

COMMITTENTE:



ALTA
SORVEGLIANZA:



GENERAL CONTRACTOR:



**INFRASTRUTTURE FERROVIARIE STRATEGICHE DEFINITE DALLA LEGGE
OBIETTIVO N. 443/01
LINEA AV/AC TORINO – VENEZIA Tratta VERONA – PADOVA
Lotto funzionale Verona – Bivio Vicenza
PROGETTO ESECUTIVO
FABBRICATI
FA11 - FABBRICATO PT/PJ2 AL KM 43+060,00
STRUTTURE
RELAZIONE GEOTECNICA**

GENERAL CONTRACTOR		DIRETTORE LAVORI		SCALA -
IL PROGETTISTA INTEGRATORE Data:	Consorzio Iricav Due ing. Paolo Carmona Data:		Data:	

COMMESSA LOTTO FASE ENTE TIPO DOC. OPERA/DISCIPLINA PROGR. REV. FOGLIO

IN17 12 E I2 RB FA1100 001 A 001 P 001

	VISTO CONSORZIO IRICAV DUE	
	Firma	Data
	Luca RANDOLFI 	

Progettazione:

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvat	Data	IL PROGETTISTA
A	EMISSIONE	MBI 	01/08/2021	MPA 	01/08/2021	GSA 	01/08/2021	 Data: 28/02/2021

CIG. 8377957CD1 CUP: J41E91000000009 File: IN1712EI2RBFA1100001A
Cod. origine:




Progetto cofinanziato
dalla Unione Europea

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 2 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

INDICE

1	ELABORATI DI RIFERIMENTO	3
2	PREMESSA.....	5
3	DESCRIZIONE DELLE OPERE	5
4	NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	11
5	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA.....	12
6	CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO	13
7	PARAMETRI GEOTECNICI	14
8	CATEGORIA DI SOTTOSUOLO PER LA RISPOSTA SISMICA LOCALE	16
9	LIQUEFAZIONE	18
10	COMBINAZIONE DELLE AZIONI	19
11	ANALISI FEM.....	23
11.1	STRUMENTI SOFTWARE	23
11.2	STRUMENTI SOFTWARE	23
11.3	MODELLAZIONE DELL'EDIFICIO	23
12	VERIFICHE DI SICUREZZA STRUTTURA DI FONDAZIONE.....	25
12.1	VERIFICHE GEOTECNICHE PC – BLOCCO 1	25
12.2	VERIFICHE GEOTECNICHE PC – BLOCCO 2	36
12.3	VERIFICHE GEOTECNICHE CABINA ENEL	45

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 3 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

1 ELABORATI DI RIFERIMENTO

CODIFICA	TITOLO ELABORATO
IN1712EI2EEFA1100001A	ELENCO ELABORATI
IN1712EI2RGFA1100001A	RELAZIONE GENERALE DI CONFRONTO PD-PE
IN1712EI2RHFA1100001A	RELAZIONE TECNICA DESCRITTIVA
IN1712EI2RIFA1100001A	RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA
IN1712EI2RBFA1100001A	RELAZIONE GEOTECNICA
IN1712EI2RHFA1100002A	RELAZIONE ILLUSTRATIVA DEI MATERIALI
IN1712EI2CLFA1100001A	RELAZIONE DI CALCOLO STRUTTURALE
IN1712EI2RHFA1100003A	RELAZIONE SISMICA
IN1712EI2CMFA1100001A	COMPUTO METRICO
IN1712EI2CEFA1100001A	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
IN1712EI2RHFA1100004A	ELENCO PREZZI UNITARI
IN1712EI2APFA1100001A	ANALISI NUOVI PREZZI
IN1712EI2RHFA1100006A	PIANO DI MANUTENZIONE
IN1712EI2P7FA1100001A	PLANIMETRIA DI INQUADRAMENTO
IN1712EI2P9FA1100001A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI FATTO-RILIEVO TOPOGRAFICO
IN1712EI2P9FA1100002A	PLANIMETRIA GENERALE STATO DI PROGETTO
IN1712EI2P9FA1100003A	PIAZZALE-STATO DI PROGETTO E ANDAMENTO ALTIMETRICO
IN1712EI2P9FA1100004A	PIAZZALE-COSTRUZIONI E DEMOLIZIONI
IN1712EI2P9FA1100005A	PIAZZALE-TRATTAMENTO SUPERFICI
IN1712EI2BZFA1100001A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 1 DI 4
IN1712EI2BZFA1100002A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 2 DI 4
IN1712EI2BZFA1100003A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 3 DI 4
IN1712EI2BZFA1100004A	PIAZZALE - PROFILO E SEZIONI TRASVERSALI 4 DI 4
IN1712EI2BZFA1100005A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI - SEZIONE TIPO
IN1712EI2BZFA1100006A	STRADA DI ACCESSO - PROFILO E SEZIONI
IN1712EI2BZFA1100007A	STRADA DI ACCESSO - SEGNALETICA ORIZZONTALE E VERTICALE
IN1712EI2P9FA1100006A	PIAZZALE - PLANIMETRIA DEI SOTTOSERVIZI DI PROGETTO DI PROGETTO
IN1712EI2P9FA1100007A	PIAZZALE - PLANIMETRIA RETE ACQUE METEORICHE DI PROGETTO
IN1712EI2PZFA1100001A	PIAZZALE - PROFILI OPERE IDRAULICHE
IN1712EI2PZFA1100002A	PIAZZALE - PARTICOLARI COSTRUTTIVI OPERE IDRAULICHE
IN1712EI2BZFA1100008A	PIAZZALE E FABBRICATO - PLANIMETRIA RETE ACQUE REFLUE DI PROGETTO E PARTICOLARI COSTRUTTIVI
IN1712EI2BZFA1100009A	PIAZZALE E FABBRICATO - PLANIMETRIA RETE IDRICA DI PROGETTO
IN1712EI2BZFA1100010A	PIAZZALE - PLANIMETRIA OPERE ELETTROMECCANICHE INTERRATE
IN1712EI2PBFA1100001A	FABBRICATO: PIANTE
IN1712EI2PBFA1100002A	FABBRICATO: PROSPETTI
IN1712EI2BBFA1100001A	FABBRICATO: SEZIONI

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 4 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A	

IN1712EI2BZF1100011A	FABBRICATO: PARTICOLARI
IN1712EI2BCF1100001A	FABBRICATO: ABACO SERRAMENTI
IN1712EI2BKFA1100001A	FABBRICATO: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BBFA1100002A	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE FONDAZIONI
IN1712EI2BBFA1100003A	FABBRICATO - Carpenterie : PIANTE COPERTURA
IN1712EI2BBFA1100004A	FABBRICATO - Carpenterie : SEZIONI
IN1712EI2BBFA1100005A	FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 1/2
IN1712EI2BBFA1100006A	FABBRICATO - ARMATURE FONDAZIONI 2/2
IN1712EI2BBFA1100007A	FABBRICATO - SOLETTA CONTROTERRA E BASAMENTO GE
IN1712EI2BBFA1100008A	FABBRICATO - MURI C.A.
IN1712EI2BBFA1100009A	FABBRICATO - ARMATURE TRAVI PRIMO PIANO e PILASTRI
IN1712EI2BBFA1100010A	FABBRICATO - ARMATURE TRAVI COPERTURA
IN1712EI2BBFA1100011A	FABBRICATO - ARMATURE SCALA C.A.
IN1712EI2BBFA1100012A	FABBRICATO - CABINA ENEL : PIANTE , SEZIONI, PROSPETTI
IN1712EI2BZF1100012A	FABBRICATO CABINA ENEL: PARTICOLARI
IN1712EI2BCF1100002A	FABBRICATO CABINA ENEL: ABACO SERRAMENTI
IN1712EI2BKFA1100002A	FABBRICATO CABINA ENEL: ABACO PACCHETTI TECNOLOGICI
IN1712EI2BBFA1100013A	FABBRICATO - CABINA ENEL - PIANTE, PROSPETTI E SEZIONI
IN1712EI2BBFA1100014A	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURE FONDAZIONI E SOLETTA CONTROTERRA
IN1712EI2BZF1100013A	FABBRICATO - CABINA ENEL - ARMATURA TRAVI E PILASTRI

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 5 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

2 PREMESSA

La presente relazione è relativa al progetto esecutivo delle opere strutturali del fabbricato FA11 – FABBRICATO PT/PJ2 AL Km 43+060.00 della nuova linea ferroviaria AV/AC Verona – Padova, 1° sublotto: Verona – Montebello Vicentino, in Comune di Montebello Vicentino, in Comune di Montebello Vicentino (VI).

In particolare la relazione illustra i parametri geotecnici alla base del progetto e riporta i calcoli del progetto esecutivo delle opere in fondazione.

3 DESCRIZIONE DELLE OPERE

Dal punto di vista architettonico il fabbricato PT/PJ2 è composto da un unico organismo edilizio, a pianta rettangolare con dimensioni (53,80x7,20) m e due piani fuori terra, copertura a padiglione con pendenza delle falde di 19°, altezza al colmo di 10,20 m e finitura con tegole laterizie, cornicione/veletta perimetrale in calcestruzzo faccia a vista con altezza alla gronda di 8,55 m fuori terra, murature perimetrali e interne in blocchi forati di calcestruzzo vibro-compresso rivestiti all'interno e faccia a vista all'esterno.

La struttura si compone di due corpi distinti, tra loro separati mediante due giunti strutturali di 10 cm: un corpo con dimensioni in pianta di (29,25x7,20) m e un altro corpo con dimensioni in pianta di (24,45x7,20) m.

