

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA-CATANIA-PALERMO
NODO DI CATANIA**

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

**INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA
DELL'AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL
TRATTO DI LINEA INTERESSATO.**

MACROFASE FUNZIONALE 2

LOTTO 3

Bretella PA-CT - OPERE CIVILI

Fabbricati - FA16 Fabbricato - Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3H 03 D 78 CL FA1600 001 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	G.Giustino 	Marzo 2020	S.Vanfiori 	Marzo 2020	D.Tiberti Marzo 2020

File: RS3H.0.3.D.78.CL.FA.16.0.0.001.A

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Generale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Ing. Dario Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10878

INDICE

1.-. PREMESSA.....	4
2.-. NORME DI RIFERIMENTO.....	5
3.-. DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE.....	6
4.-. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO	10
4.1.-. Stratigrafia di calcolo.....	10
5.-. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI.....	11
5.1.-. Opere in calcestruzzo armato.....	11
5.1.1.-. <i>Magrone</i>	11
5.1.2.-. <i>Struttura in fondazione:</i>	11
5.1.3.-. <i>Struttura in elevazione e solaio in lastre predalles:</i>	12
5.2.-. Acciaio per calcestruzzo armato	13
5.3.-. Copriferro	13
6.-. ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO	15
6.1.-. Carichi permanenti.....	15
6.1.1.-. <i>Solaio copertura</i>	15
6.1.2.-. <i>Facciate e cornicioni:</i>	15
6.2.-. Carichi variabili	16
6.3.-. Azioni della neve	16
6.4.-. Azioni del vento.....	18
6.5.-. Variazione Termica	24
6.6.-. Azione sismica.....	24
6.6.1.-. <i>Vita nominale</i>	25
6.6.2.-. <i>Classe d'uso</i>	25
6.6.3.-. <i>Periodo di riferimento per l'azione sismica</i>	26
6.6.4.-. <i>Azioni di progetto</i>	27
6.6.5.-. <i>Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche</i>	29
6.6.6.-. <i>Classe di duttilità</i>	30
6.6.7.-. <i>Regolarità</i>	31
6.6.8.-. <i>Tipologia strutturale e fattore di comportamento</i>	31
6.6.9.-. <i>Spettri di risposta</i>	32

6.6.10.-.. Metodo di analisi.....	36
6.6.10.1.-.. Risposta Modale.....	37
6.6.10.2.-.. Eccentricità accidentale delle masse (Ecc.X , Ecc.Y).....	41
7.-.. ANALISI DELLA STRUTTURA	44
7.1.-.. Codici di calcolo utilizzati	44
7.1.1.-.. Affidabilità del software	44
7.2.-.. Modellazione dell'opera	44
7.2.1.-.. Condizioni di carico e assegnazioni.....	47
7.3.-.. Combinazioni di carico.....	56
7.3.1.-.. Modello di calcolo.....	57
8.-.. SOLLECITAZIONI MASSIME	60
9.-.. VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI	63
9.1.-.. Metodologia di verifica.....	63
9.1.1.-.. Verifiche elementi tipo trave	63
9.1.2.-.. Elementi tipo Pilastri	67
9.2.-.. Definizione e verifica degli elementi strutturali	70
9.3.-.. Metodologia di verifica nodi trave-pilastro	86
9.4.-.. Verifica nodi trave – pilastro	88
10.-.. VERIFICA SOLAIO	90
10.1.-.. Premessa	90
10.2.-.. Analisi dei carichi	90
10.3.-.. Calcolo delle massime sollecitazioni agenti	90
10.4.-.. Verifica del solaio.....	91
11.-.. VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO).....	96
12.-.. VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE	98



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	4di 125

1.-..PREMESSA

La presente relazione di calcolo riguarda il Progetto Definitivo dell'edificio tipologico **Cabina TE (denominato FA-16)**, da realizzare nell'ambito del potenziamento infrastrutturale della linea ferroviaria Palermo-Siracusa, in corrispondenza della progressiva al 02+675 circa.

2.-..NORME DI RIFERIMENTO

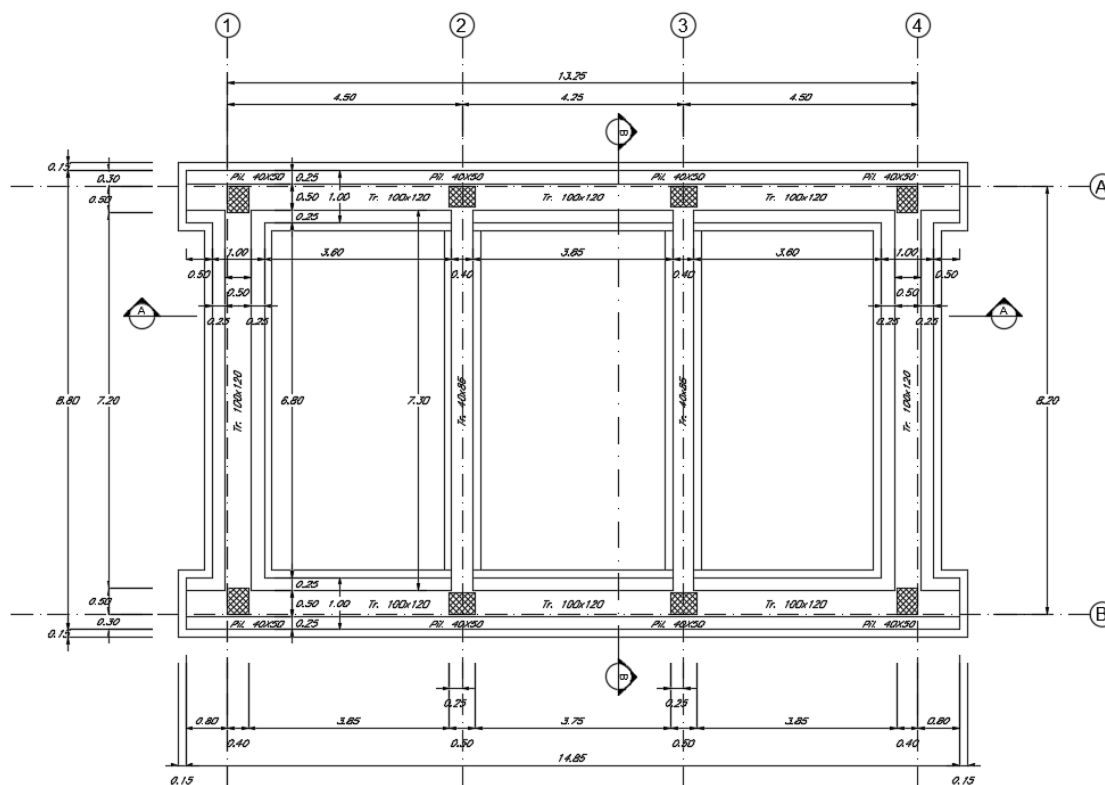
Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative ed è conforme alle normative vigenti nonché alle istruzioni dell'Ente FF.SS:

- Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);
- Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;
- Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019.
- Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2
- RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili
- CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.

3.-.DESCRIZIONE DELLE STRUTTURE

Il fabbricato in oggetto è costituito da una struttura in c.a. su fondazione diretta a travi rovesce.

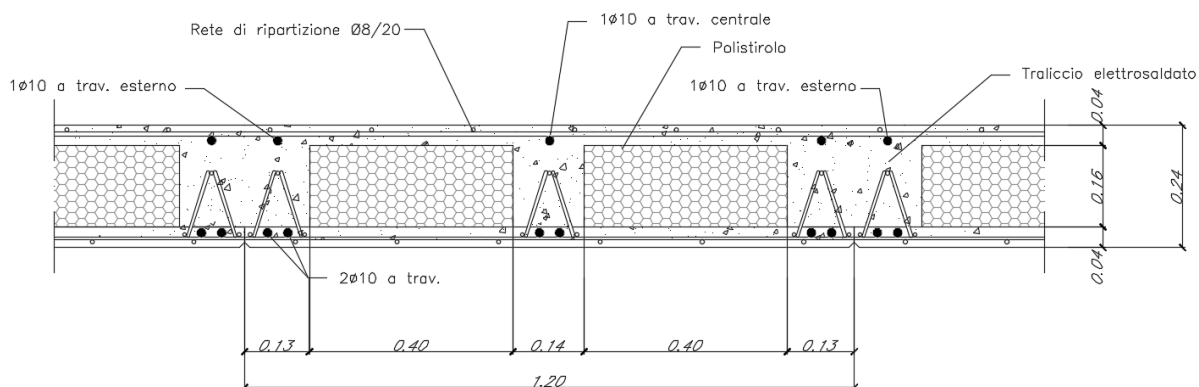
La struttura ha pianta rettangolare di dimensioni L x B = 13,25 x 8.20 m, è un telaio spaziale monolivello con copertura piana costituito da una campata in direzione trasversale di luce pari a 7.40m e tre campate in direzione longitudinale.



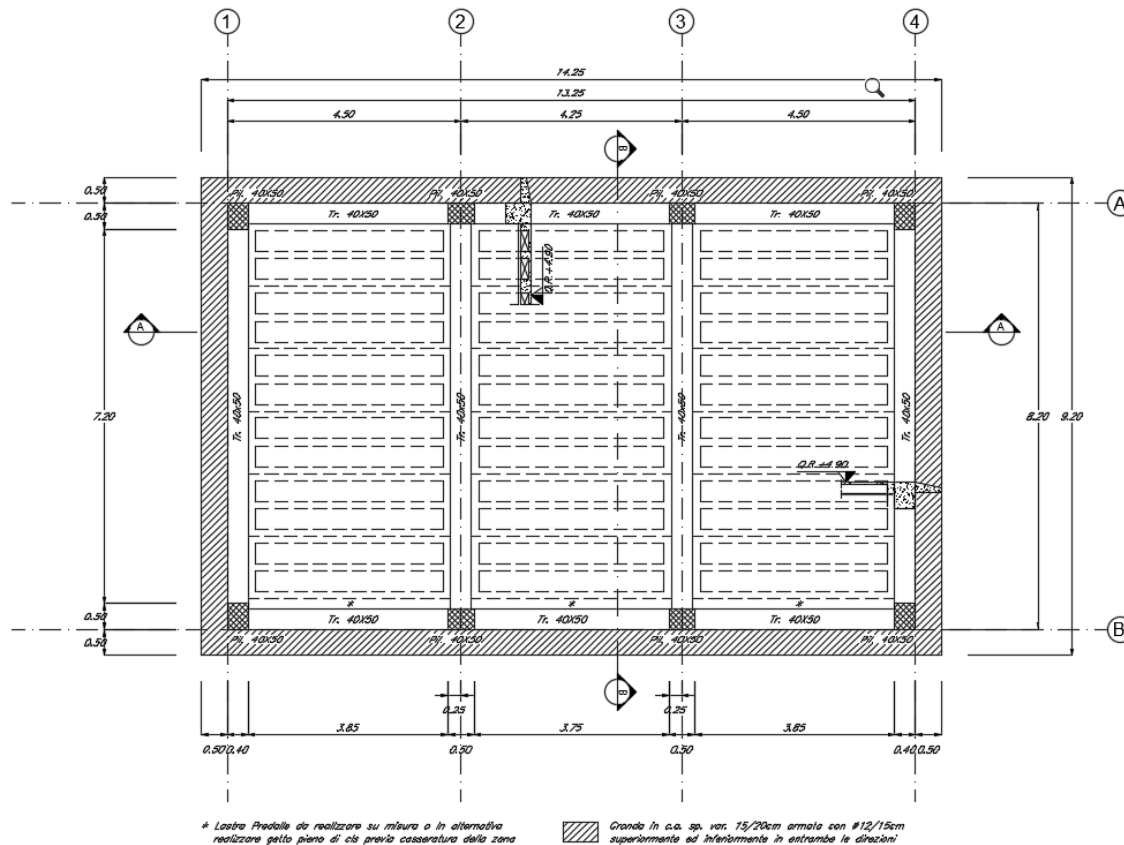
La parte in elevazione è costituita da travi e pilastri in c.a.. In particolare, i pilastri hanno dimensioni in pianta 0.40m x 0.50m, le travi (trasversali e longitudinali) 0.40m x 0.50m.

