	-47448.5	-139119.0	-9242.0	-6248.9

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 43 di 64		

5	9.00	16.60	-33891.9	116671.9	-129649.0	-4895.3	-4542.4
6	6.09	16.02	-54637.7	193064.8	-296.9	-3018.4	-13.9
7	3.63	14.37	-35193.0	119163.7	129957.0	-4950.2	4653.2
8	1.98	11.91	100506.1	-186315.0	-57.9	-13960.2	4396.2
9	1.40	9.00	202806.3	-185349.0	-238559.0	-15987.1	-228.9
10	1.98	6.09	300985.9	7018.6	-438046.0	-13965.5	-4979.1
11	3.63	3.63	373370.4	282809.7	-464174.0	-8884.4	-6609.7
12	6.09	1.98	434446.1	549286.9	-318053.0	-4423.8	-4744.0
13	9.00	1.40	460945.2	601306.5	234.9	-2501.3	-13.7
14	11.91	1.98	436599.0	558022.7	225485.0	-4476.5	4853.6
15	14.37	3.63	373142.3	278132.2	267704.3	-8972.2	6592.5
16	16.02	6.09	300048.1	2088.7	232557.1	-13758.6	4853.6

Normativa - Coefficienti di sicurezza

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

CARICHI	EFFETTO	Coefficiente parziale	(A1) - STR	(A2) - GEO
Permanenti	Sfavorevole	γ_{G1}	1.30	1.00
Variabili	Sfavorevole	γ_{Qi}	1.50	1.30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno

PARAMETRO	GRANDEZZA	Coefficiente parziale	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'_k	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40

Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche (Pali trivellati)

Resistenza	γ_R	(R1)	(R2)	(R3)
Base	γ_b	1.00	1.70	1.35
Laterale in compressione	γ_s	1.00	1.45	1.15
Totale	γ_t	1.00	1.60	1.30
Laterale in trazione	γ_{st}	1.00	1.60	1.25

Coefficienti parziali γ_T per le verifiche agli stati limite ultimi di pali soggetti a carichi trasversali

γ_T	(R1)	(R2)	(R3)
γ_T	1.00	1.60	1.30

Fattori di correlazione ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	ξ_3	ξ_4
1	1.40	1.40

Descrizione combinazioni di carico

Numero combinazioni di carico 1

Simbologia adottata

C Coefficiente di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 - S.L.U. A1-M1

SLU


C = 1.00

Impostazioni di analisi

Piastra infinitamente rigida
 Fattore rigidità sovrastruttura 0.00
 Metodo di calcolo: Stati Limite

Analisi pali

Metodo calcolo portanza: Hansen
 Costante di Winkler: da strato

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 44 di 64	

Meccanismo rottura palo terreno:

Pressione limite pari alla pressione passiva con moltiplicatore pari a 3.00

Andamento pressione verticale:

Pressione geostatica

Metodo calcolo cedimenti: Meyerhof

Analisi dei pali

Numero pali	16
Somma portanza laterale	8149.46 [T]
Portanza laterale del gruppo	8214.50 [T]
Efficienza palificata	1.00
Somma portanza di punta	9376.15 [T]
Somma portanze totali	17525.61 [T]
Somma portanza trasversale	218.76 [T]

Simbologia adottata


Np	Identificativo del palo
D	di diametro espresso in [cm]
L	lunghezza espressa in [m]
N	sfuerzo normale espresso in [kg]
T _x , T _y	taglio in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kg]
T	risultante taglio espresso in [kg]
T _u	Taglio ultimo espresso in [kg]
M _x , M _y	momento in fase di esercizio (direzione X ed Y) espresso in [kgm]
M _u	Momento ultimo espresso in [kgm]
M _{usez}	Momento ultimo della sezione espresso in [kgm]
A _f	Area di armatura espressa in [cmq]
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 [kg]
P _{pmed} , P _{pmin}	portanza di punta in [kg]
P _d	portanza di progetto in [kg]
A _{neg}	Attrito negativo in [kg]
u	spostamento orizzontale in esercizio espresso in [cm]
u _r	spostamento orizzontale limite espresso in [cm]
p	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]
p _r	pressione limite espressa in [kg/cmq]
w	cedimento in testa espresso in [cm]

Scarichi in testa ai pali - combinazione 1

Np	D	L	N	M _x	M _y	T _x	T _y
1	120.00	20.00	170955.84	61649.27	9607.37	-9284.19	1446.84
2	120.00	20.00	81768.24	65329.19	8861.92	-9838.38	1334.58
3	120.00	20.00	4668.18	68437.61	6767.73	-10306.50	1019.20
4	120.00	20.00	-48747.98	70504.70	3649.66	-10617.80	549.63
5	120.00	20.00	-68398.91	71223.18	-17.20	-10726.00	-2.59
6	120.00	20.00	-47746.25	70489.40	-3677.16	-10615.49	-553.77
7	120.00	20.00	13632.48	68417.82	-6779.79	-10303.52	-1021.02
8	120.00	20.00	108095.61	65322.54	-8861.73	-9837.38	-1334.55
9	120.00	20.00	217493.51	61658.18	-9604.13	-9285.54	-1446.35
10	120.00	20.00	324403.92	57980.51	-8888.20	-8731.69	-1338.54
11	120.00	20.00	411599.07	54852.80	-6813.82	-8260.67	-1026.14
12	120.00	20.00	465510.16	52757.95	-3694.54	-7945.19	-556.39
13	120.00	20.00	477110.18	52020.27	-7.64	-7834.10	-1.15
14	120.00	20.00	444027.83	52754.88	3680.50	-7944.73	554.27
15	120.00	20.00	372046.99	54847.50	6802.42	-8259.87	1024.42
16	120.00	20.00	275790.36	57973.62	8881.71	-8730.65	1337.56

Spostamenti e pressioni in testa - combinazione 1

Np	u	u _r	p	p _r
1	1.0533	1.4618	0.000	0.000
2	1.1130	1.4618	0.000	0.000
3	1.1610	1.6513	0.000	0.000
4	1.1919	1.6516	0.000	0.000
5	1.2024	1.8391	0.000	0.000
6	1.1916	1.6516	0.000	0.000
7	1.1607	1.6512	0.000	0.000
8	1.1129	1.4618	0.000	0.000