La struttura in elevazione è costituita da un'intelaiatura spaziale di travi e pilastri in calcestruzzo armato ordinario gettato in opera e due solai fuori terra in laterocementizio, con travetti tralicciati e pignatte di alleggerimento. Al livello della copertura sugli allineamenti trasversali sono previste “catene” in cls armato alla quota di imposta della copertura che assorbono la spinta dovuta all'inclinazione delle falde; la catena è sormontata al centro da un “monaco/ometto” che riproduce l'immagine tipica della struttura “a capriata”. Le travi di falda e di displuvio sono a spessore di solaio (s=24 cm), le travi di colmo hanno sezione (30x50) cm, le travi perimetrali hanno sezione (30x70) cm e raccordano la quota della falda con quella del cornicione, quest'ultimo con spessore di 18 cm. La catena ha sezione

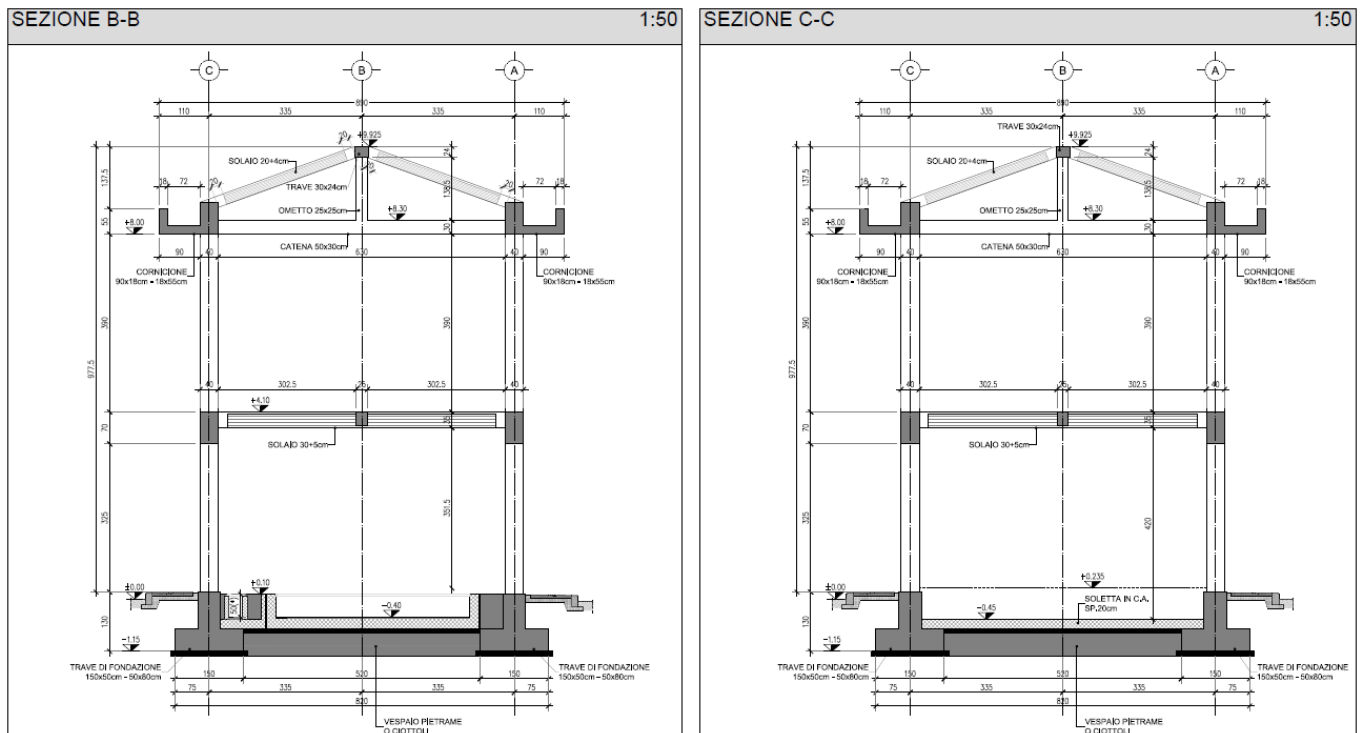
(40x30) cm e il monaco (25x25) cm. I pilastri di ciascun corpo hanno sezione (40x60) cm.

La struttura di fondazione, anch'essa distinta per i due corpi, è costituita da un reticolo di travi. E' prevista una trave longitudinale e di testata a “T rovescia” con suola di (150x50) cm e anima di

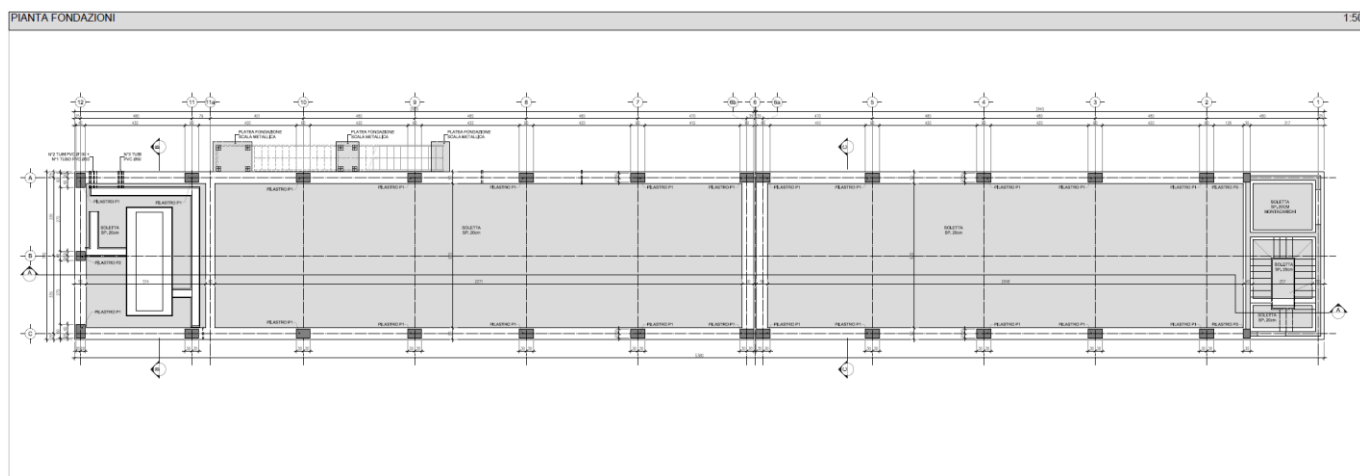
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 6 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

(50x80) cm, una trave sul giunto a forma di L con suola di (80x50) cm e anima di (50x80) cm; l'altezza totale è di 130 cm sull'intero perimetro.

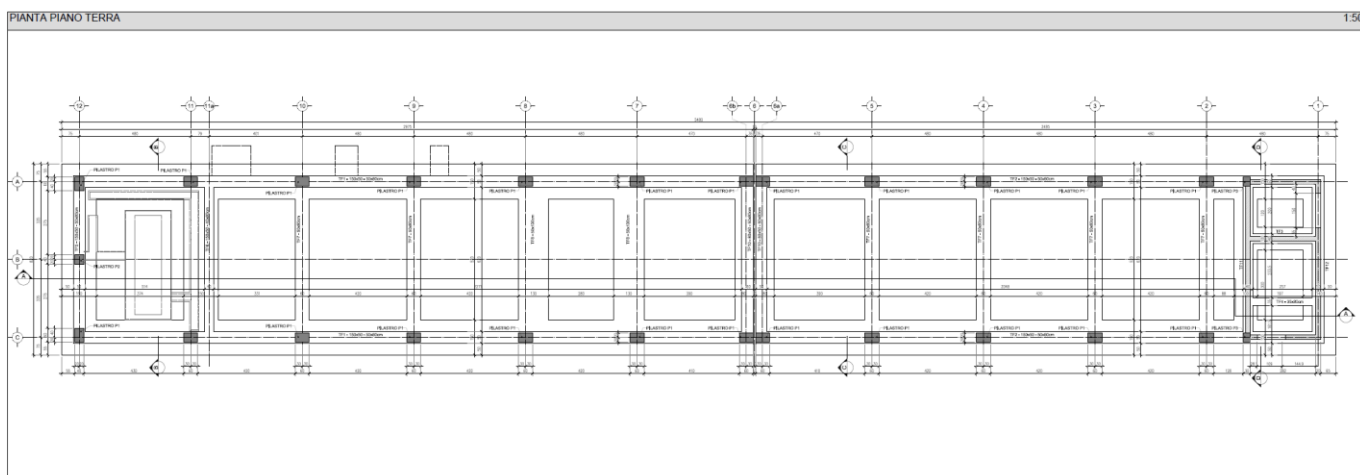
Sono anche previste travi di collegamento, generalmente con sezione (130x50) cm, poste sugli allineamenti strutturali trasversali e delle murature interne; la sezione ribassata favorisce il libero alloggiamento del pavimento flottante e degli impianti a questo livello. Si riportano di seguito alcune figure che illustrano sommariamente la struttura in esame, con riferimento al corpo centrale, mentre per il disegno dettagliato si rinvia agli elaborati grafici del progetto strutturale.



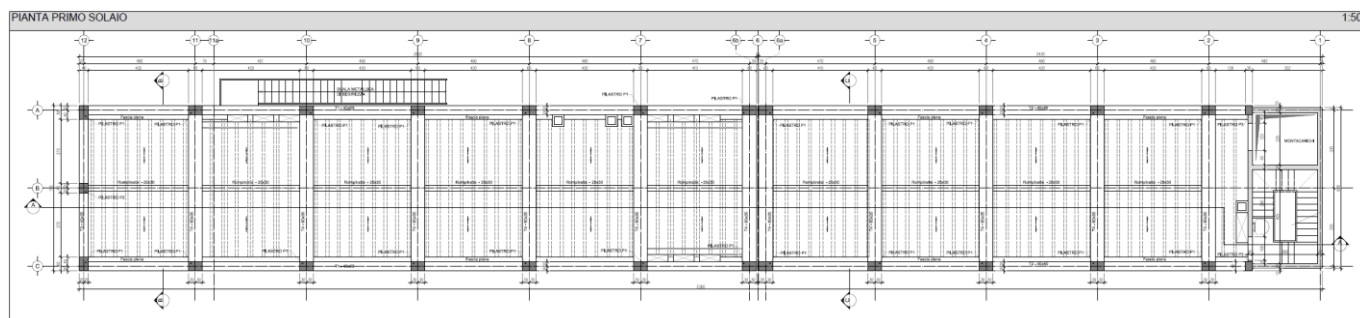
PT/PJ2 - Sezione trasversale (corpo sinistra / corpo destra)



