

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



CUP: J64H17000140001

U.O. INFRASTRUTTURE NORD

PROGETTO DEFINITIVO

RADDOPPIO PONTE S. PIETRO – BERGAMO – MONTELLO

APPALTO 7: CABINA TE DI AMBIVERE MAPELLO

SSE di Ambivere/Mapello

Relazione di calcolo fondazioni

SCALA:

-

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

N B 1 R 0 7 D 2 6 C L F A 0 5 0 0 0 0 1 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Serrau 	Marzo 2020	A. Maran 	Marzo 2020	M. Berlingieri 	Marzo 2020	A. Perego

File: NB1R07D26CLFA0500001A

n. Elab.:

INDICE

1	PREMESSA	3
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	5
2.1	NORMATIVA E ISTRUZIONI	5
3	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI	6
3.1	CALCESTRUZZO	6
3.2	ACCIAIO.....	6
4	GEOMETRIA.....	7
5	ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	9
5.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA DI FONDAZIONE	9
5.2	PESO PROPRIO SOVRASTRUTTURA	9
5.3	CARICO ACCIDENTALE	9
6	COMBINAZIONI DI CARICO	10
7	PRESSIONE ESERCITATA SUL TERRENO DI FONDAZIONE.....	12
7.1	FONDAZIONE CONTAINER SINGOLO (CONTAINER SUD)	12
7.1	FONDAZIONE CONTAINER RETTANGOLARI (CONTAINER NORD)	14
8	INCIDENZE.....	16

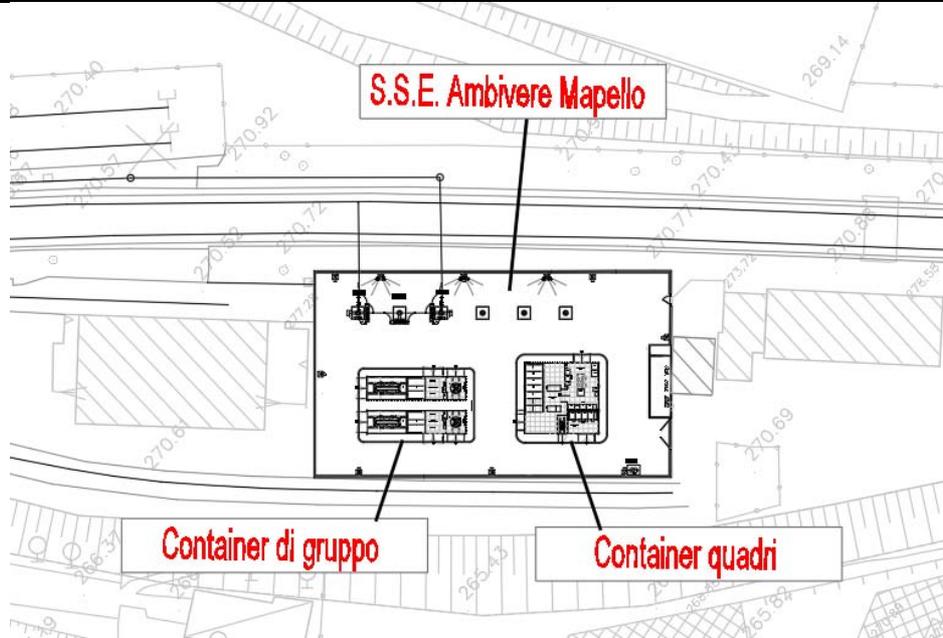


Figure 1-2: planimetria ubicazione impianto

	PROGETTO DEFINITIVO RADDOPPIO PONTE SAN PIETRO – BERGAMO – MONTELLO APPALTO 7: CABINA TE DI AMBIVERE MAPELLO					
	SSE di Ambivere/Mapello					
Relazione di calcolo fondazioni	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	NB1R	07	D 26	CLFA0500001	A	5 di 16