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 45 di 64		

9	1.0535	1.4618	0.000	0.000
10	0.9903	1.4618	0.000	0.000
11	0.9332	1.4618	0.000	0.000
12	0.8928	1.4618	0.000	0.000
13	0.8782	1.4618	0.000	0.000
14	0.8928	1.4618	0.000	0.000
15	0.9330	1.4618	0.000	0.000
16	0.9901	1.4618	0.000	0.000

Verifica della portanza assiale - combinazione 1

Np	Nc	Nq	N'c	N'q
1	15.41	6.79	35.63	10.03
2	15.41	6.79	35.63	10.03
3	15.41	6.79	35.63	10.03
4	15.41	6.79	35.63	10.03
5	15.41	6.79	35.63	10.03
6	15.41	6.79	35.63	10.03
7	15.41	6.79	35.63	10.03
8	15.41	6.79	35.63	10.03
9	15.41	6.79	35.63	10.03
10	15.41	6.79	35.63	10.03
11	15.41	6.79	35.63	10.03
12	15.41	6.79	35.63	10.03
13	15.41	6.79	35.63	10.03
14	15.41	6.79	35.63	10.03
15	15.41	6.79	35.63	10.03
16	15.41	6.79	35.63	10.03


Np	Pl _{med}	Pp _{med}	Pl _{min}	Pp _{min}	A _{neg}	Pd
1	509341	586009	509341	586009	0	569870
2	509341	586009	509341	586009	0	569870
3	509341	586009	509341	586009	0	569870
4	509341	586009	509341	586009	0	544561
5	509341	0	509341	0	0	347601
6	509341	586009	509341	586009	0	544561
7	509341	586009	509341	586009	0	569870
8	509341	586009	509341	586009	0	569870
9	509341	586009	509341	586009	0	569870
10	509341	586009	509341	586009	0	569870
11	509341	586009	509341	586009	0	569870
12	509341	586009	509341	586009	0	569870
13	509341	586009	509341	586009	0	569870
14	509341	586009	509341	586009	0	569870
15	509341	586009	509341	586009	0	569870
16	509341	586009	509341	586009	0	569870

Verifica della portanza trasversale - combinazione 1

Np	Tu	Mu	T	M	η
1	13039.65	86583.82	9396.26	62393.38	1.39
2	13039.65	86583.82	9928.48	65927.51	1.31
3	14730.41	97804.61	10356.77	68771.42	1.42
4	14731.29	97804.61	10632.01	70599.10	1.39
5	16404.65	108918.57	10726.00	71223.18	1.53
6	14731.27	97804.61	10629.93	70585.25	1.39
7	14729.90	97804.61	10353.98	68752.92	1.42
8	13039.65	86583.82	9927.49	65920.89	1.31
9	13039.65	86583.82	9397.51	62401.68	1.39
10	13039.65	86583.82	8833.69	58657.82	1.48
11	13039.65	86583.82	8324.16	55274.39	1.57
12	13039.65	86583.82	7964.65	52887.15	1.64
13	13039.65	86583.82	7834.10	52020.27	1.66
14	13039.65	86583.82	7964.04	52883.11	1.64
15	13039.65	86583.82	8323.15	55267.72	1.57
16	13039.65	86583.82	8832.52	58650.02	1.48

Cedimento verticale in testa ai pali - combinazione 1

Np w

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 46 di 64		

1	0.1628
2	0.0779
3	0.0044
4	-0.0464
5	-0.0651
6	-0.0455
7	0.0130
8	0.1029
9	0.2071
10	0.3089
11	0.3920
12	0.4433
13	0.4544
14	0.4229
15	0.3543
16	0.2626

Spostamenti e pressioni limiti

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ur	spostamento limite espresso in [cm]
Pr	pressione limite espressa in [kg/cmq]

Palo n° 1

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 2


Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 3

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.6513	0.000
11	2.00	1.5974	0.010
21	4.00	1.4592	0.149
31	6.00	1.2684	0.129
41	8.00	1.0485	0.107
51	10.00	0.8156	0.083
61	12.00	0.5795	0.059
71	14.00	0.3450	0.035
81	16.00	0.1134	0.012
91	18.00	-0.1159	-0.012
101	20.00	-0.3444	-0.035

Palo n° 4

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.6516	0.000
11	2.00	1.5976	0.010
21	4.00	1.4593	0.149
31	6.00	1.2685	0.129

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 47 di 64		

41	8.00	1.0486	0.107
51	10.00	0.8157	0.083
61	12.00	0.5796	0.059
71	14.00	0.3450	0.035
81	16.00	0.1134	0.012
91	18.00	-0.1160	-0.012
101	20.00	-0.3444	-0.035

Palo n° 5

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.8391	0.000
11	2.00	1.7790	0.011
21	4.00	1.6251	0.166
31	6.00	1.4125	0.144
41	8.00	1.1677	0.119
51	10.00	0.9084	0.093
61	12.00	0.6454	0.066
71	14.00	0.3842	0.039
81	16.00	0.1263	0.013
91	18.00	-0.1291	-0.013
101	20.00	-0.3835	-0.039

Palo n° 6

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.6516	0.000
11	2.00	1.5976	0.010
21	4.00	1.4593	0.149
31	6.00	1.2685	0.129
41	8.00	1.0486	0.107
51	10.00	0.8157	0.083
61	12.00	0.5795	0.059
71	14.00	0.3450	0.035
81	16.00	0.1134	0.012
91	18.00	-0.1160	-0.012
101	20.00	-0.3444	-0.035

Palo n° 7


Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.6512	0.000
11	2.00	1.5973	0.010
21	4.00	1.4591	0.149
31	6.00	1.2683	0.129
41	8.00	1.0485	0.107
51	10.00	0.8156	0.083
61	12.00	0.5795	0.059
71	14.00	0.3450	0.035
81	16.00	0.1134	0.012
91	18.00	-0.1159	-0.012
101	20.00	-0.3443	-0.035