PT/PJ2 - Pianta fondazioni

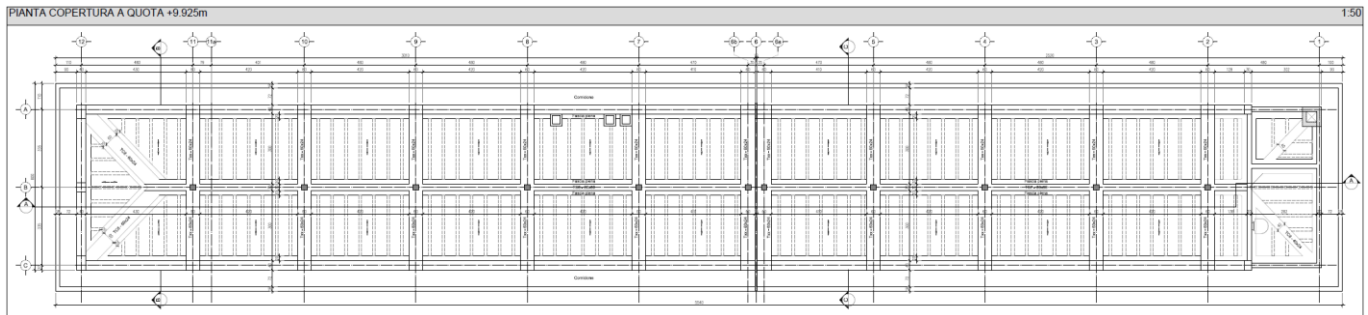


PT/PJ2 - Pianta piano terra



PT/PJ2 - Pianta primo solaio

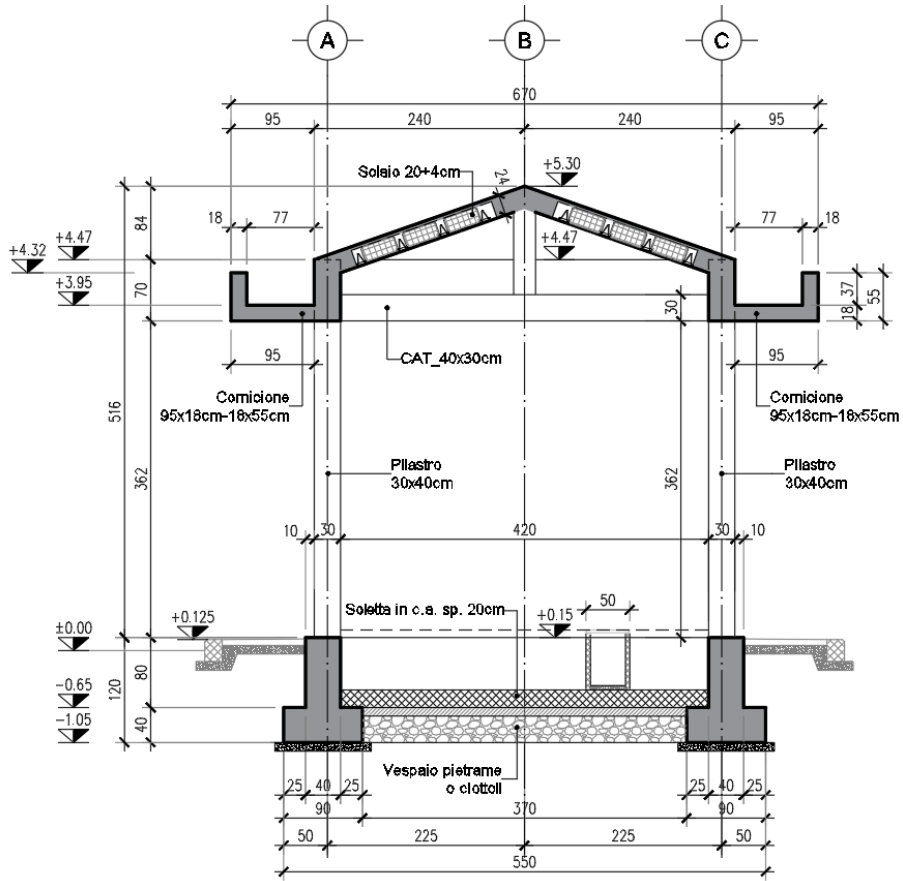
GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 8 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A



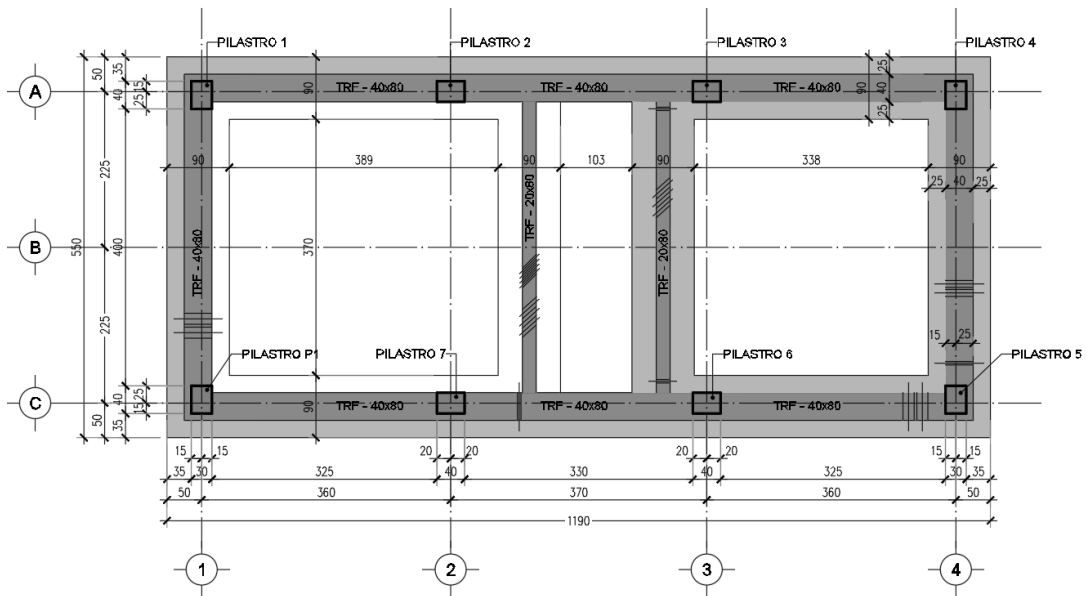
PT/PJ2 - Pianta copertura

Dal punto di vista architettonico il fabbricato Cabina Enel è composto da un organismo edilizio a pianta rettangolare, con dimensioni (11,40x5,00) m e un solo piano fuori terra, copertura a padiglione con pendenza delle falde di 19°, altezza al colmo di 5,30 m e finitura con tegole laterizie, cornicione/veletta perimetrale in calcestruzzo faccia a vista con altezza alla gronda di 3,80 m fuori terra, murature perimetrali e interne in blocchi forati di calcestruzzo vibro-compresso rivestiti all'interno e faccia a vista all'esterno. La struttura ha dimensioni in pianta di (10,90x4,50) m sugli assi strutturali. La struttura in elevazione è costituita da un'intelaiatura spaziale di travi e pilastri in calcestruzzo armato ordinario gettato in opera e dall'unico solaio di copertura laterocementizio, con travetti tralicciati e pignatte di alleggerimento. Le travi di falda, di colmo e di displuvio sono tutte a spessore di solaio (s=24 cm), le travi perimetrali hanno sezione (30x70) cm e raccordano la quota della falda con quella del cornicione, quest'ultimo con spessore di 18 cm. I pilastri hanno sezione (30x40) cm.



La struttura di fondazione è costituita da un reticolo di travi. È prevista una trave perimetrale a "T rovescia" con suola di (90x40) cm, anima di (40x80) cm e altezza totale è di 120 cm sull'intero perimetro. Sono anche previsti due cordoli di collegamento interni con funzione di collegamento delle fondazioni perimetrali e di sostegno delle murature interne. Si riportano di seguito alcune figure che illustrano sommariamente la struttura in esame mentre per il disegno dettagliato si rinvia agli elaborati grafici del progetto strutturale.



Cabina Enel - Sezione trasversale



Cabina Enel - Pianta fondazioni

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 11 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

4 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il dimensionamento, le analisi e le verifiche delle strutture sono stati condotti in accordo con le seguenti disposizioni normative:

- Legge n° 1086 del 05/11/1971
“Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica”.
- Legge n° 64 del 02/2/1974
“Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche
- Ordinanza del 20/3/2003 n. 3274 e s.m.i.
“Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica”.
- D.C.R. Regione Veneto 03/12/2003 n. 67
Allegato 1 – Elenco dei comuni classificati in zona sismica.
- NTC2018 – Decreto 17 gennaio 2018 Ministero delle Infrastrutture Norme tecniche per le costruzioni
- Circolare C.S.LL.PP. n. 7 del 21 gennaio 2019 Istruzioni per l’applicazione dell’Aggiornamento delle Norme tecniche per le costruzioni, di cui al D.M. 17 gennaio 2018
- Eurocodice 2 – Progettazione delle strutture in calcestruzzo
UNI EN 1992-1-1:2005 Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici
- UNI – EN 206-1: 2206
Calcestruzzo - Parte 1: Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- UNI 11104: 2004
Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l’applicazione della EN 206-1.
- Testo coordinato dell’allegato I del DM 3 agosto 2015 “Codice di prevenzione incendi” aggiornamento 19 novembre 2020

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 12 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

5 VITA NOMINALE E CLASSE D'USO DELL'OPERA

Con riferimento alla destinazione d'uso e alle conseguenze di un'eventuale interruzione di operatività o collasso del fabbricato, sono stati definiti i parametri di base della progettazione strutturale, con particolare riguardo all'azione sismica (punto 2.4 NTC18):

- vita nominale $V_N = 100$ anni;
- classe d'uso III, con coefficiente d'uso $C_U = 1.5$;
- periodo di riferimento per l'azione sismica: $V_R = V_N \times C_U = 150$ anni.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 13 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

6 CARATTERIZZAZIONE GEOLOGICA DEL SITO

Per un'approfondita trattazione della natura geologica del sito e delle prove eseguite per la sua caratterizzazione si rimanda alla Relazione Geologica e Geomorfologica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Come riportato nella Relazione Geologica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e nella Relazione Geotecnica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, nel tratto in esame da piano campagna e per profondità variabili fra 5 e 12 m sono presenti terreni costituiti da ghiaia; al di sotto di tale livello, per uno spessore generalmente variabile fra 6 e 8 m, sono presenti terreni generalmente teneri, costituiti da limi argillosi. Al di sotto di tale livello sono presenti ghiaie con sabbia. In particolare, secondo quanto riportato nel profilo geotecnico **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, l'area in oggetto è costituita da ghiaia grossolana con sabbia e con presenza di ciottoli alternata a strati limosi più in profondità.

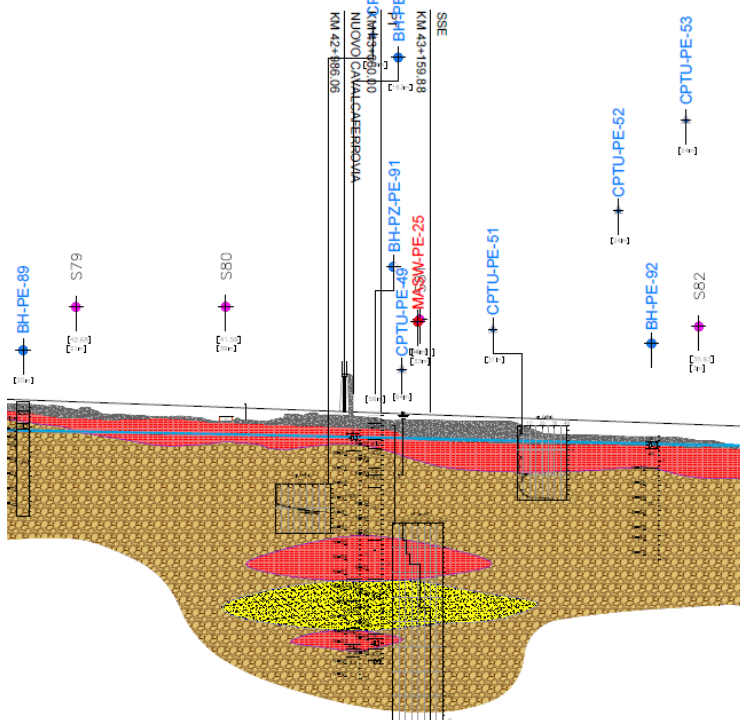


Figura 1 Profilo geotecnico dell'area di interesse

Secondo quanto riportato nella Relazione Idrogeologica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, per quanto attiene il p.c. situato a Montebello Vicentino, “la falda manifesta una quota piezometrica compresa tra circa 38 e 41 m s.l.m. e una soggiacenza di circa 4÷9 m da p.c.”. Viene

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 14 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

anche fornita la previsione dell'innalzamento della falda a lungo termine, secondo cui nella tratta compresa tra le progressive 38+500 e 42+000 la falda a lungo termine si posizionerà a -1 m dal piano di campagna. Dato che il fabbricato sorge sul rilevato di piazzale sopra il piano di campagna, che ha un'altezza abbondantemente maggiore della profondità del piano di posa della fondazione, il piano di fondazione dell'opera risulta sicuramente non interessato dalla falda.