Il solaio di copertura, ordito lungo la direzione longitudinale del fabbricato, è del tipo semiprefabbricato a prèdalles, con getto in opera dei travetti e della caldana superiore. Lo spessore totale del solaio di copertura è di 24 cm e comprende 4 cm di prèdalles, 16 cm di nervature e 4 cm di caldana superiore. Le lastre tipo prèdalles sono larghe 120

cm e presentano tre tralici di irrigidimento ed elementi di alleggerimento delimitanti le nervature intermedie. E' presente, lungo tutto il perimetro della struttura, una gronda in c.a. la larghezza 0.50m e altezza variabile tra 0.20m e 0.10m.



Le fondazioni del fabbricato saranno del tipo diretto, costituite da travi a T rovesce di altezza 1.20m e suola di base 1.00m e spessore 0.35m disposte lungo il perimetro e travi rettangolari 0.4m x 0.85m disposte internamente.

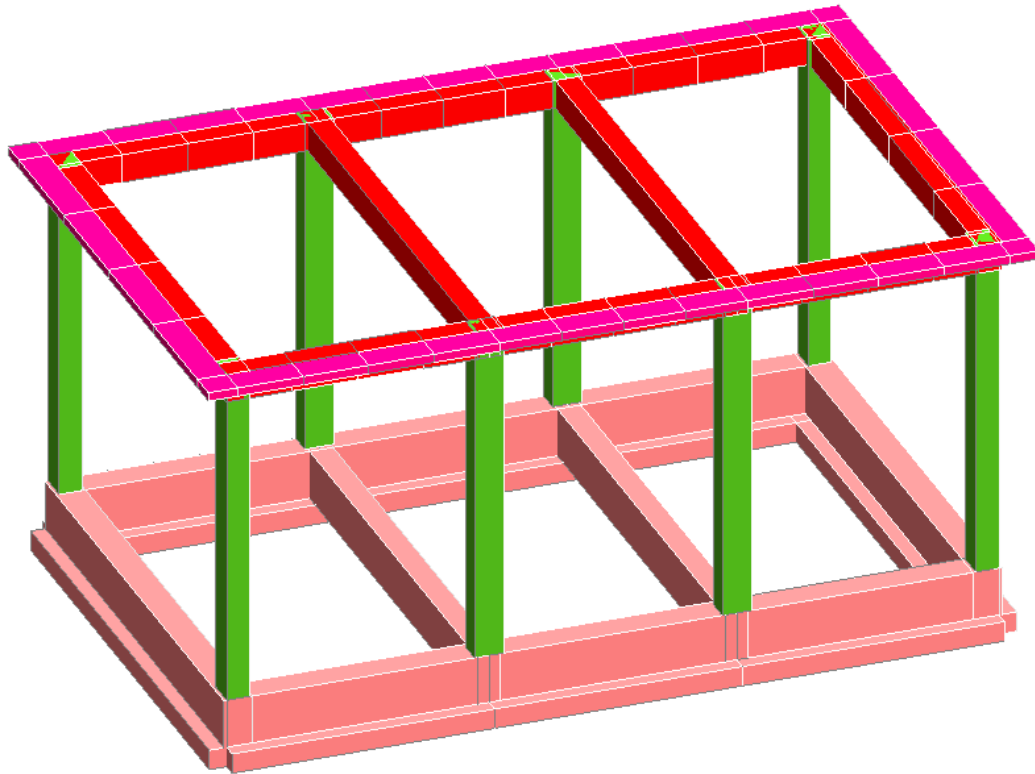


Le caratteristiche geometriche dell' edificio sono le seguenti:

- Lunghezza totale $L = 13.25 \text{ m}$
- Larghezza totale $B = 8.20 \text{ m}$
- Quota piano posa fondazioni (filo magrone): $H_1 = -2,20 \text{ m}$
- Quota piano campagna $H_2 = 0,00 \text{ m}$
- Quota piano terra: $H_3 = +0,20 \text{ m}$
- Quota copertura: $H_4 = +4.90 \text{ m}$

Per quanto concerne la soletta di ripartizione del solaio di calpestio, questa è scollegata dalla struttura portante a mezzo di un giunto.

Per maggiori approfondimenti sulle geometrie delle diverse parti dell'opera si rimanda agli elaborati grafici di progetto.



4.-..CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

4.1.-..Stratigrafia di calcolo

Per la caratterizzazione geotecnica del terreno si rimanda alla Relazione Geotecnica e sulle Fondazioni.

Dalla scheda stratigrafica si desume la stratigrafia di progetto con i relativi parametri caratteristici:

0,00÷--- Unità U1 – Sabbie Limose (Depositi alluvionali recenti-bb2)

$\gamma = 18\div 19$ kN/m ³	peso di volume naturale
$\varphi' = 28\div 32$ °	angolo di resistenza al taglio
$c' = 0\div 10$ kPa	coesione drenata
$N_{spt} = 3\div 23$	numero di colpi da prova SPT
$G_o = 20\div 90$ MPa	modulo di deformazione a taglio iniziale
$E_o = 60\div 225$ MPa	modulo di deformazione elastico iniziale
$k = 2 \cdot 10^{-6}$ m/s	permeabilità(valore medio)

La falda idrica non è interferente con l'opera in progetto.