Palo n° 8

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 9

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 48 di 64

51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 10

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 11

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 12


Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 13

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 14

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 49 di 64	

61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 15

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Palo n° 16

Nr.	Y	Ur	Pr
1	0.00	1.4618	0.000
11	2.00	1.4140	0.008
21	4.00	1.2917	0.132
31	6.00	1.1228	0.115
41	8.00	0.9282	0.095
51	10.00	0.7220	0.074
61	12.00	0.5130	0.052
71	14.00	0.3054	0.031
81	16.00	0.1004	0.010
91	18.00	-0.1026	-0.010
101	20.00	-0.3048	-0.031

Spostamenti e pressioni in esercizio

Simbologia adottata


Nr.	Identificativo sezione palo
Y	ordinata palo espressa in [m]
Ue	spostamento in esercizio espresso in [cm]
Pe	pressione in esercizio espressa in [kg/cmq]

Combinazione n° 1 - Palo n° 1

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.0533	0.000
11	2.00	1.0189	0.006
21	4.00	0.9308	0.095
31	6.00	0.8091	0.083
41	8.00	0.6688	0.068
51	10.00	0.5203	0.053
61	12.00	0.3697	0.038
71	14.00	0.2201	0.022
81	16.00	0.0724	0.007
91	18.00	-0.0739	-0.008
101	20.00	-0.2196	-0.022

Combinazione n° 1 - Palo n° 2

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.1130	0.000
11	2.00	1.0766	0.006
21	4.00	0.9835	0.100
31	6.00	0.8549	0.087
41	8.00	0.7067	0.072
51	10.00	0.5498	0.056
61	12.00	0.3906	0.040
71	14.00	0.2325	0.024
81	16.00	0.0765	0.008
91	18.00	-0.0781	-0.008
101	20.00	-0.2321	-0.024

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 50 di 64		

Combinazione n° 1 - Palo n° 3

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.1610	0.000
11	2.00	1.1231	0.007
21	4.00	1.0259	0.105
31	6.00	0.8918	0.091
41	8.00	0.7372	0.075
51	10.00	0.5735	0.058
61	12.00	0.4075	0.042
71	14.00	0.2426	0.025
81	16.00	0.0798	0.008
91	18.00	-0.0815	-0.008
101	20.00	-0.2421	-0.025

Combinazione n° 1 - Palo n° 4

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.1919	0.000
11	2.00	1.1529	0.007
21	4.00	1.0532	0.107
31	6.00	0.9155	0.093
41	8.00	0.7568	0.077
51	10.00	0.5887	0.060
61	12.00	0.4183	0.043
71	14.00	0.2490	0.025
81	16.00	0.0819	0.008
91	18.00	-0.0836	-0.009
101	20.00	-0.2485	-0.025

Combinazione n° 1 - Palo n° 5

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.2024	0.000
11	2.00	1.1631	0.007
21	4.00	1.0625	0.108
31	6.00	0.9235	0.094
41	8.00	0.7635	0.078
51	10.00	0.5939	0.061
61	12.00	0.4220	0.043
71	14.00	0.2512	0.026
81	16.00	0.0826	0.008
91	18.00	-0.0844	-0.009
101	20.00	-0.2507	-0.026


Combinazione n° 1 - Palo n° 6

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.1916	0.000
11	2.00	1.1527	0.007
21	4.00	1.0530	0.107
31	6.00	0.9153	0.093
41	8.00	0.7566	0.077
51	10.00	0.5886	0.060
61	12.00	0.4182	0.043
71	14.00	0.2490	0.025
81	16.00	0.0819	0.008
91	18.00	-0.0836	-0.009
101	20.00	-0.2485	-0.025

Combinazione n° 1 - Palo n° 7

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.1607	0.000
11	2.00	1.1228	0.007
21	4.00	1.0256	0.105
31	6.00	0.8915	0.091
41	8.00	0.7370	0.075
51	10.00	0.5733	0.058
61	12.00	0.4074	0.042
71	14.00	0.2425	0.025
81	16.00	0.0797	0.008
91	18.00	-0.0815	-0.008
101	20.00	-0.2420	-0.025

Combinazione n° 1 - Palo n° 8

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 51 di 64

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.1129	0.000
11	2.00	1.0765	0.006
21	4.00	0.9834	0.100
31	6.00	0.8548	0.087
41	8.00	0.7066	0.072
51	10.00	0.5497	0.056
61	12.00	0.3906	0.040
71	14.00	0.2325	0.024
81	16.00	0.0765	0.008
91	18.00	-0.0781	-0.008
101	20.00	-0.2321	-0.024

Combinazione n° 1 - Palo n° 9

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	1.0535	0.000
11	2.00	1.0191	0.006
21	4.00	0.9309	0.095
31	6.00	0.8092	0.083
41	8.00	0.6689	0.068
51	10.00	0.5204	0.053
61	12.00	0.3697	0.038
71	14.00	0.2201	0.022
81	16.00	0.0724	0.007
91	18.00	-0.0739	-0.008
101	20.00	-0.2197	-0.022

Combinazione n° 1 - Palo n° 10

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.9903	0.000
11	2.00	0.9579	0.006
21	4.00	0.8750	0.089
31	6.00	0.7606	0.078
41	8.00	0.6288	0.064
51	10.00	0.4891	0.050
61	12.00	0.3475	0.035
71	14.00	0.2069	0.021
81	16.00	0.0680	0.007
91	18.00	-0.0695	-0.007
101	20.00	-0.2065	-0.021


Combinazione n° 1 - Palo n° 11

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.9332	0.000
11	2.00	0.9027	0.005
21	4.00	0.8246	0.084
31	6.00	0.7167	0.073
41	8.00	0.5925	0.060
51	10.00	0.4609	0.047
61	12.00	0.3275	0.033
71	14.00	0.1950	0.020
81	16.00	0.0641	0.007
91	18.00	-0.0655	-0.007
101	20.00	-0.1946	-0.020