7 PARAMETRI GEOTECNICI

Per una precisa descrizione delle caratteristiche del terreno si rimanda alla Relazione Geologica e Geotecnica allegata al Progetto.

Estratto Relazione Geologica e Geotecnica:

7 RIASSUNTO DEI PARAMETRI GEOTECNICI DI PROGETTO

Lo studio geotecnico ha avuto come finalità la classificazione e caratterizzazione dei depositi investigati, coerentemente con le indicazioni emerse dallo studio geologico-geomorfologico della zona. I Profili Geotecnici (Doc.Rif. [7]) individuano la presenza delle unità stratigrafiche definite nei capitoli precedenti, sulla base dei risultati delle indagini disponibili. I parametri caratteristici suggeriti per ognuna delle unità sono elencati nelle tabelle seguenti. La progettazione geotecnica delle singole opere dovrà esaminare le condizioni specifiche locali, e sviluppando un modello geotecnico dell'area di responsabilità del progettista della specifica opera.

Tabella 17 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 33+500 alla 39+200

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	Cu (kPa)	σ'_p (kPa)
2	18-19	-	26-30	100-150 ⁽¹⁾ 150-200 ⁽²⁾	20-90	10-25 ⁽¹⁾ 25-40 ⁽²⁾	50-80 ⁽¹⁾ 80-150 ⁽²⁾	200-300 ⁽¹⁾ 400-500 ⁽²⁾
6	19-20	25-60	39-41	300-400	170-300	80-240		-

Note

(1) Valori nei primi 5-15 m

(2) Valori per strati fini in profondità

Tabella 18 - Parametri geotecnici caratteristici per la tratta dalla 39+200 alla 44+250

Unità	γ (kN/m ³)	Dr (%)	ϕ' (°)	Vs (m/s)	G0 (MPa)	E' (MPa)	Cu (kPa)	σ'_p (kPa)
2	18-19	-	26-30	100-200	20-90-	10-30 ⁽¹⁾ 25-50	50-120 ⁽¹⁾ 120-200 ⁽²⁾	150-300 ⁽¹⁾
6	19-20	25-60	39-41	250-400	120-300	50-240		-

Note

(1) Valori nei primi 5-10 m

(2) Valori per strati fini in profondità

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Pag 15 di 51</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBFA0900001</p>	<p>A</p>

Per le verifiche geotecniche del fabbricato saranno considerate cautelativamente le seguenti caratteristiche:

- $\gamma = 18 \text{ kN/m}^3$ peso di volume;
- $c_u = 85 \text{ kPa}$ coesione non drenata;
- $\varphi' = 28^\circ$ angolo di attrito interno;

$K_w = 15000 \text{ kN/m}^3$ costante elastica di Winkler.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 16 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

8 CATEGORIA DI SOTTOSUOLO PER LA RISPOSTA SISMICA LOCALE

La zonazione del tracciato di progetto rispetto alla risposta sismica locale dei terreni presenti è stata svolta in accordo alle prescrizioni delle NTC18, identificando la Categoria di Sottosuolo di appartenenza del sito sulla base dei dati delle indagini condotte. In particolare, l'associazione tra stratigrafia rilevata ai punti di interesse e relativa categoria di sottosuolo è stata condotta in funzione dei valori medi calcolati sui primi 30m di profondità della velocità di propagazione delle onde di taglio ($V_{S,30}$) definita dall'espressione:

$$V_{S,30} = \frac{30}{\sum_{i=1,N} \frac{h_i}{V_{S,i}}}$$

dove:

h_i = spessore (in metri) dell' i -esimo strato compreso nei primi 30 m di profondità;

$V_{S,i}$ = velocità delle onde di taglio nell' i -esimo strato, ricavata attraverso correlazioni.

Si rimanda alla Relazione Geotecnica generale **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** per la descrizione completa delle diverse prove in sito condotte nel corso delle varie campagne, per ogni punto di interesse identificato lungo il tracciato. Nella Relazione Sismica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** viene riportato che *“Dal km 24+000 al km 32+000 la sede del tracciato è caratterizzabile, ai fini normativi, come sito di categoria D ossia “Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s”.* Inoltre, viene riportato che *“Dal km 33+000 al km 44+000 la sede del tracciato è omogenea dal punto di vista delle caratteristiche geodinamiche e caratterizzabile, ai fini normativi, come sito di categoria C ossia “Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o di terreni a grana fina mediamente consistenti con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).”*

Pertanto, in accordo con le ipotesi di base del Progetto Definitivo **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.** e data la prossimità a zone ricadenti in categoria di sottosuolo D, per l'edificio in esame è stato cautelativamente assunto un sottosuolo di categoria D.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 17 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

L'effetto della risposta sismica locale sulla pericolosità di base può essere determinato secondo le NTC18 attraverso l'impiego di un fattore di sito S funzione sia della categoria di sottosuolo (S_S) sopra determinata, sia dell'andamento della superficie topografica (S_T):

Il coefficiente S_S si ottiene dalla seguente espressione per un sottosuolo di categoria D (Tabella 3.2.V del par. 3.2.3 delle NTC08):

$$S_S = 0.90 \leq 2.40 - 1.50F_0 \frac{a_g}{g} \leq 1.80$$

Per quanto riguarda l'eventuale amplificazione topografica, il sito di interesse si trova su superficie sostanzialmente pianeggiante. Pertanto, esso ricade in categoria T_1 , ossia Superficie pianeggiante e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$, in accordo alla Tabella 3.2.IV al par.3.2.2. delle NTC08. Di conseguenza il fattore di amplificazione topografica ha valore unitario, $S_T = 1$.

L'azione sismica di base viene corretta per tener conto delle effettive condizioni locali, stratigrafiche (categoria di sottosuolo "D") e topografiche (superficie pianeggiante), attraverso i coefficienti correttivi che amplificano l'accelerazione riferita al suolo rigido determinando l'accelerazione di progetto: $a_{max} = S a_g (T=0)$. I valori del fattore di sito S e dell'azione sismica di progetto a_{max} per i periodi di ritorno corrispondenti ai diversi stati limite sono stati calcolati e riportati di seguito:

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	90	0.070	2.484	0.266
Danno (SLD)	151	0.089	2.442	0.273
Salvaguardia vita (SLV)	1424	0.218	2.429	0.290
Prevenzione collasso (SLC)	2475	0.265	2.384	0.296
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	150			

Tabella 3: Coefficienti correttivi locali e accelerazioni massime

Per un maggior dettaglio circa l'entità dell'azione sismica e i relativi spettri di risposta si rimanda alla Relazione Sismica e alla Relazione di Calcolo Strutturale.

GENERAL CONTRACTOR 	ALTA SORVEGLIANZA 			
Pag 18 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

9 LIQUEFAZIONE

La stabilità nei confronti di fenomeni di liquefazione è stata ampiamente trattata nella Relazione Sismica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**e nella Relazione Geotecnica **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**, a cui si rimanda per ogni dettaglio in merito. In particolare, la verifica alla liquefazione dei terreni presenti lungo il tracciato di progetto è stata condotta sul database complessivo delle prove CPT e SPT effettuate. Per il sito di interesse, al termine della verifica di liquefazione si è giunti alla conclusione che per quanto riguarda la tratta tra le progressive 32+525 e 51+991 *“Nella prima parte, e fino alla progressiva 43+000 circa, le indagini sono concordi nell’indicare l’assenza sostanziale di problemi di stabilità dei rilevati per liquefazione di strati granulari sciolti”* **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 19 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

10 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Il metodo di calcolo utilizzato per il dimensionamento e la verifica degli elementi strutturali è il Metodo Semiprobabilistico agli Stati Limite, per cui le combinazioni di carico utilizzate per la determinazione dei Parametri delle Sollecitazioni e le deformazioni sono le seguenti:

- Stati Limite Ultimi (Combinazione Statiche):

$$\gamma_{G1}G_{K1} + \gamma_{G2}G_{K2} + \gamma_Q \left[Q_{1k} + \sum_{i=2}^n (\psi_{0i} Q_{ki}) \right]$$

dove:

- G_1 Peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno dell'acqua, quando pertinenti al loro valore caratteristico
- G_2 Peso propri degli elementi non strutturali al loro valore caratteristico
- Q_k Azioni Variabili al loro valore caratteristico
- γ_{G1} Coefficiente parziale del peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno dell'acqua, quando pertinenti
- γ_{G2} Coefficiente parziale del peso propri degli elementi non strutturali
- γ_Q Coefficiente parziale delle azioni variabili
- ψ_{0i} Coefficiente di combinazione

		γ_F	EQU	A1	A2
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0.9	1.0	1.0
	Sfavorevoli		1.1	1.3	1.0
Carichi permanenti non strutturali G_2	Favorevoli	γ_{G2}	0.8	0.8	0.8
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
Carichi variabili Q	Favorevoli	γ_Q	0.0	0.0	0.0
	Sfavorevoli		1.5	1.5	1.3
EQU		stato limite di equilibrio come corpo rigido			
STR		stato limite di resistenza della struttura compresi gli elementi di fondazione			
GEO		stato limite di resistenza del terreno			

Tabella 1 Coefficienti parziali impiegati

Gli stati limite STR e GEO prevedono il raggiungimento della resistenza delle strutture o del terreno, rispettivamente. Nelle verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite ultimi, per le opere di fondazione e di sostegno delle terre, viene utilizzato l'Approccio 2 con la combinazione

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 20 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

(A1+M1+R3), secondo quanto riportato nel cap.6 delle NTC 08, dove la combinazione (A1+M1+R3) è dimensionante sia per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo strutturale, STR, e sia per le verifiche di sicurezza rispetto agli stati limite di tipo geotecnico, GEO.