5.-. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

E' previsto l'utilizzo dei seguenti materiali dei quali di seguito si riportano le caratteristiche meccaniche:

5.1.-.Opere in calcestruzzo armato

Per i calcestruzzi si fa riferimento alle normative UNI EN 206-1 (Specificazione, prestazione, produzione e conformità) e UNI 11104 (Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1).

5.1.1.-.Magrone

Conglomerato classe di resistenza C12/15 – Rck 15MPa

Resistenza caratteristica cubica:	$R_{ck} = 15 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica cilindrica:	$f_{ck} = 12 \text{ N/mm}^2$
Classe di esposizione:	X0
Classe di consistenza slump:	S3

5.1.2.-.Struttura in fondazione:

Conglomerato classe di resistenza C25/30 – Rck 30MPa

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C = 31476$	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 10 \times 10^{-6}$	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,20$	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1,50$	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0,85$	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} = 30,0$	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 24,9$	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = 32,9$	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 2,56$	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 1,79$	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{ctm} = 3,07$	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{ctk} = 2,15$	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} = 4,03$	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 14,1$	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = 1,19$	[MPa]

Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{cfd} = 1,43$	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} = 2,69$	[MPa]
Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_C = 1,50$	
Resistenza di calcolo a compressione SLU	$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / \gamma_C = 14,11$	N/mm ²
Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU	$f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_C = 1.19$	N/mm ²
Coefficiente sicurezza SLE	$\gamma_C = 1,00$	
combinazione rara	$\sigma_{c,ad} = 0,60 f_{ck} = 15.00$	N/mm ²
combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,ad} = 0,45 f_{ck} = 11.25$	N/mm ²

5.1.3.-..Struttura in elevazione e solaio in lastre predalles:

Conglomerato classe di resistenza C30/37 – Rck 37MPa

Modulo di elasticità longitudinale	$E_C = 33019$	[MPa]
Coefficiente di dilatazione termica	$\alpha = 10 \times 10^{-6}$	[C ⁻¹]
Coefficiente di Poisson	$\nu = 0,20$	[-]
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_c = 1,50$	[-]
Coefficiente riduttivo per le resistenze di lunga durata	$\alpha_{cc} = 0,85$	[-]
Resistenza caratteristica cubica a compressione	$R_{ck} = 37,0$	[MPa]
Resistenza caratteristica cilindrica a compressione	$f_{ck} = 30,7$	[MPa]
Resistenza media cilindrica a compressione	$f_{cm} = 38,7$	[MPa]
Resistenza media a trazione semplice	$f_{ctm} = 2,94$	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione semplice	$f_{ctk} = 2,06$	[MPa]
Resistenza media a trazione per flessione	$f_{cfm} = 3,53$	[MPa]
Resistenza caratteristica a trazione per flessione	$f_{cfk} = 2,47$	[MPa]
Resistenza caratteristica tangenziale per aderenza	$f_{bk} = 5,56$	[MPa]
Resistenza di calcolo a compressione	$f_{cd} = 17,4$	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione semplice	$f_{ctd} = 1,37$	[MPa]
Resistenza di calcolo a trazione per flessione	$f_{cfd} = 1,65$	[MPa]
Resistenza di calcolo tangenziale per aderenza	$f_{bd} = 3,71$	[MPa]

Coefficiente sicurezza SLU	$\gamma_C = 1,50$	
Resistenza di calcolo a compressione SLU	$f_{cd} = 0,85 f_{ck} / \gamma_C = 17.40$	N/mm ²

Resistenza di calcolo a trazione semplice (5%) SLU $f_{ctd} = 0.7 f_{ctk} / \gamma_C = 1.37 \text{ N/mm}^2$

Coefficiente sicurezza SLE
combinazione rara
combinazione quasi permanente

$\gamma_C = 1,00$
 $\sigma_{c,ad} = 0,60 f_{ck} = 18.43 \text{ N/mm}^2$
 $\sigma_{c,ad} = 0,45 f_{ck} = 13.82 \text{ N/mm}^2$

5.2.-.Acciaio per calcestruzzo armato

Acciaio per calcestruzzo armato tipo B 450 C secondo DM 17.01.2018 avente le seguenti caratteristiche:

Modulo di elasticità longitudinale	$E_s = 210000 \text{ [MPa]}$
Coefficiente parziale di sicurezza	$\gamma_s = 1,15 \text{ [-]}$
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ [MPa]}$
Tensione caratteristica di rottura	$f_{tk} = 540 \text{ [MPa]}$
Allungamento	$A_{gt} \geq 7,50\% \text{ [-]}$
Resistenza di calcolo	$f_{yd} = 391,3 \text{ [MPa]}$

Coefficiente sicurezza SLU

$\gamma_s = 1,15$

Resistenza di calcolo SLU

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391,30 \text{ N/mm}^2$

Tensione di calcolo SLE

$\sigma_{y,ad} = 0,80 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

5.3.-.Copriferro

Con riferimento al punto 4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della protezione delle armature dalla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve rispettare le indicazioni della tabella C4.1.IV della Circolare 21.01.2019, riportata di seguito, in cui sono distinte le tre condizioni ambientali di Tabella 4.1.III delle NTC.

			barre da c.a. elementi a piastra		barre da c.a. altri elementi		cavi da c.a.p elementi a piastra		cavi da c.a.p altri elementi	
C_{min}	C_o	ambiente	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$	$C \geq C_o$	$C_{min} \leq C < C_o$
C25/30	C35/45	ordinario	15	20	20	25	25	30	30	35
C30/37	C40/50	aggressivo	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	molto ag.	35	40	40	45	45	50	50	50