Combinazione n° 1 - Palo n° 12

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.8928	0.000
11	2.00	0.8637	0.005
21	4.00	0.7890	0.080
31	6.00	0.6858	0.070
41	8.00	0.5669	0.058
51	10.00	0.4410	0.045
61	12.00	0.3134	0.032
71	14.00	0.1865	0.019
81	16.00	0.0613	0.006
91	18.00	-0.0627	-0.006
101	20.00	-0.1862	-0.019

Combinazione n° 1 - Palo n° 13

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 52 di 64

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.8782	0.000
11	2.00	0.8495	0.005
21	4.00	0.7760	0.079
31	6.00	0.6745	0.069
41	8.00	0.5576	0.057
51	10.00	0.4338	0.044
61	12.00	0.3082	0.031
71	14.00	0.1835	0.019
81	16.00	0.0603	0.006
91	18.00	-0.0616	-0.006
101	20.00	-0.1831	-0.019

Combinazione n° 1 - Palo n° 14

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.8928	0.000
11	2.00	0.8636	0.005
21	4.00	0.7889	0.080
31	6.00	0.6857	0.070
41	8.00	0.5669	0.058
51	10.00	0.4410	0.045
61	12.00	0.3133	0.032
71	14.00	0.1865	0.019
81	16.00	0.0613	0.006
91	18.00	-0.0627	-0.006
101	20.00	-0.1862	-0.019

Combinazione n° 1 - Palo n° 15

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.9330	0.000
11	2.00	0.9026	0.005
21	4.00	0.8245	0.084
31	6.00	0.7167	0.073
41	8.00	0.5924	0.060
51	10.00	0.4609	0.047
61	12.00	0.3275	0.033
71	14.00	0.1949	0.020
81	16.00	0.0641	0.007
91	18.00	-0.0655	-0.007
101	20.00	-0.1946	-0.020

Combinazione n° 1 - Palo n° 16

Nr.	Y	Ue	Pe
1	0.00	0.9901	0.000
11	2.00	0.9578	0.006
21	4.00	0.8749	0.089
31	6.00	0.7605	0.078
41	8.00	0.6287	0.064
51	10.00	0.4891	0.050
61	12.00	0.3475	0.035
71	14.00	0.2069	0.021
81	16.00	0.0680	0.007
91	18.00	-0.0695	-0.007
101	20.00	-0.2065	-0.021


Sollecitazioni limiti

Simbologia adottata

Nr.	Identificativo sezione
Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
Nr	sforzo normale espresso in [kg]
Tr	taglio espresso in [kg]
Mr	momento espresso in [kgm]

Palo n° 1

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 53 di 64

71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 2

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 3

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	97804.61	14730.41	1094666.64
11	2.00	68563.84	14495.68	1083331.30
21	4.00	42335.90	11123.39	1059790.14
31	6.00	23157.91	7800.31	1027239.07
41	8.00	10178.21	4987.40	986905.90
51	10.00	2326.84	2732.75	938790.65
61	12.00	-1532.31	1053.93	882893.30
71	14.00	-2553.37	-48.43	819213.87
81	16.00	-1884.05	-580.63	747752.34
91	18.00	-658.48	-549.22	668508.72
101	20.00	0.00	-42.15	0.00

Palo n° 4


Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	97804.61	14731.29	1094666.64
11	2.00	68562.36	14496.53	1083331.30
21	4.00	42333.06	11123.84	1059790.14
31	6.00	23154.51	7800.41	1027239.07
41	8.00	10174.85	4987.26	986905.90
51	10.00	2323.94	2732.44	938790.65
61	12.00	-1534.52	1053.55	882893.30
71	14.00	-2554.81	-48.81	819213.87
81	16.00	-1884.78	-580.94	747752.34
91	18.00	-658.68	-549.40	668508.72
101	20.00	0.00	-42.16	0.00

Palo n° 5

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	108918.57	16404.65	1094666.64
11	2.00	76353.76	16143.23	1083331.30
21	4.00	47144.89	12387.55	1059790.14
31	6.00	25787.47	8686.69	1027239.07
41	8.00	11332.95	5554.03	986905.90
51	10.00	2589.70	3043.10	938790.65
61	12.00	-1707.60	1173.49	882893.30
71	14.00	-2844.26	-54.14	819213.87
81	16.00	-2098.51	-646.77	747752.34
91	18.00	-733.40	-611.72	668508.72
101	20.00	0.00	-46.94	0.00

Palo n° 6

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	97804.61	14731.27	1094666.64
11	2.00	68562.33	14496.51	1083331.30
21	4.00	42333.06	11123.82	1059790.14
31	6.00	23154.53	7800.40	1027239.07
41	8.00	10174.88	4987.25	986905.90
51	10.00	2323.98	2732.45	938790.65
61	12.00	-1534.50	1053.56	882893.30
71	14.00	-2554.79	-48.81	819213.87

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 54 di 64

81	16.00	-1884.77	-580.94	747752.34
91	18.00	-658.68	-549.40	668508.72
101	20.00	0.00	-42.16	0.00

Palo n° 7

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	97804.61	14729.90	1094666.64
11	2.00	68562.85	14495.18	1083331.30
21	4.00	42335.77	11123.06	1059790.14
31	6.00	23158.30	7800.13	1027239.07
41	8.00	10178.84	4987.34	986905.90
51	10.00	2327.52	2732.77	938790.65
61	12.00	-1531.73	1054.01	882893.30
71	14.00	-2552.96	-48.34	819213.87
81	16.00	-1883.83	-580.54	747752.34
91	18.00	-658.41	-549.16	668508.72
101	20.00	0.00	-42.15	0.00

Palo n° 8

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 9


Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 10

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 11

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 55 di 64

91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 12

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 13

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 14


Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 15

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72
101	20.00	0.00	-37.31	590535.77