PARAMETRI TERRENO	GRANDEZZA ALLA QUALE APPLICARE IL COEFFICIENTE PARZIALE	COEFFICIENTE PARZIALE g_M	CASO	
			M1	M2
Tangente dell'angolo di resistenza a taglio	$\tan\phi'_k$	$\gamma_{\phi'}$	1.00	1.25
Coesione efficace	c'	$\gamma_{c'}$	1.00	1.25
Resistenza non drenata	c_{uk}	γ_{cu}	1.00	1.40
Peso di volume	γ	γ	1.00	1.00

Tabella 2 Coefficienti parziali impiegati per i parametri del terreno

A1 e A2 sono i coefficienti parziali da applicare alle azioni;

M1 e M2 sono i coefficienti parziali da applicare ai parametri del terreno.

- Stati Limite Ultimi (Combinazione Dinamiche):

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i (\psi_{2i} Q_{ki})$$

dove:

E Azione Sismica per lo stato limite in esame

G_1 Peso proprio della struttura, nonché del peso proprio del terreno dell'acqua, quando pertinenti al loro valore caratteristico

G_2 Peso propri degli elementi non strutturali al loro valore caratteristico



Q_k Azioni Variabili al loro valore caratteristico

ψ_{2i} Coefficiente di combinazione

L'azione sismica viene determinata prendendo in considerazione le masse strutturali determinate secondo la seguente relazione:

$$G_1 + G_2 + \sum_i (\psi_{2i} Q_{ki})$$

La risposta a ciascuna componente, in accordo con il punto 7.3.5 delle NTC08, è combinata con gli effetti pseudo-statici indotti dagli spostamenti relativi prodotti dalla variabilità spaziale della componente stessa. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati successivamente, applicando la seguente espressione:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 21 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

$$1,00*E_x + 0,30*E_y + 0,30*E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi e conseguente individuazione degli effetti più gravosi.

- Stati Limite Ultimi (Combinazione Eccezionali: incendi, esplosioni, urti):

$$G_1 + G_2 + A_d + \sum_i (\psi_{2i} Q_{ki})$$

- Stati Limite Esercizio (Combinazione Statiche):

- Combinazione Rara

$$G_1 + G_2 + Q_{K1} + \sum_i (\psi_{0i} Q_{ki})$$

- Combinazione Frequente



$$G_1 + G_2 + \psi_1 Q_{K1} + \sum_i (\psi_{2i} Q_{ki})$$

- Combinazione Quasi Permanente

$$G_1 + G_2 + \sum_i (\psi_{2i} Q_{ki})$$

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
Categorie H Coperture	0.0	0.0	0.0
Vento	0.6	0.2	0.0
Neve (a quota ≤ 1000 s.l.m.)	0.5	0.2	0.0
Neve (a quota > 1000 s.l.m.)	0.7	0.5	0.2
Variazioni termiche	0.6	0.5	0.0

Tabella 3 Coefficienti di combinazione dei carichi variabili

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 22 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Le suddette combinazioni serviranno per verificare le tensioni di esercizio dei materiali, la deformabilità della struttura nonché la fessurazione nel caso di elementi in c.a. In particolar modo, le condizioni di cui tener conto nel caso di elementi in c.a. sono le seguenti:

Tabella 4.1.IV – *Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione*

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	$\leq w_1$

Tabella 4 Parametri per lo stato limite di fessurazione

Dove si definiscono, in base a quanto riportato al paragrafo 4.1.2.2.4.1, le seguenti grandezze:

$$w_1 = 0.2 \text{ mm}$$

$$w_2 = 0.3 \text{ mm}$$

$$w_3 = 0.4 \text{ mm}$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 23 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

11 ANALISI FEM

11.1 STRUMENTI SOFTWARE

11.2 STRUMENTI SOFTWARE

Per la modellazione della sovrastruttura e delle opere di fondazione è stato impiegato il software AXIS VM:

Codice di calcolo utilizzato per l'elaborazione mediante procedure di calcolo automatico :
AxisVM, ver. X4 – Modulo RC4
<http://www.stadata.com/>
Inter-CAD Ltd.

Estremi licenza d'uso:
codice utente **206015**
Intestata a: **ETRA SRL**
P. IVA03288000270
Calle Seconda del Campiello, 7 – 30026
Portogruaro (VE)



6256 © Inter-CAD Kit. 1991-2019

AXISVM X4
Edizione 3m

Registrato a
ETRA SRL

NL3/P

RC1	MSz, EC, DIN, SIA, ITA, STAS, NEN	DYN
RC2	MSz, EC, DIN, SIA, ITA, STAS	FFA
RC3	MSz, EC, DIN, SIA, ITA, STAS	XML
RC4	MSz, EC, SIA, ITA	DXF
SD1	MSz, EC, SIA, STAS, NEN	IFC
SD8	EC	REV
SD9	EC, SIA	PDF
SC1	EC	TI
SE1	EC, DIN, SIA, ITA	ALP
SE2	EC, ITA	ADK
SWG	EC, SIA, ITA	CBX
TD1	EC, SIA, ITA	DM
TD9	EC, SIA, ITA	COM
PS1	EC, SIA	

Le Condizioni d'Uso di AxisVM sono scritte nel file LICENSE.TXT.
Leggere questo file prima di usare il programma per la prima volta

Sistema operativo: Windows 10

Versione di AXIS impiegata nella modellazione FEM del fabbricato in oggetto.

11.3 MODELLAZIONE DELL'EDIFICIO

Per la progettazione delle strutture in oggetto è stata eseguita un'analisi dinamica lineare, realizzando un modello FEM tridimensionale per ciascuna struttura, per rappresentare in modo adeguato le effettive distribuzioni spaziali di massa, rigidezza e resistenza. In particolare, sono stati realizzati 3 modelli indipendenti: blocco 1, blocco 2 e Cabina Enel. Gli elementi considerati "secondari" e gli elementi non strutturali autoportanti (tamponature e tramezzi) sono stati rappresentati in termini di massa.

La rigidezza degli elementi strutturali è stata rappresentata con modelli lineari. Le azioni conseguenti al moto sismico sono modellate direttamente mediante spettri di risposta.

È stata eseguita un'analisi dinamica lineare con riferimento agli spettri di progetto ottenuti assumendo un fattore di struttura q , come descritto al paragrafo 9.2 della presente relazione.

L'analisi modale è stata impiegata per la determinazione dei modi di vibrare dell'edificio; gli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, sono stati calcolati per

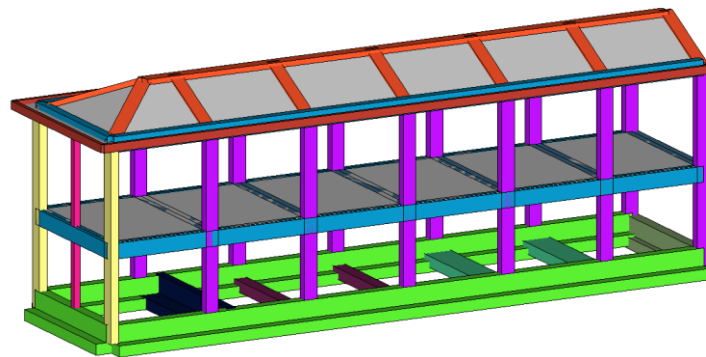
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 24 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

ciascuno dei modi di vibrare individuati (spectral response), e combinati utilizzando la combinazione quadratica completa CQC.

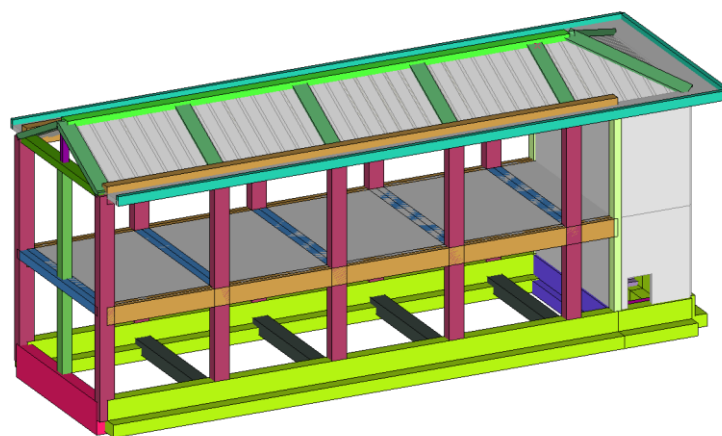
Per l'analisi elastica globale i materiali costituenti la struttura sono considerati elastici, omogenei ed isotropi e con comportamento lineare. La struttura è stata schematizzata escludendo il contributo degli elementi aventi rigidità e resistenza trascurabili a fronte dei principali.

Nel fabbricato PT/PJ2 e Cabina Enel le travi di fondazione sono state incluse, modellandole su un letto di molle alla Winkler, attribuendo un opportuno valore alla costante elastica delle molle che rappresentano il terreno ($k=10000\text{kN/m}^3$).



Si riporta di seguito un'immagine dei modelli FEM delle strutture.

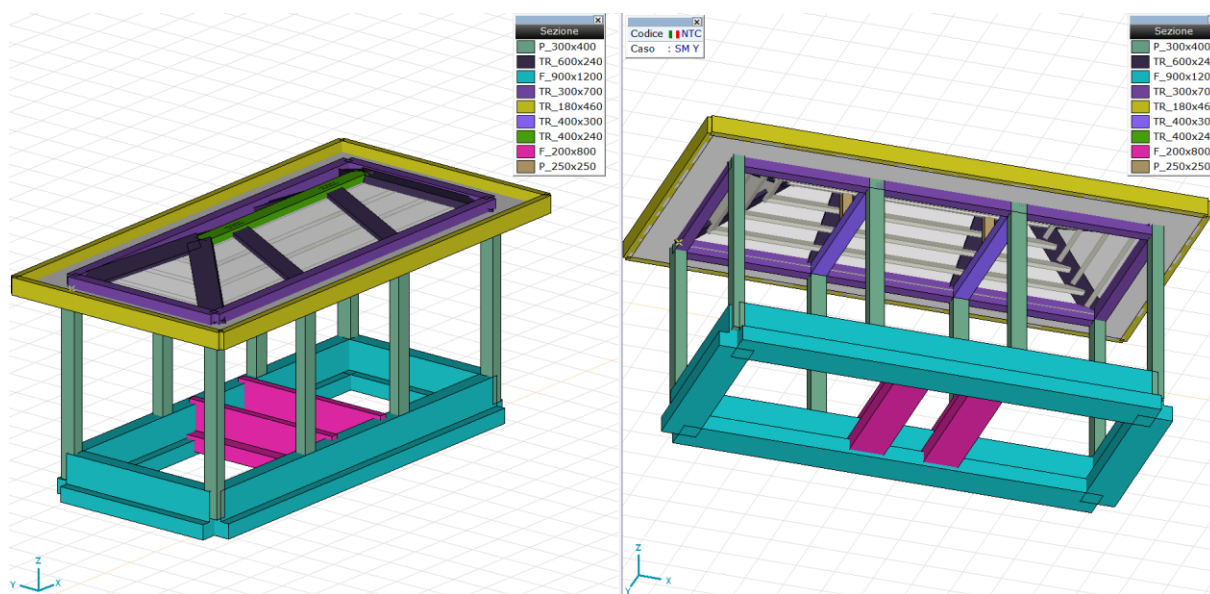


Modello FEM AXIS, blocco 1



Modello FEM Axis, blocco 2

<p>GENERAL CONTRACTOR</p> 	<p>ALTA SORVEGLIANZA</p> 			
<p>Pag 25 di 51</p>	<p>Progetto IN17</p>	<p>Lotto 12</p>	<p>Codifica EI2RBFA0900001</p>	<p>A</p>



Modello FEM AXIS VM Cabina Enel

I carichi verticali sono stati attribuiti agli elementi strutturali, sotto forma di beam load o floor load. Si riporta a titolo esemplificativo l'immagine seguente, in cui possono vedere i carichi G_2 sul solaio di copertura attribuiti agli elementi del modello FEM.