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

2.1 Normativa e istruzioni

I calcoli e le disposizioni esecutive sono conformi alle norme attualmente in vigore e nel seguito elencate:

- D.M. del 17.01.2018 “Aggiornamento delle norme tecniche per le costruzioni” (NTC 2018);
- Circolare del 21.01.2019 contenente le istruzioni per le l’applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. del 17.01.2018;
- UNI EN 206:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- UNI EN 11104:2016 – “Calcestruzzo - Specificazione. prestazione. produzione e conformità - Specificazioni complementari per l’applicazione della EN 206;
- EN 1992-1 “Eurocodice 2 - Progettazione delle strutture in calcestruzzo - Parte 1-1: Regole generali e regole per edifici”.
- EN 1997-1 “Eurocodice 7 - Progettazione geotecnica- Parte 1: Regole generali”.
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI parte II – sezione 2 – “Ponti e strutture” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C.
- Manuale di progettazione delle opere civili RFI parte II – sezione 3 – “Corpo stradale” - RFI DTC SI PS MA IFS 001 C.
- RFI DTC SI SP IFS 001 C – “Capitolato Generale di Appalto delle Opere Civili”.

3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

I materiali utilizzati nella realizzazione delle fondazioni sono descritti in seguito.

3.1 Calcestruzzo

Classe C25/30

Resistenza a compressione di progetto $f_{cd} = 0.85 f_{ck} / 1.5 = 14.17 \text{ MPa}$

Modulo elastico $E_{cm} = 31 \text{ GPa}$

Classe di esposizione = XC2

Condizioni ambientali: ordinarie

Calcestruzzo tipo G

Copriferro minimo = 40mm

3.2 Acciaio

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

acciaio	B450C
tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$;
tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$;
resistenza di calcolo a trazione	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$;
modulo elastico	$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$.

4 GEOMETRIA

In funzione del carico trasmesso dalla sovrastruttura si decide di utilizzare fondazioni superficiali costituite da travi a T rovescia aventi le dimensioni seguenti:

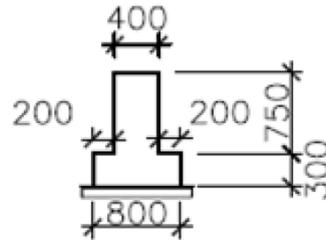


Figure 4-1: sezione trasversale trave di fondazione

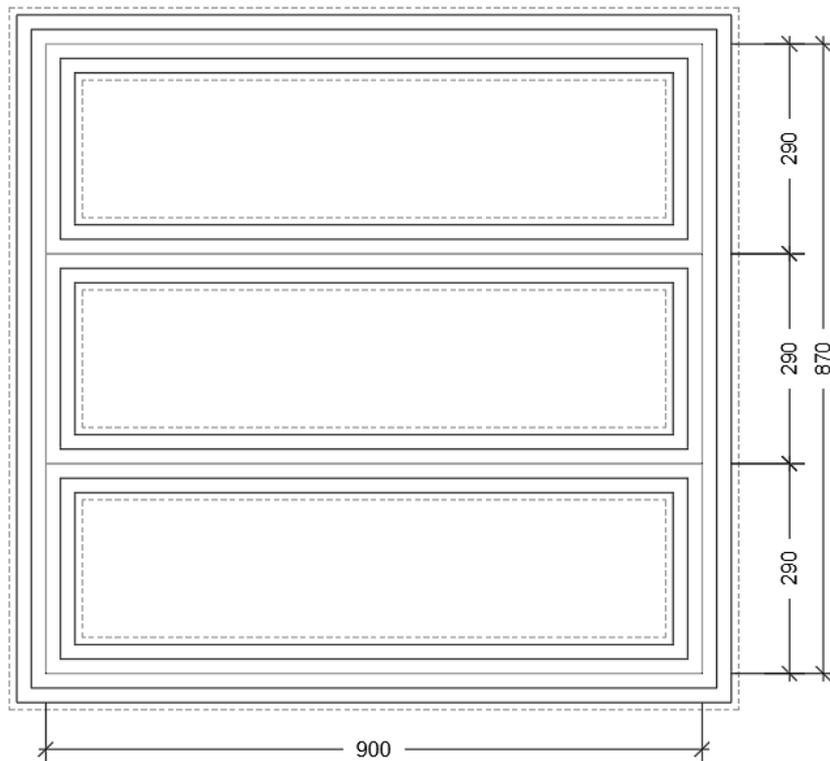


Figure 4-2: sistema di fondazione container quadri (container SUD)

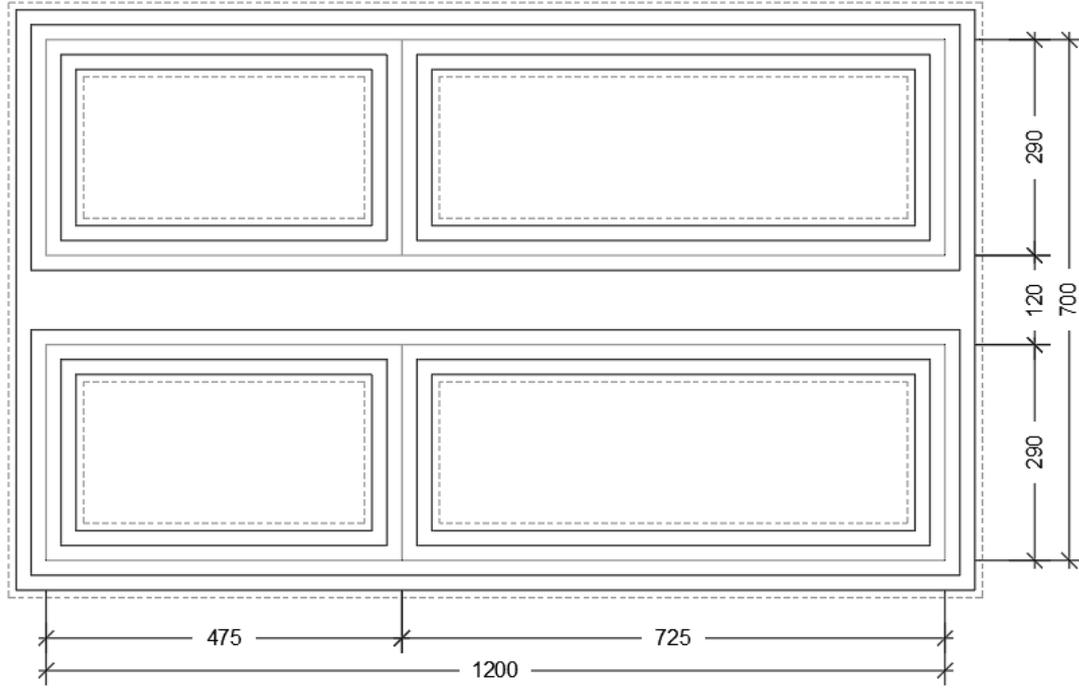


Figure 4-3: sistema di fondazione container di gruppo (container NORD)

5 ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

Si riportano di seguito i carichi definiti per le analisi.

5.1 Peso proprio della struttura di fondazione

Il peso proprio delle travi di fondazione viene calcolato considerando per il c.a. $\gamma_c = 25 \text{ kN/m}^3$.

5.2 Peso proprio sovrastruttura

Per il container singolo si considera un peso proprio, complessivo delle apparecchiature interne, pari a 15t.

Per i due container rettangolari si considera un peso proprio, complessivo delle apparecchiature interne, pari a 20t ciascuno.

5.3 Carico accidentale

Si considera un valore del sovraccarico accidentale pari a 2 kN/m^2 .

6 COMBINAZIONI DI CARICO

Sulla base delle azioni elementari precedentemente illustrate sono state definite le combinazioni di carico.