Palo n° 16

Nr.	Y	Mr	Tr	Nr
1	0.00	86583.82	13039.65	1094666.64
11	2.00	60694.20	12831.86	1083331.30
21	4.00	37476.70	9846.65	1059790.14
31	6.00	20499.95	6905.00	1027239.07
41	8.00	9010.04	4414.96	986905.90
51	10.00	2059.84	2419.09	938790.65
61	12.00	-1356.39	932.97	882893.30
71	14.00	-2260.26	-42.86	819213.87
81	16.00	-1667.79	-513.98	747752.34
91	18.00	-582.89	-486.18	668508.72

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 56 di 64

101 20.00 0.00 -37.31 590535.77

Sollecitazioni in esercizio

Simbologia adottata

Nr. Identificativo sezione
 Y ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
 N sforzo normale espresso in [kg]
 T taglio espresso in [kg]
 M momento espresso in [kgm]

Combinazione n° 1 - Palo n° 1

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	62393.38	9396.26	170955.84
11	2.00	43736.53	9246.53	174328.73
21	4.00	27006.17	7095.45	175173.23
31	6.00	14772.79	4975.74	174148.05
41	8.00	6493.14	3181.45	171506.53
51	10.00	1484.75	1743.25	167248.66
61	12.00	-977.09	672.36	161374.46
71	14.00	-1628.54	-30.83	153883.92
81	16.00	-1201.70	-370.33	144777.03
91	18.00	-420.00	-350.31	134053.81
101	20.00	0.00	-26.88	121714.24

Combinazione n° 1 - Palo n° 2

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	65927.51	9928.48	81768.24
11	2.00	46213.88	9770.28	86035.72
21	4.00	28535.87	7497.35	88766.01
31	6.00	15609.56	5257.57	90359.58
41	8.00	6860.93	3361.65	90970.45
51	10.00	1568.85	1841.99	90598.64
61	12.00	-1032.43	710.44	89244.12
71	14.00	-1720.78	-32.58	86906.92
81	16.00	-1269.77	-391.30	83587.02
91	18.00	-443.79	-370.15	79284.42
101	20.00	0.00	-28.41	73999.14


Combinazione n° 1 - Palo n° 3

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	68771.42	10356.77	4668.18
11	2.00	48207.41	10191.74	9709.02
21	4.00	29766.82	7820.76	14069.51
31	6.00	16282.91	5484.37	17926.91
41	8.00	7156.89	3506.66	21349.39
51	10.00	1636.53	1921.45	24336.94
61	12.00	-1076.97	741.09	26889.57
71	14.00	-1795.01	-33.98	29007.27
81	16.00	-1324.54	-408.18	30690.05
91	18.00	-462.94	-386.12	31937.90
101	20.00	0.00	-29.63	32750.83

Combinazione n° 1 - Palo n° 4

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	70599.10	10632.01	-48747.98
11	2.00	49488.57	10462.59	-42924.85
21	4.00	30557.91	8028.61	-36915.27
31	6.00	16715.64	5630.12	-30767.84
41	8.00	7347.09	3599.86	-24501.22
51	10.00	1680.02	1972.51	-18115.41
61	12.00	-1105.59	760.78	-11610.43
71	14.00	-1842.71	-34.89	-4986.25
81	16.00	-1359.74	-419.03	1757.11
91	18.00	-475.24	-396.38	8619.65
101	20.00	0.00	-30.42	15601.38

Combinazione n° 1 - Palo n° 5

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 57 di 64

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	71223.18	10726.00	-68398.91
11	2.00	49926.04	10555.08	-62488.42
21	4.00	30828.03	8099.58	-56294.72
31	6.00	16863.40	5679.89	-49891.58
41	8.00	7412.04	3631.68	-43307.38
51	10.00	1694.87	1989.95	-36542.12
61	12.00	-1115.36	767.51	-29595.81
71	14.00	-1859.00	-35.20	-22468.44
81	16.00	-1371.76	-422.73	-15160.02
91	18.00	-479.44	-399.89	-7670.54
101	20.00	0.00	-30.69	0.00

Combinazione n° 1 - Palo n° 6

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	70585.25	10629.93	-47746.25
11	2.00	49478.86	10460.54	-41901.51
21	4.00	30551.91	8027.03	-35846.39
31	6.00	16712.36	5629.02	-29635.70
41	8.00	7345.65	3599.15	-23290.52
51	10.00	1679.69	1972.12	-16810.85
61	12.00	-1105.37	760.63	-10196.69
71	14.00	-1842.35	-34.88	-3448.05
81	16.00	-1359.48	-418.95	3435.09
91	18.00	-475.15	-396.31	10452.72
101	20.00	0.00	-30.41	17604.84

Combinazione n° 1 - Palo n° 7

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	68752.92	10353.98	13632.48
11	2.00	48194.44	10188.99	18583.40
21	4.00	29758.81	7818.66	22754.35
31	6.00	16278.53	5482.89	26348.54
41	8.00	7154.96	3505.72	29444.11
51	10.00	1636.08	1920.93	32041.08
61	12.00	-1076.68	740.89	34139.43
71	14.00	-1794.53	-33.97	35739.17
81	16.00	-1324.19	-408.07	36840.29
91	18.00	-462.81	-386.02	37442.81
101	20.00	0.00	-29.63	37546.70


Combinazione n° 1 - Palo n° 8

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	65920.89	9927.49	108095.61
11	2.00	46209.24	9769.30	112099.02
21	4.00	28533.01	7496.60	114272.64
31	6.00	15607.99	5257.05	115093.17
41	8.00	6860.24	3361.32	114743.97
51	10.00	1568.69	1841.80	113225.03
61	12.00	-1032.33	710.37	110536.35
71	14.00	-1720.61	-32.58	106677.92
81	16.00	-1269.64	-391.26	101649.76
91	18.00	-443.75	-370.12	95451.85
101	20.00	0.00	-28.40	88084.20

Combinazione n° 1 - Palo n° 9

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	62401.68	9397.51	217493.51
11	2.00	43742.35	9247.76	220399.61
21	4.00	27009.76	7096.39	220260.10
31	6.00	14774.75	4976.40	217868.47
41	8.00	6494.00	3181.87	213529.87
51	10.00	1484.95	1743.48	207244.29
61	12.00	-977.22	672.45	199011.73
71	14.00	-1628.75	-30.84	188832.20
81	16.00	-1201.86	-370.38	176705.69
91	18.00	-420.06	-350.36	162632.21
101	20.00	0.00	-26.89	146611.75