12 VERIFICHE DI SICUREZZA STRUTTURA DI FONDAZIONE

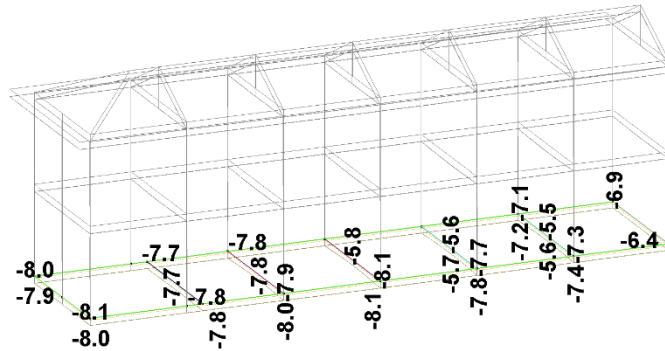
12.1 VERIFICHE GEOTECNICHE PC – BLOCCO 1

Le verifiche geotecniche consistono sostanzialmente nella verifica di capacità portante che viene condotta seguendo l'Approccio 2: ($A1 + M1 + R3$), con i coefficienti parziali indicati in dettaglio nel capitolo 8, quindi con coefficienti parziali unitari per le caratteristiche del terreno e pari a 2.3 per la fondazione superficiale (verifica di capacità portante).

A titolo di esempio, si riporta il contour plot degli spostamenti verticali sulle travi di fondazione nella combinazione quasi permanente dei carichi.

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 26 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Analisi lineare	
Codice	ITC
Caso	Involuppo Mini,Max
Involuppo	SLE Quasi-permanente
E (P)	2.93E-7
E (W)	2.93E-7
E (Tq)	4.39E-11
Comp.	1 c2 (mm)
Parti	(5)
Trave/TF_L_B130	
Trave/TF_L30x50	
Trave/TF_60x50	
Trave/TF_T_B150	
Trave/TF7_T_B150	



Z
Y X

[I], > 5 parti, Lineare, Involuppo (SLE Quasi-permanente), eZ, Diagramma

Dal contour plot risulta una distribuzione sostanzialmente omogenea degli abbassamenti e quindi della reazione del terreno, come atteso data la notevole rigidezza delle travi rovesce.

La pressione limite q_{lim} è stata determinata con la formula generale di Brinch-Hansen, impiegata per il calcolo della capacità portante di fondazioni superficiali.

$$q_{lim} = 0.5\gamma'BN_{\gamma}s_{\gamma}d_{\gamma}i_{\gamma}b_{\gamma}g_{\gamma} + q'N_q s_q d_q i_q b_q g_q + c'N_c s_c d_c i_c b_c g_c$$

Sulla base dei parametri geotecnici, di cui al capitolo 7, sono stati calcolati i diversi termini seguenti:

N_c, N_q, N_{γ} : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \phi'/2) * e^{(\pi * \tan \phi')}$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \phi'$$

$$N_{\gamma} = 2 * (N_q + 1) * \tan \phi'$$

s_c, s_q, s_{γ} : fattori di forma

$$s_c = 1 + B^* N_q / (L^* N_c)$$

$$s_q = 1 + B^* \tan \phi' / L^*$$

$$s_{\gamma} = 1 - 0.4 * B^* / L^*$$

i_c, i_q, i_{γ} : fattori di inclinazione del carico

$$i_q = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cot \phi'))^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_{\gamma} = (1 - H / (N + B^* L^* c' \cot \phi'))^{(m+1)}$$

$$m_c = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*)$$

$$m_{\gamma} = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*)$$

$$\theta = \arctg(Tb/Tl)$$

d_c, d_q, d_{γ} : fattori di profondità del piano di posa

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \phi')$$

$$D/B^* \leq 1 \implies d_q = 1 + 2D \tan \phi' (1 - \sin \phi')^2 / B^*$$

$$d_{\gamma}$$

$$\beta_r + \beta_p = 0.00^\circ \quad \beta_r + \beta_p < 45^\circ$$

b_c, b_q, b_{γ} : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_r \tan \phi')^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \phi')$$

$$b_{\gamma} = b_q$$

g_c, g_q, g_{γ} : fattori di inclinazione piano di campagna

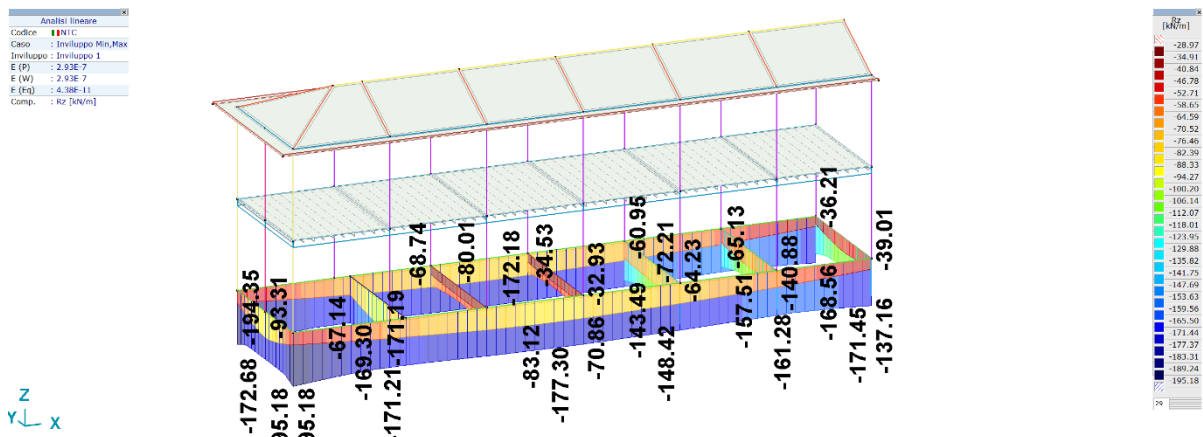
$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \phi')$$

$$g_{\gamma} = g_q$$

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 27 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

La verifica è stata eseguita estraendo i risultati all’inviluppo SLU SLV per tutti gli elementi delle travi di fondazione, come riportato nelle tabelle seguenti. Il valore della capacità portante q_{lim} di seguito riportato è stato calcolato dividendo il risultato ottenuto con la formula di Brich-Hansen per il coefficiente parziale di sicurezza pari a 2.3, secondo l’approccio 2 di NTC18. Inoltre, la pressione agente q è quella ottenuta dai risultati del modello di calcolo, amplificando poi le sollecitazioni agenti per il coefficiente γ_{Rd} pari a 1.1 in CDB, come richiesto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC18. È possibile osservare che i rapporti tra azione resistenti ed agenti sono largamente maggiori dell’unità e le verifiche sono abbondantemente soddisfatte in tutti i casi analizzati.





[I], Lineare, Inviluppo (Inviluppo SLU-SLV), Rz (app. lin.), Diagramma con retino

Verifica trave fondazione larghezza 150cm

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 150 cm
Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 28 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
		γ_R	
	A1+M1+R3	1.00	1.00
		2.30	
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\phi_k = \phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\phi_1 = atan(tan(\phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	150 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	1500 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Peso del terreno naturale sotto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	115 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 29 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	150.0 cm 1500.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 20.70 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	 234 kPa 130.1 kPa
$L_s =$			55.6%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 30 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 130cm (marginale)

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... $B = 130 \text{ cm}$
Lunghezza della fondazione..... $L = 10 B$ (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
		γ_R	
	A1+M1+R3	1.00	1.00
			2.30
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\phi_k = \phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\phi_1 = atan(tan(\phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	130 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	1300 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	115 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 31 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	130.0 cm 1300.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 20.70 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	 221 kPa 105.5 kPa
$L_s =$			47.7%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 32 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 60cm

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 60 cm
 Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
			γ_R
	$A1+M1+R3$	1.00	1.00
			2.30
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\phi_k = \phi_m =$	28.0 deg
	$A1+M1+R3$	$\phi_1 = atan(tan(\phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	$A1+M1+R3$	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	60 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	600 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	80 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	$A1+M1+R3$		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 33 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	60.0 cm 600.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 14.40 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	 135 kPa 118.1 kPa
$L_s =$			87.8%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 34 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 130cm (centrale)

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 130 cm

Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
		γ_R	
	A1+M1+R3	1.00	1.00
			2.30
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\Phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\Phi_k = \Phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\Phi_1 = atan(tan(\Phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	130 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	1300 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	80 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

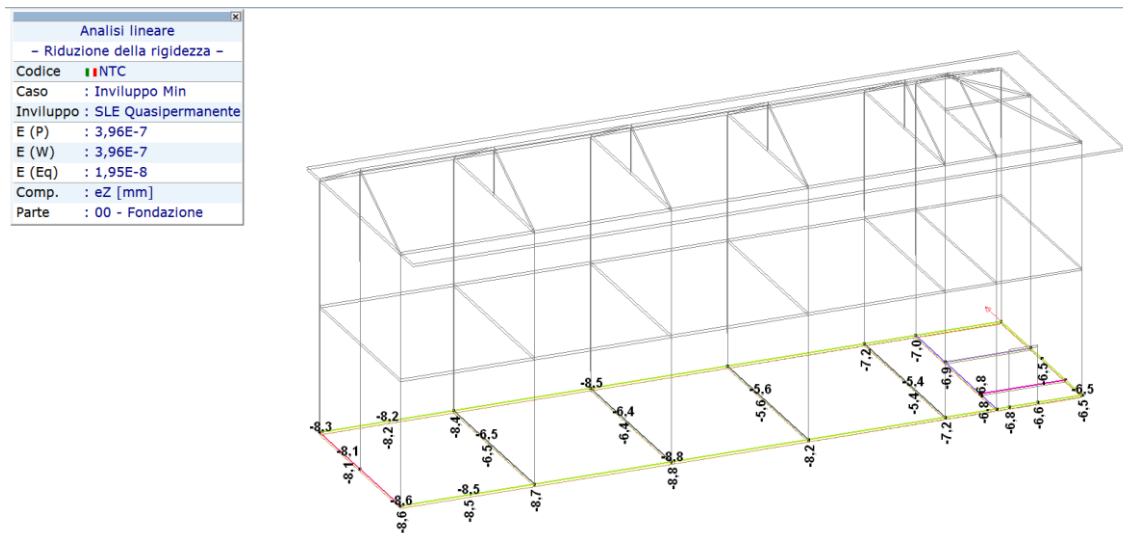
GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 35 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	130.0 cm 1300.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 14.40 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	179 kPa 114.2 kPa
$L_s =$			63.8%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 36 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

12.2 VERIFICHE GEOTECNICHE PC – BLOCCO 2

La verifica di capacità portante viene condotta seguendo l'Approccio 2: (A1 + M1 + R3), con i coefficienti parziali indicati in dettaglio nel capitolo 8, quindi con coefficienti parziali unitari per le caratteristiche del terreno e pari a 2.3 per la fondazione superficiale (verifica di capacità portante). A titolo di esempio, si riporta il contour plot degli spostamenti verticali sulle travi di fondazione nella combinazione quasi permanente dei carichi.