Le combinazioni di carico prese in considerazione sono state definite in base a quanto prescritto dalle NTC-2018 al par.2.5.3:

Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (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 caratteristica rara, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche delle tensioni d'esercizio:

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

Combinazione caratteristica frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, da utilizzarsi nelle verifiche a fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

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

Combinazione sismica:

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

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		γ_F			
Carichi permanenti G_1	Favorevoli	γ_{G1}	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	γ_{G2}	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	γ_{Qk}	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

Tab. 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 - Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G - Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I - Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K - Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
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

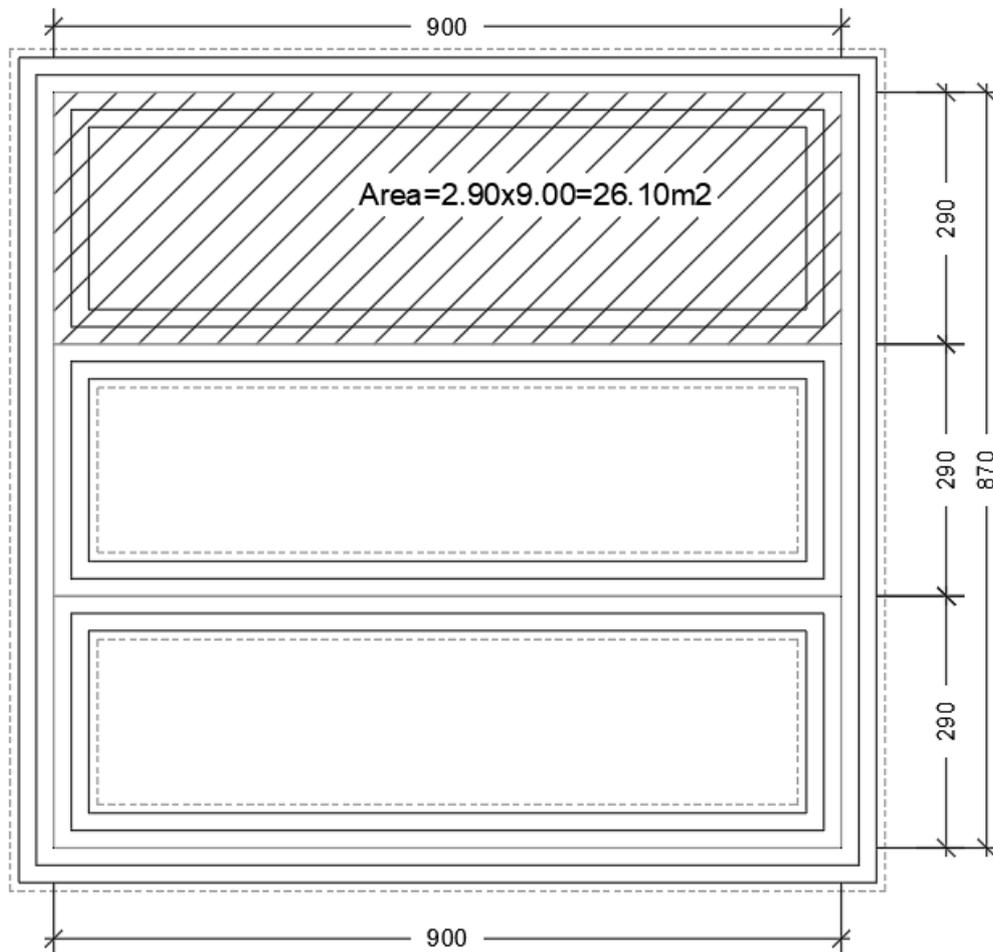
Tabella 6.2: coefficienti di combinazione

7 PRESSIONE ESERCITATA SUL TERRENO DI FONDAZIONE

In funzione dei carichi precedentemente descritti, verrà ora valutata la pressione esercitata sul terreno di fondazione secondo l'approccio progettuale 2 (A1+M1+R3).