Combinazione n° 1 - Palo n° 10

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00 Dat: Ottobre 2018 Pagina 58 di 64

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	58657.82	8833.69	324403.92
11	2.00	41117.97	8692.93	326237.65
21	4.00	25389.28	6670.63	323837.63
31	6.00	13888.32	4677.83	318306.87
41	8.00	6104.39	2990.97	310069.57
51	10.00	1395.86	1638.88	299125.74
61	12.00	-918.59	632.10	285475.36
71	14.00	-1531.03	-28.99	269118.45
81	16.00	-1129.75	-348.15	250055.01
91	18.00	-394.86	-329.34	228285.02
101	20.00	0.00	-25.28	203808.50

Combinazione n° 1 - Palo n° 11

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	55274.39	8324.16	411599.07
11	2.00	38746.26	8191.51	412558.20
21	4.00	23924.81	6285.87	408314.52
31	6.00	13087.23	4408.01	400223.51
41	8.00	5752.28	2818.45	388806.47
51	10.00	1315.34	1544.35	374063.41
61	12.00	-865.60	595.64	355994.31
71	14.00	-1442.72	-27.31	334599.19
81	16.00	-1064.59	-328.07	309878.04
91	18.00	-372.08	-310.34	281830.86
101	20.00	0.00	-23.82	250457.65

Combinazione n° 1 - Palo n° 12

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	52887.15	7964.65	465510.16
11	2.00	37072.85	7837.73	465928.54
21	4.00	22891.52	6014.39	460544.95
31	6.00	12522.01	4217.63	450870.99
41	8.00	5503.85	2696.72	437487.98
51	10.00	1258.53	1477.65	420395.93
61	12.00	-828.22	569.92	399594.82
71	14.00	-1380.41	-26.13	375084.67
81	16.00	-1018.61	-313.90	346865.47
91	18.00	-356.01	-296.94	314937.22
101	20.00	0.00	-22.79	279299.93

Combinazione n° 1 - Palo n° 13


Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	52020.27	7834.10	477110.18
11	2.00	36465.18	7709.26	477412.20
21	4.00	22516.30	5915.80	471783.34
31	6.00	12316.76	4148.50	461768.78
41	8.00	5413.63	2652.52	447962.76
51	10.00	1237.91	1453.43	430365.27
61	12.00	-814.64	560.57	408976.32
71	14.00	-1357.79	-25.71	383795.91
81	16.00	-1001.91	-308.76	354824.04
91	18.00	-350.18	-292.07	322060.70
101	20.00	0.00	-22.42	285505.90

Combinazione n° 1 - Palo n° 14

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	52883.11	7964.04	444027.83
11	2.00	37070.01	7837.13	444661.68
21	4.00	22889.77	6013.93	439732.32
31	6.00	12521.05	4217.31	430689.13
41	8.00	5503.43	2696.52	418089.52
51	10.00	1258.44	1477.53	401933.48
61	12.00	-828.16	569.87	382221.02
71	14.00	-1380.31	-26.13	358952.14
81	16.00	-1018.53	-313.88	332126.83
91	18.00	-355.98	-296.92	301745.10
101	20.00	0.00	-22.79	267806.94

Combinazione n° 1 - Palo n° 15

Nr.	Y	M	T	N
-----	---	---	---	---

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
		Rev.: 00
		Dat: Ottobre 2018
		Pagina 59 di 64

1	0.00	55267.72	8323.15	372046.99
11	2.00	38741.58	8190.53	373402.85
21	4.00	23921.92	6285.11	369995.45
31	6.00	13085.66	4407.48	363065.79
41	8.00	5751.59	2818.11	353091.09
51	10.00	1315.18	1544.16	340071.37
61	12.00	-865.50	595.57	324006.63
71	14.00	-1442.55	-27.31	304896.86
81	16.00	-1064.46	-328.03	282742.07
91	18.00	-372.04	-310.30	257542.25
101	20.00	0.00	-23.81	229297.41

Combinazione n° 1 - Palo n° 16

Nr.	Y	M	T	N
1	0.00	58650.02	8832.52	275790.36
11	2.00	41112.51	8691.77	278111.71
21	4.00	25385.90	6669.75	276739.58
31	6.00	13886.48	4677.21	272636.22
41	8.00	6103.58	2990.57	266171.71
51	10.00	1395.67	1638.66	257346.04
61	12.00	-918.47	632.02	246159.22
71	14.00	-1530.83	-28.98	232611.25
81	16.00	-1129.60	-348.11	216702.12
91	18.00	-394.80	-329.29	198431.83
101	20.00	0.00	-25.27	177800.39

Armature pali

Np	Ar	Arz	M _{usez1}	M _{usez2}
1	43.98	43.98	86583.82	86583.82
2	43.98	43.98	86583.82	86583.82
3	50.27	50.27	97804.61	97804.61
4	50.27	50.27	97804.61	97804.61
5	56.55	56.55	108918.57	108918.57
6	50.27	50.27	97804.61	97804.61
7	50.27	50.27	97804.61	97804.61
8	43.98	43.98	86583.82	86583.82
9	43.98	43.98	86583.82	86583.82
10	43.98	43.98	86583.82	86583.82
11	43.98	43.98	86583.82	86583.82
12	43.98	43.98	86583.82	86583.82
13	43.98	43.98	86583.82	86583.82
14	43.98	43.98	86583.82	86583.82
15	43.98	43.98	86583.82	86583.82
16	43.98	43.98	86583.82	86583.82


Verifica armature pali

Simbologia adottata

Y	ordinata della sezione a partire dalla testa positiva verso il basso (in [m])
CS	coefficiente di sicurezza
Mu	momento ultimo espresso in [kgm]
Nu	sforzo normale espresso in [kg]
Tu	taglio ultimo espresso in [kg]