[I], > 5 parti, Lineare, Involuppo (SLE Quasi permanente), eZ, Diagramma

Dal contour plot risulta una distribuzione sostanzialmente omogenea degli abbassamenti e quindi della reazione del terreno, come atteso data la notevole rigidità delle travi rovesce.

La pressione limite q_{lim} è stata determinata con la formula generale di Brinch-Hansen, impiegata per il calcolo della capacità portante di fondazioni superficiali.

$$q_{lim} = 0.5\gamma'BN_{\gamma}s_{\gamma}d_{\gamma}i_{\gamma}b_{\gamma}g_{\gamma} + q'N_qs_qd_qi_qb_qg_q + c'N_cs_cd_ci_cb_cg_c$$

Sulla base dei parametri geotecnici, di cui al capitolo 7, sono stati calcolati i diversi termini seguenti:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 37 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Nc, Nq, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$Nq = \tan^2(45 + \varphi'/2) \cdot e^{(\pi \cdot \tan \varphi')}$$

$$Nc = (Nq - 1) / \tan \varphi'$$

$$N\gamma = 2 \cdot (Nq + 1) \cdot \tan \varphi'$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B \cdot Nq / (L \cdot Nc)$$

$$s_q = 1 + B \cdot \tan \varphi' / L^*$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 \cdot B^* / L^*$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$i_q = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cot \varphi'))^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (Nq - 1)$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B \cdot L^* \cdot c' \cdot \cot \varphi'))^{(m+1)}$$

$$m_b = (2 + B^* / L^*) / (1 + B^* / L^*)$$

$$m_\gamma = (2 + L^* / B^*) / (1 + L^* / B^*)$$

$$\theta = \arctg(Tb/Tl)$$

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di posa

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$D/B^* \leq 1 \rightarrow d_q = 1 + 2D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B^*$$

$$d_\gamma$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00^\circ \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_\gamma = b_q$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

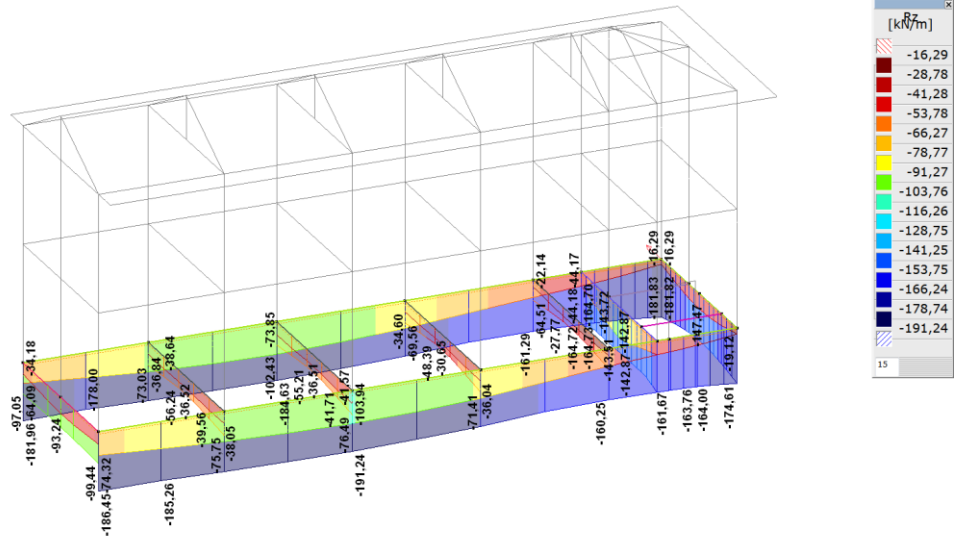
$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_\gamma = g_q$$

La verifica è stata eseguita estraendo i risultati all'involuppo SLU SLV per tutti gli elementi delle travi di fondazione, come riportato nelle tabelle seguenti. Il valore della capacità portante q_{lim} di seguito riportato è stato calcolato dividendo il risultato ottenuto con la formula di Brich-Hansen per il coefficiente parziale di sicurezza pari a 2.3, secondo l'approccio 2 di NTC18. Inoltre, la pressione agente q è quella ottenuta dai risultati del modello di calcolo, amplificando poi le sollecitazioni agenti per il coefficiente γ_{Rd} pari a 1.1 in CDB, come richiesto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC18. È possibile osservare che i rapporti tra azione resistenti ed agenti sono largamente maggiori dell'unità e le verifiche sono abbondantemente soddisfatte in tutti i casi analizzati.

Analisi lineare	
- Riduzione della rigidità -	
Codice	NTC
Caso	Inviluppo Min,Max
Inviluppo	Tutti gli SLU
E (P)	3,96E-7
E (W)	3,96E-7
E (Eq)	1,95E-8
Comp.	Rz [kN/m]
Parte	00 - Fondazione



[I], Lineare, Inviluppo (Inviluppo SLU-SLV), Rz (app. lin.), Diagramma con retino

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 39 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 150cm

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 150 cm
 Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ} γ_c γ_R	
	A1+M1+R3	1.00 1.00 2.30	
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\Phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\Phi_k = \Phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\Phi_1 = atan(tan(\Phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	150 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	1500 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	115 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 40 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	150.0 cm 1500.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 20.70 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	234 kPa 127.5 kPa
$L_s =$			54.5%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 41 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 100cm (centrale)

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 100 cm

Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ} γ_c γ_R	
	A1+M1+R3	1.00 1.00 2.30	
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\phi_k = \phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\phi_1 = atan(tan(\phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	100 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	1000 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	115 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 42 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	100.0 cm 1000.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 20.70 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	202 kPa 164.7 kPa
$L_s =$			81.5%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 43 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 60cm

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 60 cm
Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
			γ_R
	A1+M1+R3	1.00	1.00
			2.30
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\phi_k = \phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\phi_1 = atan(tan(\phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	60 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	600 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	80 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 44 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

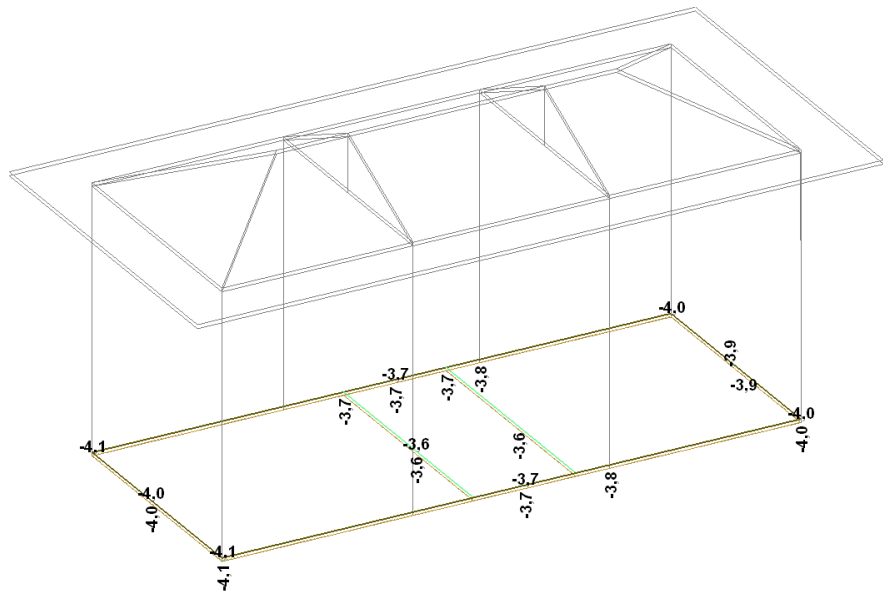
Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	60.0 cm 600.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 14.40 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	135 kPa 127.5 kPa
$L_s =$			94.7%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 45 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

12.3 VERIFICHE GEOTECNICHE CABINA ENEL

La verifica di capacità portante viene condotta seguendo l'Approccio 2: (A1 + M1 + R3), con i coefficienti parziali indicati in dettaglio nel capitolo 8, quindi con coefficienti parziali unitari per le caratteristiche del terreno e pari a 2.3 per la fondazione superficiale (verifica di capacità portante). A titolo di esempio, si riporta il contour plot degli spostamenti verticali sulle travi di fondazione nella combinazione quasi permanente dei carichi.

Analisi lineare	
- Riduzione della rigidità -	
Codice	INTC
Caso	Inviluppo Min
Inviluppo	SLE Quasipermanente
E (P)	: 2,87E-7
E (W)	: 2,87E-7
E (Eq)	: 3,46E-10
Comp.	: eZ [mm]
Parte	: 01 - Fondazione



[I], > 5 parti, Lineare, Inviluppo (SLE Quasipermanente), eZ, Diagramma

Dal contour plot risulta una distribuzione sostanzialmente omogenea degli abbassamenti e quindi della reazione del terreno, come atteso data la notevole rigidità delle travi rovesce.