Tabella 1. Copriferro e condizioni ambientali

Nel caso in esame i copriferri minimi previsti (come da tabella materiali) sono 40 mm per travi pilastri e travi di fondazione, 30mm per la gronda in c.a. e 20 mm per le lastre predalles. A tali valori vanno aggiunte le tolleranze di posa, pari a 10 mm. Si riporta una tabella riepilogativa dei copriferri:

	<i>Ambiente</i>	<i>Copriferro netto</i>	<i>Tolleranza di posa</i>	<i>Copriferro nominale</i>
<i>Struttura in elevazione</i>	<i>Ordinario</i>	<i>40</i>	<i>10</i>	<i>50</i>
<i>Gronda in c.a.</i>	<i>Ordinario</i>	<i>30</i>	<i>10</i>	<i>40</i>
<i>Lastre prédalles</i>	<i>Ordinario</i>	<i>20</i>	<i>5</i>	<i>25</i>
<i>Fondazioni</i>	<i>Ordinario</i>	<i>40</i>	<i>10</i>	<i>50</i>

Tabella 2. Copriferro adottato

La rispondenza dei materiali ai requisiti richiesti sarà valutata mediante le prescritte prove di accettazione.

6.-..ANALISI DEI CARICHI DI PROGETTO

I pesi dei materiali utilizzati per le strutture portanti sono conformi alle NTC 18.

Del peso proprio degli elementi strutturali, tiene conto il programma di calcolo che considera il seguente peso specifico del calcestruzzo armato:

- calcestruzzo armato 25 kN/m³

Si riportano di seguito le analisi dei carichi unitari agenti sulla struttura.

I valori delle azioni di seguito indicati sono stati considerati come valori caratteristici nelle verifiche agli stati limite.

6.1.-..Carichi permanenti

6.1.1.-..Solaio copertura

G₁ - Peso proprio solaio

Solaio prédalles (h=0.24m)

soletta: $25 \text{ kN/m}^3 \times 1.20 \text{ m} \times 0.04 \text{ m} = 1.20 \text{ kN/m}^2$

travetto: $25 \text{ kN/m}^3 \times 0.40 \text{ m} \times 0.16 \text{ m} = 1.60 \text{ kN/m}^2$

prédalles+EPS: $1.15 \text{ kN/m}^3 \times 1.20 \text{ m} = 1.38 \text{ kN/m}^2$

la somma di tali valori è 4.18 kN/m^2 riferita ad una fascia larga 1.20 m (larghezza singola prédalles), pertanto il carico relativo ad una fascia larga 1.00 m risulta:

3.48 kN/m^2

G₂ - Sovraccarichi permanenti

Massetto pendenza: $16 \times 0.10 = 1.60 \text{ kN/m}^2$

Impermeabilizzazione/impianti/pavimenti: 1.50 kN/m^2

3.10 kN/m^2

6.1.2.-..Facciate e cornicioni:

Si considerano tamponature costituite da blocchi in laterizio tipo Poroton dello spessore pari a 30cm. Si adotta un peso proprio superficiale della stessa di 2.00 kN/m^2 a cui si

aggiunge il peso dell'intonaco che rivestirà la superficie interna ed esterna stimato in 0.50 kN/m^2 . In corrispondenza del solaio di copertura è stato inoltre considerato un parapetto di altezza complessiva $0,55\text{m}$ (compresa la finitura in pietra naturale) sempre realizzato nello stesso materiale. L'azione viene ripartita nel seguente modo: il peso del parapetto viene considerato come carico distribuito sulle travi di copertura mentre la tamponatura perimetrale della struttura viene ripartita per metà dell'altezza d'interpiano sulle fondazioni come carico distribuito mentre la restante parte come carico concentrato sui pilastri.

Pertanto si ha:

Carico distribuito del parapetto: $2,50 \text{ kN/m}^2 \times 0,55\text{m} = 1,38 \text{ kN/m}$

Carico sulle travi di fondazioni: $2,50 \text{ kN/m}^2 \times 2,70\text{m} = 6,75 \text{ kN/m}$

Carico sui pilastri: $2,50 \text{ kN/m}^2 \times A_i$

La gronda (cornicione) è stata schematizzata all'interno del modello con un elemento bidimensionale tipo shell collegato alla trave in c.a. di spessore pari all'altezza media della soletta reale; in questo modo si tengono in conto gli effetti torsionali che questa produce sulle travi. Sulla gronda sono stati considerati 0.10 kN/mq di carichi permanenti oltre al peso proprio della stessa.

6.2.-.Carichi variabili

Q_{H1} – Sovraccarichi accidentali

Sovraccarico accidentale Cat. H1 0.50 kN/m^2

6.3.-.Azioni della neve

Il carico da neve per superficie unitaria di copertura q_s viene valutato attraverso l'espressione:

$$q_s = q_{sk} \cdot \mu_i \cdot C_E \cdot C_t$$

dove:

q_{sk} è il valore caratteristico di riferimento del carico da neve al suolo; in

mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, la norma fornisce un valore minimo di q_{sk} riferito ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Per la zona III (Catania) e per una quota del suolo sul livello del mare inferiore a 200 m si assume $q_{sk} = 0.60 \text{ kN/m}^2$;

μ_1 è il coefficiente di forma della copertura e che nel caso in esame, trattandosi di copertura piana si assume pari a 0.8;

C_E è il coefficiente di esposizione che, per classe di topografia “normale”, assume valore unitario;

C_t è il coefficiente termico che tiene conto della riduzione del carico da neve a causa dello scioglimento della stessa, dovuto alla perdita di calore della costruzione. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato $C_t = 1$.