7.1 Fondazione container singolo (container SUD)

Il peso totale del container è pari a 15t. Al fine di determinare la pressione esercitata sul terreno di fondazione, si ipotizza a favore di sicurezza, che tale peso sia distribuito su un'area afferente a due sole travi di fondazione come di seguito indicato:



Il peso del container sulla singola trave di luce 9.00m vale:

$$\frac{15000}{2 \cdot 9.00} = 833 \left[\frac{kg}{m} \right] = 8.33 \left[\frac{kg}{cm} \right]$$

Moltiplicando per il coefficiente parziale per le azioni $\gamma_{G2}=1.50$ e dividendo per la larghezza della trave $b=80\text{cm}$, la pressione sul terreno al di sotto della singola trave per effetto del peso del container vale:

$$1.50 \cdot \frac{8.33}{80} = 0.156 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Per effetto del peso proprio della trave si ha:

$$A_{\text{trave}} \cdot \gamma_{\text{cis}} = 5400 [\text{cm}^2] \cdot 0.0025 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^3} \right] = 13.50 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right]$$

Moltiplicando per il coefficiente parziale per le azioni $\gamma_{G1}=1.30$ e dividendo per la larghezza della trave $b=80\text{cm}$, la pressione sul terreno al di sotto della singola trave per effetto del suo peso vale:

$$1.30 \cdot \frac{13.50}{80} = 0.219 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Per effetto del carico accidentale si ha:

$$2.00 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right] \cdot 9.00 [\text{m}] \cdot 2.90 [\text{m}] = 5220 [\text{kg}]$$

Sulla singola trave si ha:

$$\frac{5220}{2 \cdot 9.00} = 290 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] = 2.90 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right]$$

Moltiplicando per il coefficiente parziale per le azioni $\gamma_Q=1.50$ e dividendo per la larghezza della trave $b=80\text{cm}$, la pressione sul terreno al disotto della singola trave per effetto del carico accidentale vale:

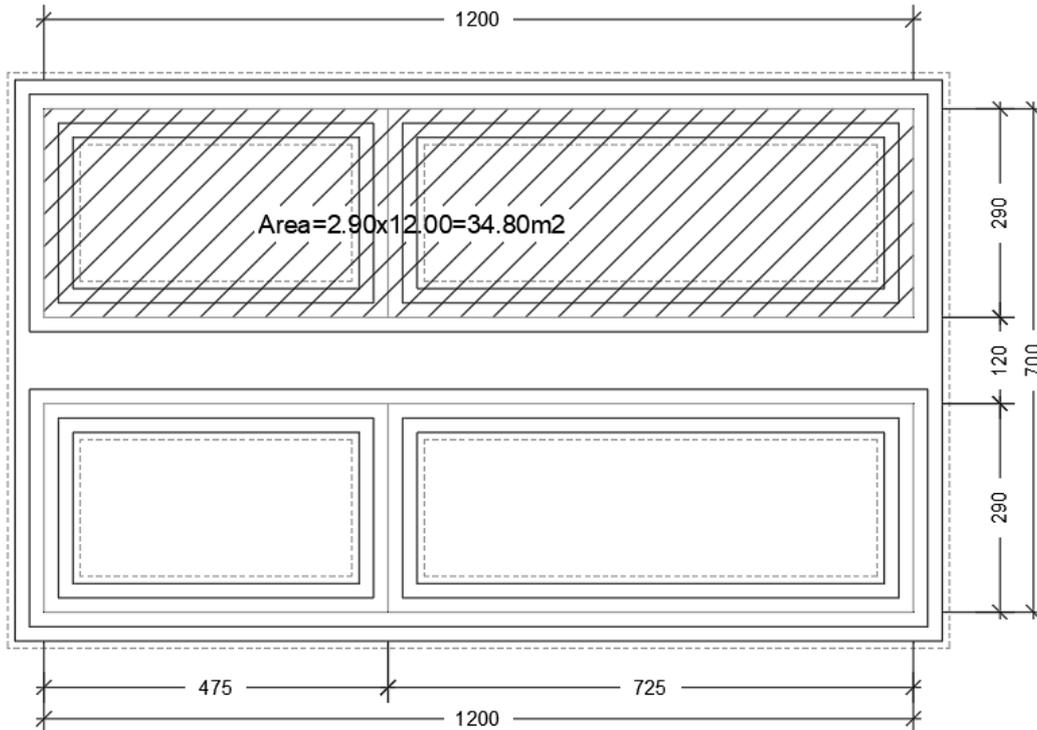
$$1.50 \cdot \frac{2.90}{80} = 0.054 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Complessivamente, la pressione esercitata sul terreno al di sotto della singola trave sarà pari a:

$$0.156 + 0.219 + 0.054 = 0.43 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

7.2 Fondazione container rettangolari (container NORD)

Analogo discorso vale per i container di gruppo il cui peso per singolo container è di 20t. Si ipotizza che tale peso si distribuisca su un'area afferente a due sole travi di fondazione come di seguito indicato:



Dal momento che i rapporti tra le dimensioni geometriche ($12.00/9.00=1.33$) e i carichi ($20/15=1.33$) sono uguali tra il container Nord e il container SUD, i risultati ottenuti saranno analoghi, come di seguito dimostrato:

Il peso del container sulla singola trave di luce 12.00m vale:

$$\frac{20000}{2 \cdot 12.00} = 833 \left[\frac{kg}{m} \right] = 8.33 \left[\frac{kg}{cm} \right]$$

Moltiplicando per il coefficiente parziale per le azioni $\gamma_{G2}=1.50$ e dividendo per la larghezza della trave $b=80cm$, la pressione sul terreno al disotto della singola trave per effetto del peso del container vale:

$$1.50 \cdot \frac{8.33}{80} = 0.156 \left[\frac{kg}{cm^2} \right]$$

Per effetto del peso proprio della trave si ha:

$$A_{trave} \cdot \gamma_{cis} = 5400 \left[cm^2 \right] \cdot 0.0025 \left[\frac{kg}{cm^3} \right] = 13.50 \left[\frac{kg}{cm} \right]$$

Moltiplicando per il coefficiente parziale per le azioni $\gamma_{G1}=1.30$ e dividendo per la larghezza della trave $b=80\text{cm}$, la pressione sul terreno al disotto della singola trave per effetto del suo peso vale:

$$1.30 \cdot \frac{13.50}{80} = 0.219 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Per effetto del carico accidentale si ha:

$$2.00 \left[\frac{\text{kN}}{\text{m}^2} \right] \cdot 12.00[\text{m}] \cdot 2.90[\text{m}] = 6960 [\text{kg}]$$

Sulla singola trave si ha:

$$\frac{6960}{2 \cdot 12.00} = 290 \left[\frac{\text{kg}}{\text{m}} \right] = 2.90 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}} \right]$$

Moltiplicando per il coefficiente parziale per le azioni $\gamma_Q=1.50$ e dividendo per la larghezza della trave $b=80\text{cm}$, la pressione sul terreno al disotto della singola trave per effetto del carico accidentale vale:

$$1.50 \cdot \frac{2.90}{80} = 0.054 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

Complessivamente, la pressione esercitata sul terreno sarà pari a:

$$0.156 + 0.219 + 0.054 = 0.43 \left[\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2} \right]$$

In entrambi i casi si può quindi concludere dicendo che la pressione esercitata sul terreno risulta essere molto bassa in quanto inferiore al chilo su centimetro quadro e quindi il valore si ritiene accettabile, sia con riferimento alla capacità portante che alla limitazione delle deformazioni del terreno.

8 INCIDENZE

Per le travi di fondazione in oggetto, il valore dell'incidenza è pari a 80 kg/m3.