Inviluppo - Palo n° 1

Y	Ar	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	43.98	244829	670823	72231	3.92
2.00	43.98	235746	939658	72231	5.39
4.00	43.98	189396	1228501	72231	7.01
6.00	43.98	124190	1464007	72231	8.41
8.00	43.98	55613	1468939	72231	8.56
10.00	43.98	13041	1468939	72231	8.78
12.00	43.98	8894	1468939	72231	9.10
14.00	43.98	15546	1468939	72231	9.55
16.00	43.98	12193	1468939	72231	10.15
18.00	43.98	4602	1468939	72231	10.96
20.00	43.98	0	1468939	72231	12.07

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 60 di 64		

Inviluppo - Palo n° 2

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	43.98	162246	201230	72231	2.46
2.00	43.98	212275	395189	72231	4.59
4.00	43.98	246962	768221	72231	8.65
6.00	43.98	201972	1169165	72231	12.94
8.00	43.98	110786	1468939	72231	16.15
10.00	43.98	25437	1468939	72231	16.21
12.00	43.98	16994	1468939	72231	16.46
14.00	43.98	29085	1468939	72231	16.90
16.00	43.98	22315	1468939	72231	17.57
18.00	43.98	8222	1468939	72231	18.53
20.00	43.98	0	1468939	72231	19.85

Inviluppo - Palo n° 3

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	50.27	99993	6787	72231	1.45
2.00	50.27	106282	21405	72231	2.20
4.00	50.27	121335	57350	72231	4.08
6.00	50.27	166257	183043	72231	10.21
8.00	50.27	254901	760383	72231	35.62
10.00	50.27	100464	1494010	72231	61.39
12.00	50.27	59837	1494010	72231	55.56
14.00	50.27	92451	1494010	72231	51.50
16.00	50.27	64480	1494010	72231	48.68
18.00	50.27	21656	1494010	72231	46.78
20.00	50.27	0	1494010	72231	45.62

Inviluppo - Palo n° 4

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	50.27	73548	-50784	72231	1.04
2.00	50.27	69250	-60065	72231	1.40
4.00	50.27	62188	-75126	72231	2.04
6.00	50.27	52002	-95718	72231	3.11
8.00	50.27	37497	-125044	72231	5.10
10.00	50.27	15677	-169038	72231	9.33
12.00	50.27	16029	-168330	72231	14.50
14.00	50.27	42484	-114960	72231	23.06
16.00	50.27	182758	236166	72231	134.41
18.00	50.27	82371	1494010	72231	173.33
20.00	50.27	0	1494010	72231	95.76


Inviluppo - Palo n° 5

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	56.55	75110	-72131	72231	1.05
2.00	56.55	68751	-86051	72231	1.38
4.00	56.55	58603	-107015	72231	1.90
6.00	56.55	45346	-134160	72231	2.69
8.00	56.55	28770	-168101	72231	3.88
10.00	56.55	9565	-206222	72231	5.64
12.00	56.55	7902	-209666	72231	7.08
14.00	56.55	16002	-193410	72231	8.61
16.00	56.55	17274	-190904	72231	12.59
18.00	56.55	12518	-200278	72231	26.11
20.00	56.55	0	0	72231	1000.00

Inviluppo - Palo n° 6

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	50.27	73913	-49997	72231	1.05
2.00	50.27	69722	-59045	72231	1.41
4.00	50.27	62864	-73758	72231	2.06
6.00	50.27	52925	-93852	72231	3.17
8.00	50.27	38682	-122647	72231	5.27
10.00	50.27	16687	-167008	72231	9.93
12.00	50.27	17851	-164670	72231	16.15
14.00	50.27	51590	-96552	72231	28.00
16.00	50.27	251919	636543	72231	185.31
18.00	50.27	67913	1494010	72231	142.93
20.00	50.27	0	1494010	72231	84.86

Inviluppo - Palo n° 7

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 61 di 64		

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	50.27	106126	21043	72231	1.54
2.00	50.27	116380	44875	72231	2.41
4.00	50.27	140432	107378	72231	4.72
6.00	50.27	207791	336332	72231	12.76
8.00	50.27	238092	979796	72231	33.28
10.00	50.27	76287	1494010	72231	46.63
12.00	50.27	47118	1494010	72231	43.76
14.00	50.27	75017	1494010	72231	41.80
16.00	50.27	53701	1494010	72231	40.55
18.00	50.27	18467	1494010	72231	39.90
20.00	50.27	0	1494010	72231	39.79

Inviluppo - Palo n° 8

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	43.98	195282	320219	72231	2.96
2.00	43.98	238710	579087	72231	5.17
4.00	43.98	235411	942805	72231	8.25
6.00	43.98	174879	1289558	72231	11.20
8.00	43.98	87824	1468939	72231	12.80
10.00	43.98	20352	1468939	72231	12.97
12.00	43.98	13719	1468939	72231	13.29
14.00	43.98	23693	1468939	72231	13.77
16.00	43.98	18348	1468939	72231	14.45
18.00	43.98	6829	1468939	72231	15.39
20.00	43.98	0	1468939	72231	16.68

Inviluppo - Palo n° 9

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	43.98	243121	847369	72231	3.90
2.00	43.98	216144	1089061	72231	4.94
4.00	43.98	163451	1332912	72231	6.05
6.00	43.98	99616	1468939	72231	6.74
8.00	43.98	44674	1468939	72231	6.88
10.00	43.98	10525	1468939	72231	7.09
12.00	43.98	7213	1468939	72231	7.38
14.00	43.98	12670	1468939	72231	7.78
16.00	43.98	9991	1468939	72231	8.31
18.00	43.98	3794	1468939	72231	9.03
20.00	43.98	0	1468939	72231	10.02


Inviluppo - Palo n° 10

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	43.98	207063	1145149	72231	3.53
2.00	43.98	166526	1321247	72231	4.05
4.00	43.98	115167	1468939	72231	4.54
6.00	43.98	64093	1468939	72231	4.61
8.00	43.98	28919	1468939	72231	4.74
10.00	43.98	6855	1468939	72231	4.91
12.00	43.98	4727	1468939	72231	5.15
14.00	43.98	8357	1468939	72231	5.46
16.00	43.98	6637	1468939	72231	5.87
18.00	43.98	2541	1468939	72231	6.43
20.00	43.98	0	1468939	72231	7.21