Ne consegue che per la struttura in esame si considera un carico da neve uniforme in copertura pari a:

Zona	III
Altitudine a_s	20.00 m
Area topografica	normale
Inclinazione falde	0°
q_{sk}	0.60 kN/m ²
coeff esposizione C_E	1.00
coeff termico C_t	1.00
coefficiente di forma μ_i	0.80

carico neve $q_s = \mu_i * q_{sk} * C_E * C_t = 0.48 \text{ kN/m}^2$

Considerata la presenza del parapetto si deve considerare anche la condizione di accumulo della neve e per la definizione della suddetta azione si fa riferimento alla circolare 21.01.2019 ed in particolare alla relazione C.3.4.3.3.4 (accumuli in

corrispondenza di sporgenze):

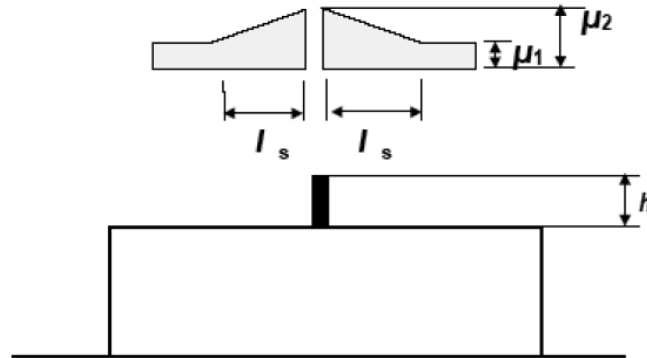


Figura C3.4.6 - Coefficienti di forma per il carico neve in corrispondenza di sporgenze ed ostruzioni

Dove μ_1 e μ_2 sono definiti dalle seguenti relazioni:

$$\mu_1 = 0,8 \text{ e } \mu_2 = \gamma h / q_{sk} \text{ con la limitazione: } 0,8 \leq \mu_2 \leq 2,0$$

Con:

γ : e il peso dell'unità di volume della neve, che per il presente calcolo può essere assunto pari a 2 kN/m³;

h : 1.00m (a favore di sicurezza);

Nel caso preso in esame pertanto $\mu_2 = 2.00$ e $l_s = 2m$. Si considera il valore medio della distribuzione del carico distribuito pertanto si ha:

carico neve q_s (accumulo) = 0.78 kN/m²

6.4.-.Azioni del vento

L'azione del vento viene convenzionalmente considerata un'azione statica agente in direzione orizzontale.

La pressione normale alle superfici investite dal vento è data dall'espressione:

$$P = q_b \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

i cui coefficienti vengono di seguito determinati.

- *pressione cinetica di riferimento q_b*

$$q_b = \frac{1}{2} \rho v_r^2 = 0,49 \text{ kN/m}^2$$

dove:

ρ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³;

v_b è la velocità di riferimento del vento (che rappresenta il valore caratteristico a 10 m dal suolo su un terreno di categoria di esposizione II, mediata su 10 minuti e riferita ad un periodo di ritorno di 50 anni).

Nel caso in esame, per zona 4 (Sicilia) ed $a_s \leq 500$ m si ha $v_b = v_{b,0} = 28$ m/s;

- *coefficiente di esposizione c_e*

$$c_e(z) = c_e(z_{\min}) \quad \text{per } z < z_{\min}$$

$$c_e(z) = k_r^2 \cdot c_t \cdot \ln(z/z_0) \cdot [7 + c_t \cdot \ln(z/z_0)] \quad \text{per } z \geq z_{\min}$$

Nel caso in esame, essendo in zona 4, classe di rugosità del terreno D e quindi categoria di esposizione del sito II, si ha:

$$k_r = 0.19; \quad z_0 = 0.05 \text{ m}; \quad z_{\min} = 4 \text{ m}; \quad c_t = 1$$

$$z = 5.35 \text{ m} \quad c_e = 1.969$$

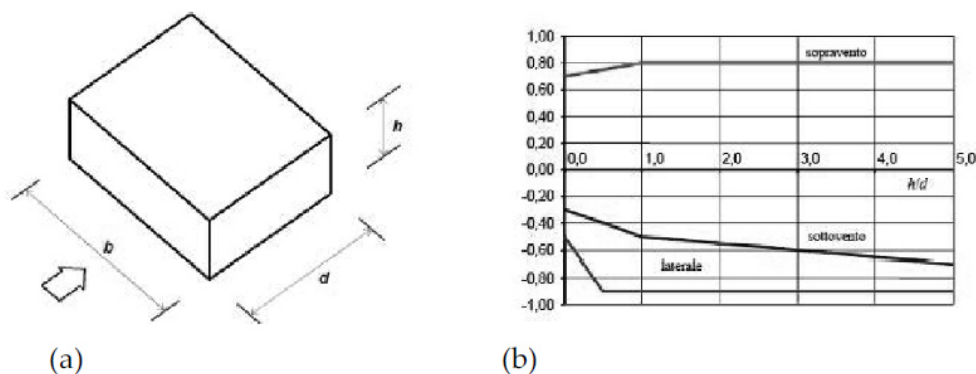
- *coefficiente dinamico c_d*

In assenza di considerazioni di dettaglio inerenti i fenomeni di natura aeroelastica e di distacco dei vortici si assume cautelativamente un valore $c_d = 1$.

- *coefficiente di forma c_p*

Per la definizione dei coefficienti aerodinamici si fa riferimento alla circolare esplicativa 21.01.2019 e alla CNR DT-207: per edifici a pianta rettangolare con copertura piana si considera il paragrafo C.3.3.8.1. Vengono definiti i coefficienti per il caso di vento ortogonale al lato lungo e ortogonale al lato corto: per le pareti si applicano le seguenti

relazioni



a) Parametri caratteristici di edifici a pianta rettangolare,

b) Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravvento, sottovento e laterali

Figura C3.3.2

Tabella C3.3.I: Edifici a pianta rettangolare: c_{pe} per facce sopravvento, sottovento e laterali