La pressione limite q_{lim} è stata determinata con la formula generale di Brinch-Hansen, impiegata per il calcolo della capacità portante di fondazioni superficiali.

$$q_{lim} = 0.5\gamma'BN_{\gamma}s_{\gamma}d_{\gamma}i_{\gamma}b_{\gamma}g_{\gamma} + q'N_q s_q d_q i_q b_q g_q + c'N_c s_c d_c i_c b_c g_c$$

Sulla base dei parametri geotecnici, di cui al capitolo 7, sono stati calcolati i diversi termini seguenti:

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 46 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

N_c, N_q, N_γ : coefficienti di capacità portante

$$N_q = \tan^2(45 + \varphi'/2) * e^{(\pi * \tan \varphi')}$$

$$N_c = (N_q - 1) / \tan \varphi'$$

$$N_\gamma = 2 * (N_q + 1) * \tan \varphi'$$

s_c, s_q, s_γ : fattori di forma

$$s_c = 1 + B * N_q / (L * N_c)$$

$$s_q = 1 + B * \tan \varphi' / L *$$

$$s_\gamma = 1 - 0,4 * B * / L *$$

i_c, i_q, i_γ : fattori di inclinazione del carico

$$i_q = (1 - H / (N + B * L * c' \cot \varphi'))^m$$

$$i_c = i_q - (1 - i_q) / (N_q - 1)$$

$$i_\gamma = (1 - H / (N + B * L * c' \cot \varphi'))^{(m+1)}$$

$$m_b = (2 + B * / L *) / (1 + B * / L *)$$

$$m_\gamma = (2 + L * / B *) / (1 + L * / B *)$$

$$\theta = \arctg(Tb/Tl)$$

d_c, d_q, d_γ : fattori di profondità del piano di posa

$$d_c = d_q - (1 - d_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$D/B \leq 1 \rightarrow d_q = 1 + 2D \tan \varphi' (1 - \sin \varphi')^2 / B *$$

$$d_\gamma$$

$$\beta_f + \beta_p = 0.00^\circ \quad \beta_f + \beta_p < 45^\circ$$

b_c, b_q, b_γ : fattori di inclinazione base della fondazione

$$b_q = (1 - \beta_f \tan \varphi')^2$$

$$b_c = b_q - (1 - b_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$b_\gamma = b_q$$

g_c, g_q, g_γ : fattori di inclinazione piano di campagna

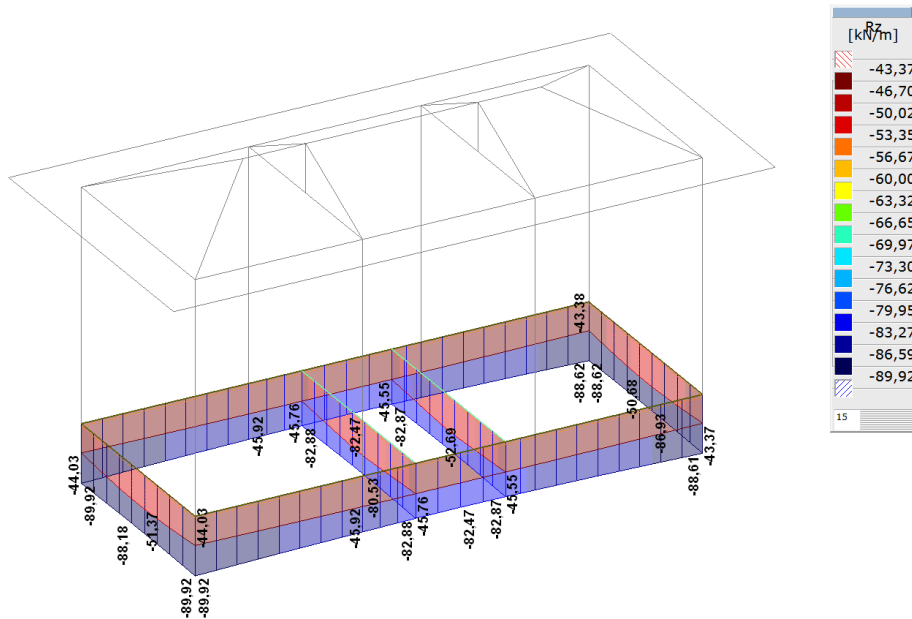
$$g_q = (1 - \tan \beta_p)^2$$

$$g_c = g_q - (1 - g_q) / (N_c \tan \varphi')$$

$$g_\gamma = g_q$$

La verifica è stata eseguita estraendo i risultati all'involuppo SLU SLV per tutti gli elementi delle travi di fondazione, come riportato nelle tabelle seguenti. Il valore della capacità portante q_{lim} di seguito riportato è stato calcolato dividendo il risultato ottenuto con la formula di Brich-Hansen per il coefficiente parziale di sicurezza pari a 2.3, secondo l'approccio 2 di NTC18. Inoltre, la pressione agente q è quella ottenuta dai risultati del modello di calcolo, amplificando poi le sollecitazioni agenti per il coefficiente γ_{Rd} pari a 1.1 in CDB, come richiesto nel paragrafo 7.2.5 delle NTC18. È possibile osservare che i rapporti tra azione resistenti ed agenti sono largamente maggiori dell'unità e le verifiche sono abbondantemente soddisfatte in tutti i casi analizzati.

Analisi lineare	
- Riduzione della rigidità -	
Codice	NTC
Caso	Inviluppo Min,Max
Inviluppo	Tutti gli SLU
E (P)	2,87E-7
E (W)	2,87E-7
E (Eq)	3,46E-10
Comp.	Rz [kN/m]
Parti	(2)
Trave/F_200x800	
Trave/F_900x1200	



[I], Lineare, Inviluppo (Inviluppo SLU-SLV), Rz (app. lin.), Diagramma con retino

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 48 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Verifica trave fondazione larghezza 90cm

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... **B = 90 cm**
Lunghezza della fondazione..... **L = 10 B (cautelativamente)**

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
		γ_R	
	A1+M1+R3	1.00	1.00
		2.30	
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\Phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\Phi_k = \Phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\Phi_1 = atan(tan(\Phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	90 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	900 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Peso del terreno naturale sotto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	115 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 49 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	90.0 cm 900.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacita portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{\sqrt{\pi} \cdot \tan(\Phi_1)} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 20.70 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	196 kPa 99.9 kPa
$L_s =$			51.0%

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 50 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica E12RBFA0900001	A



Verifica trave fondazione larghezza 80cm (centrale)

Dimensioni fondazione di riferimento:

Larghezza della fondazione..... B = 80 cm

Lunghezza della fondazione..... L = 10 B (cautelativamente)

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1	CAPACITA' PORTANTE DI FONDAZIONI SUPERFICIALI RETTANGOLARI - CONDIZIONE DRENATA		
1 .1	Coefficienti di sicurezza per le diverse condizioni di carico:		
		γ_{ϕ}	γ_c
			γ_R
	A1+M1+R3	1.00	1.00
			2.30
1 .2	Angolo di attrito per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$\Phi_m =$	28.00 deg
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$\Phi_k = \Phi_m =$	28.0 deg
	A1+M1+R3	$\Phi_1 = atan(tan(\Phi_k)/\gamma_{\phi 1}) =$	28.0 deg
1 .3	Coesione per le diverse condizioni di carico :		
	Valore medio: in cond pseudo-statiche:	$c_m =$	0.00 kPa
	Valore caratteristico in cond pseudo-statiche:	$c_k = c_m =$	0.0 kPa
	A1+M1+R3	$c_1 = c_k / \gamma_{c1} =$	0.0 kPa
1 .4	Valori di capacità portante :		
1 .4.1	Parametri di base :		
	Dimensioni GEOMETRICHE della fondazione :		
	Larghezza della fondazione :	$B_g =$	80 cm
	Lunghezza della fondazione :	$L_g =$	800 cm
	Peso del terreno naturale:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Peso del terreno naturale soto il piano di fondazione:	$\gamma_t =$	18.00 kN/m ³
	Profondità del piano di fondazione:	$D_f =$	115 cm
1 .4.2	Carichi agenti sul piano di fondazione :		
	A1+M1+R3		
	Carico verticale :	$V_1 =$	1.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della larghezza B :	$H_{B1} =$	0.00 kN
	Carico orizzontale nella direzione della lunghezza L :	$H_{L1} =$	0.00 kN
	Momento flettente nel piano della larghezza B :	$M_{B1} =$	0.00 kNm
	Momento flettente nel piano della lunghezza L :	$M_{L1} =$	0.00 kNm

GENERAL CONTRACTOR 		ALTA SORVEGLIANZA 		
Pag 51 di 51	Progetto IN17	Lotto 12	Codifica EI2RBFA0900001	A

Indice	Descrizione	Formule	Valore U.M.
CAPACITA' PORTANTE IN CONDIZIONI STATICHE O PSEUDO-STATICHE			
1 .4.3	Eccentricità di calcolo : A1+M1+R3 Nel piano della larghezza della fondazione : Nel piano della larghezza della fondazione :	$e_{B1} = M_{B1} / V_1 =$ $e_{L1} = M_{L1} / V_1 =$	0.0 cm 0.0 cm
1 .4.4	Dimensioni EFFICACI della fondazione : A1+M1+R3 Larghezza della fondazione : Lunghezza della fondazione :	$B_1 = B_g - 2 \cdot e_{B1} =$ $L_1 = L_g - 2 \cdot e_{L1} =$	80.0 cm 800.0 cm
1 .4.5	Coefficienti adimensionali di capacità portante : A1+M1+R3	$N_{q1} = e^{(\pi \cdot \tan(\Phi_1))} \cdot \tan(45 \text{deg} + \Phi_1 / 2)^2 =$ $N_{c1} = (N_{q1} - 1) / \tan(\Phi_1) =$ $N_{\gamma 1} = 2 \cdot (N_{q1} + 1) \cdot \tan(\Phi_1) =$	14.7 25.8 16.7
1 .4.6	Fattori di forma della fondazione e di inclinazione dei carichi : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della lunghezza L : A1+M1+R3 Inclinazione nel piano della larghezza B : A1+M1+R3 Carico verticale a lato della superficie di fondazione :	$s_{q1} = 1 + (B_1 / L_1) \cdot \sin(\Phi_1) =$ $s_{c1} = (s_{q1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $s_{\gamma 1} = 1 - 0.3 \cdot B_1 / L_1 =$ $i_{qL1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{cL1} = (i_{qL1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma L1} = 1 - H_{L1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}) =$ $i_{qB1} = (1 - 0.7 \cdot H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $i_{cB1} = (i_{qB1} \cdot N_{q1} - 1) / (N_{q1} - 1) =$ $i_{\gamma B1} = (1 - H_{B1} / (V_1 + B_1 \cdot L_1 \cdot (\tan(\Phi_1))^{-1}))^3 =$ $q =$	1.05 1.05 0.97 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 1.000 20.70 kPa
1 .4.7	Calcolo della capacità portante : A1+M1+R3 Pressione locale sul terreno	$q_{R1} = q \cdot N_{q1} \cdot s_{q1} \cdot i_{qL1} \cdot i_{qB1} + c_1 \cdot N_{c1} \cdot s_{c1} \cdot i_{cL1} \cdot i_{cB1} + B_1 \cdot \gamma_f \cdot N_{\gamma 1} \cdot s_{\gamma 1} \cdot i_{\gamma L1} \cdot i_{\gamma B1} / 2$ $Q_{Rd1} = q_{R1} / \gamma_{R1} =$ $\sigma_t = R_z / B =$	 189 kPa 103.6 kPa
Ls =			54.7%