Inviluppo - Palo n° 11

Y	A _r	M _u	N _u	T _u	CS
0.00	43.98	173752	1293836	72231	3.14
2.00	43.98	134419	1431253	72231	3.47
4.00	43.98	86071	1468939	72231	3.60
6.00	43.98	48034	1468939	72231	3.67
8.00	43.98	21733	1468939	72231	3.78
10.00	43.98	5165	1468939	72231	3.93
12.00	43.98	3572	1468939	72231	4.13
14.00	43.98	6334	1468939	72231	4.39
16.00	43.98	5047	1468939	72231	4.74
18.00	43.98	1939	1468939	72231	5.21
20.00	43.98	0	1468939	72231	5.87

Inviluppo - Palo n° 12

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 62 di 64		

Y	Ar	Mu	Nu	Tu	CS
0.00	43.98	155053	1364768	72231	2.93
2.00	43.98	116880	1468939	72231	3.15
4.00	43.98	73014	1468939	72231	3.19
6.00	43.98	40797	1468939	72231	3.26
8.00	43.98	18480	1468939	72231	3.36
10.00	43.98	4398	1468939	72231	3.49
12.00	43.98	3045	1468939	72231	3.68
14.00	43.98	5406	1468939	72231	3.92
16.00	43.98	4314	1468939	72231	4.23
18.00	43.98	1661	1468939	72231	4.66
20.00	43.98	0	1468939	72231	5.26

Inviluppo - Palo n° 13

Y	Ar	Mu	Nu	Tu	CS
0.00	43.98	150445	1379820	72231	2.89
2.00	43.98	112199	1468939	72231	3.08
4.00	43.98	70106	1468939	72231	3.11
6.00	43.98	39181	1468939	72231	3.18
8.00	43.98	17752	1468939	72231	3.28
10.00	43.98	4225	1468939	72231	3.41
12.00	43.98	2926	1468939	72231	3.59
14.00	43.98	5197	1468939	72231	3.83
16.00	43.98	4148	1468939	72231	4.14
18.00	43.98	1597	1468939	72231	4.56
20.00	43.98	0	1468939	72231	5.15

Inviluppo - Palo n° 14


Y	Ar	Mu	Nu	Tu	CS
0.00	43.98	160211	1345199	72231	3.03
2.00	43.98	122461	1468939	72231	3.30
4.00	43.98	76464	1468939	72231	3.34
6.00	43.98	42705	1468939	72231	3.41
8.00	43.98	19336	1468939	72231	3.51
10.00	43.98	4599	1468939	72231	3.65
12.00	43.98	3183	1468939	72231	3.84
14.00	43.98	5649	1468939	72231	4.09
16.00	43.98	4505	1468939	72231	4.42
18.00	43.98	1733	1468939	72231	4.87
20.00	43.98	0	1468939	72231	5.49

Inviluppo - Palo n° 15

Y	Ar	Mu	Nu	Tu	CS
0.00	43.98	185338	1247646	72231	3.35
2.00	43.98	144980	1397359	72231	3.74
4.00	43.98	94974	1468939	72231	3.97
6.00	43.98	52944	1468939	72231	4.05
8.00	43.98	23928	1468939	72231	4.16
10.00	43.98	5681	1468939	72231	4.32
12.00	43.98	3924	1468939	72231	4.53
14.00	43.98	6950	1468939	72231	4.82
16.00	43.98	5530	1468939	72231	5.20
18.00	43.98	2122	1468939	72231	5.70
20.00	43.98	0	1468939	72231	6.41

Inviluppo - Palo n° 16

Y	Ar	Mu	Nu	Tu	CS
0.00	43.98	222782	1047591	72231	3.80
2.00	43.98	184807	1250154	72231	4.50
4.00	43.98	132003	1439007	72231	5.20
6.00	43.98	74819	1468939	72231	5.39
8.00	43.98	33684	1468939	72231	5.52
10.00	43.98	7967	1468939	72231	5.71
12.00	43.98	5481	1468939	72231	5.97
14.00	43.98	9667	1468939	72231	6.31
16.00	43.98	7657	1468939	72231	6.78
18.00	43.98	2923	1468939	72231	7.40
20.00	43.98	0	1468939	72231	8.26

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione		
Modello: Mod.02 Relazione		
Cod.: GEACE01.PD.02		
Rev.: 00		
Dat: Ottobre 2018		
Pagina 63 di 64		

CONCLUSIONI

Visto l'esito positivo di tutte le verifiche eseguite nella presente trattazione, il manufatto costituito dal plinto di fondazione e dai relativi pali, rispetta tutte le condizioni di sicurezza sia nei riguardi degli stati limite ultimi che degli stati limite di esercizio e pertanto realizzabili.

Naturalmente tutte le verifiche e relativi approfondimenti dovranno essere eseguiti in fase di progettazione esecutiva a valle di uno studio geologico che prevederà la realizzazione di un sondaggio per ogni installazione e pertanto, visto il carattere preliminare e i coefficienti di sicurezza amplificati utilizzati, gli elementi fondali potranno subire variazioni geometriche

Tanto ciò premesso il sottoscritto si riserva di validare le suddette calcolazioni in fase esecutiva del progetto previo ricevimento di una relazione geologica di dettaglio corredate da indagini in sito.

Progettista

Dott. Ing. Gianluca Vultaggio


Via Pagliarelle n.10/B, 82018 San Giorgio del Sannio (BN)

cell. 340 91 94 944 fax 0824 58 197

e-mail ing.gianluca.vultaggio@gmail.com

ing.gianluca.vultaggio@pec.it

www.tekto.studio.com

Titolo del documento: Elenco elaborati		 Dott. Ing. Gianluca Vultaggio
Tipo documento: Relazione	Rev.: 00	
Modello: Mod.02 Relazione	Dat: Ottobre 2018	
Cod.: GEACE01.PD.02	Pagina 64 di 64	