Faccia sopravvento	Facce laterali	Faccia sottovento
$h/d \leq 1: c_{pe} = 0,7 + 0,1 \cdot h/d$	$h/d \leq 0,5: c_{pe} = -0,5 - 0,8 \cdot h/d$	$h/d \leq 1: c_{pe} = -0,3 - 0,2 \cdot h/d$
$h/d > 1: c_{pe} = 0,8$	$h/d > 0,5: c_{pe} = -0,9$	$1 < h/d \leq 5: c_{pe} = -0,5 - 0,05 \cdot (h/d - 1)$

Mentre per la copertura, considerato che è piana in quanto la sua inclinazione sull'orizzontale è compresa tra -5° e $+5^\circ$, sono stati scelti i seguenti valori:

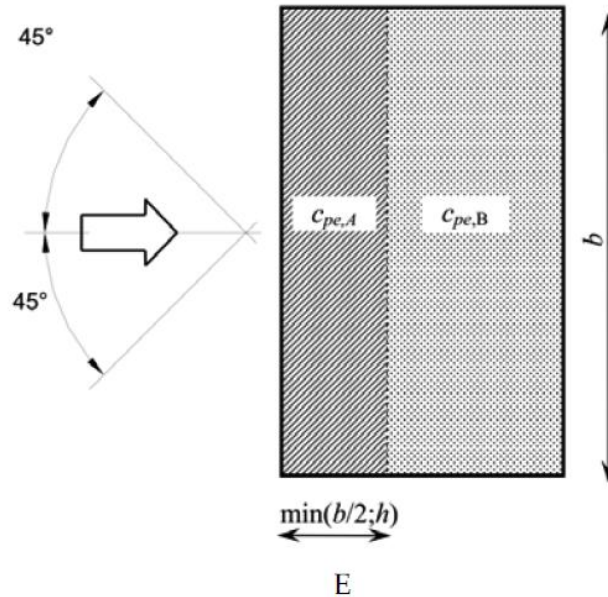


Figura C3.3.5 - Schema di riferimento per coperture piane

Tabella C3.3.III - Edifici rettangolari: c_{pe} per coperture piane.

Fascia sopravento di profondità pari al minimo tra $b/2$ e h :	$c_{pe,A} = -0,80$
Restanti zone	$c_{pe,B} = \pm 0,20$

Per quanto riguarda invece la pressione interna si è fatto riferimento alla CNR DT-207 al paragrafo G.4.3. nel quale sono stati considerati i seguenti valori dei coefficienti aerodinamici:

$$c_{pi} = + 0.2$$

$$c_{pi} = - 0.3$$

Vento perpendicolare al lato lungo del fabbricato.

Considerate le dimensioni del fabbricato:

$$h = 5.35\text{m}$$

$$b = 13.25\text{m}$$

$$d = 8.20\text{m}$$

si ha che il rapporto $h/d = 0.65$ pertanto per le pareti verticali sono stati assunti i seguenti valori dei coefficienti aerodinamici:

Faccia sopravento: $C_{pe} = 0.77$

Facce laterali: $C_{pe} = -0.90$

Faccia sottovento: $C_{pe} = -0.43$

Per quanto riguarda il coefficiente aerodinamico da assumere in copertura va innanzitutto definita la porzione di copertura sopravento e quella sottovento, tramite la relazione $\min(b/2;h)$ si ottiene una profondità di fascia sopravento di 5.35m. A favore di sicurezza comunque si è scelto di considerare tutta la copertura in pressione:

Falda in pressione: $C_{pe} = +0.20$

Per combinare i valori dei coefficienti aerodinamici interni ed esterni si considera la condizione più gravosa e pertanto si ottengono le seguenti pressioni

Faccia sopravento: $C_p = 0.77 + 0.2 = +0.97$ $p = +0.94 \text{ kN/m}^2$

Facce laterali: $C_p = -0.90 + (-0.3) = -1.20$ $p = -1.16 \text{ kN/m}^2$

Faccia sottovento: $C_p = -0.43 + (-0.3) = -0.73$ $p = -0.70 \text{ kN/m}^2$

Copertura: $C_p = +0.20 + 0.20 = +0.40$ $p = -0.39 \text{ kN/m}^2$

Vento perpendicolare al lato corto del fabbricato.

Considerate le dimensioni del fabbricato:

$h = 5.35\text{m}$

$b = 8.20\text{m}$

$d = 13.25\text{m}$

si ha che il rapporto $h/d = 0.40$ pertanto per le pareti verticali sono stati assunti i seguenti valori dei coefficienti aerodinamici:

Faccia sopravento: $C_{pe} = 0.74$

Facce laterali: $C_{pe} = -0.82$

Faccia sottovento: $C_{pe} = -0.38$

Per quanto riguarda il coefficiente aerodinamico da assumere in copertura va innanzitutto definita la porzione di copertura sopravento e quella sottovento, tramite la relazione $\min(b/2;h)$ si ottiene una profondità di fascia sopravento di 4.10m. I coefficienti risultano pertanto

Fascia sopravento: $C_{pe} = -0.80$

Fascia sottovento: $C_{pe} = \pm 0.20$

Per combinare i valori dei coefficienti aerodinamici interni ed esterni si considera la condizione più gravosa e pertanto si ottengono le seguenti pressioni

Faccia sopravento:	$C_p = 0.74 + 0.20 = 0.94$	$p = +0.91 \text{ kN/m}^2$
Facce laterali:	$C_p = -0.823 + (-0.30) = -1.12$	$p = -1.09 \text{ kN/m}^2$
Faccia sottovento:	$C_p = -0.38 + (-0.30) = -0.68$	$p = -0.66 \text{ kN/m}^2$
Copertura sopravento:	$C_p = -0.80 + (-0.30) = -1.10$	$p = -1.06 \text{ kN/m}^2$
Copertura sottovento:	$C_p = 0.20 + 0.20 = 0.40$	$p = +0.39 \text{ kN/m}^2$

Azione tangenziale del vento

Oltre alla pressione normale va tenuta in conto anche un'azione tangenziale per unità di superficie parallela alla direzione del vento. Tale azione può essere valutata come:

$$p_f = q_b \cdot c_e \cdot c_f$$

dove:

q_b e C_e sono quelli già definiti per il calcolo della pressione normale da vento;

C_f è il coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente e che per una generica superficie scabra può essere assunto pari a 0.02.

In definitiva $q_b = 0.49 \text{ kN/m}^2$, da cui

$$p_{f,max} = 0.019 \text{ kN/m}^2.$$

6.5.-.Variazione Termica

Negli edifici in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per l'efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto della sola componente uniforme di variazione termica $\Delta T_u = T - T_0$ pari alla differenza tra la temperatura media attuale T e quella iniziale alla data della costruzione T_0 . Nelle modellazioni sono stati considerati i seguenti carichi termici uniformi:

strutture in c.a. protette $\Delta T_u = \pm 10^\circ \text{ C}$

strutture in c.a. esposte $\Delta T_u = \pm 15^\circ \text{ C}$

6.6.-.Azione sismica

Con riferimento alla normativa vigente (*NTC-2018*), le azioni sismiche di progetto si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione.

Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa ag in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A quale definita al § 3.2.2), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente $S_e(T)$, con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza P_{VR} , come definite nel § 3.2.1, nel periodo di riferimento V_R , come definito nel § 2.4

Le forme spettrali sono definite, per ciascuna delle probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} , a partire dai valori dei seguenti parametri su sito di riferimento rigido orizzontale:

ag accelerazione orizzontale massima al sito;

F_0 valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.

T_c^* periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA					
	INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.					
MACROFASE FUNZIONALE 2						
LOTTO 03						
FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3H	LOTTO 03	CODIFICA D 78 CL	DOCUMENTO FA 1600 001	REVISIONE A	FOGLIO 25di 125

Per i fabbricati cautelativamente assumiamo per il calcolo dell'azione sismica la V_r della linea ferroviaria ($V_r=112.5$ anni).

6.6.1.-.Vita nominale

La vita nominale di un'opera strutturale V_N è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata.

La vita nominale dei diversi tipi di opere è riportata al seguito nella Tab. 2.4.I delle norme tecniche *NTC-2018*.

Tab. 2.4.I – Valori minimi della Vita nominale V_N di progetto per i diversi tipi di costruzioni

TIPI DI COSTRUZIONI		Valori minimi di V_N (anni)
1	Costruzioni temporanee e provvisorie	10
2	Costruzioni con livelli di prestazioni ordinari	50
3	Costruzioni con livelli di prestazioni elevati	100

Inoltre, si riporta la tabella 2.5.1.1.1-1 del “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” Parte II Sezione 2 (rif. RFI DTC SI MA IFS 001 A):

TIPO DI COSTRUZIONE ⁽¹⁾	Vita Nominale V_N [Anni] ⁽²⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITÀ CONVENZIONALE ($V < 250$ Km/h)	50
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V < 250$ Km/h	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITÀ $V \geq 250$ km/h	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽³⁾
(1) – La stessa V_N si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere.	
(2) – Da definirsi per il singolo progetto a cura di FERROVIE.	

Tab. 2.5.1.1.1-1 – Vita nominale delle infrastrutture ferroviarie

Il fabbricato rientra in costruzioni ordinarie con vita nominale di 50 anni.

6.6.2.-.Classe d'uso

In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di

operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono suddivise in classi d'uso così definite:

Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.

Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.

Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.

Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferroviarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico. Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.

Il fabbricato rientra per le sue funzioni tra le compresi nella classe d'uso IV.

6.6.3.-..Periodo di riferimento per l'azione sismica

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U . Nel caso specifico la V_r che assumiamo è quella relativa alla linea ferroviaria in quanto più cautelativa:

$$V_R = V_N \times C_U = 75 \times 1.5 = 112,5 \text{anni}$$

6.6.4.-..Azioni di progetto

Le azioni di progetto si ricavano, ai sensi delle NTC 18, dalle accelerazioni a_g e dalle relative forme spettrali.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono definite, su sito di riferimento rigido orizzontale, in funzione dei tre parametri:

- a_g : accelerazione orizzontale massima al sito;
- F_0 : valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T_C^* : periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

Le forme spettrali previste dalle NTC 18 sono caratterizzate da prescelte probabilità di superamento e da vite di riferimento. A tal fine occorre fissare:

- la vita di riferimento V_R della costruzione;
- le probabilità di superamento nella vita di riferimento P_{VR} associate agli stati limite considerati, per individuare infine, a partire dai dati di pericolosità sismica disponibili, le corrispondenti azioni sismiche.

A tal fine si utilizza come parametro caratterizzante la pericolosità sismica, il periodo di ritorno dell'azione sismica T_R , espresso in anni. Fissata la vita di riferimento V_R , i due parametri T_R e P_{VR} sono immediatamente esprimibili, l'uno in funzione dell'altro, mediante la seguente espressione:

$$T_r = - \frac{V_R}{(1 - P_{VR})} = - \frac{112,5}{(1 - 0.1)} = \sim 1068 \text{ anni}$$

Dalla relazione sismica allegata al progetto si ricavano i seguenti parametri considerando, in funzione della progressiva dell'opera, che la struttura ricade nella parametrizzazione relativa a Catania (CT)

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	28di 125

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: 15,02680 LATTITUDINE: 37,43594

Ricerca per comune

REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Catania COMUNE: _____

Elaborazioni grafiche

Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche

Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo

- Sito esterno al reticolo
- Interpolazione su 3 nodi
- Interpolazione corretta

Interpolazione: media ponderata



La "Ricerca per comune" utilizza le ... coordinate ISTAT del comune per identificare il sito. Si sottolinea che ... all'interno del territorio comunale le ... azioni sismiche possono essere significativamente diverse da quelle così individuate e si consiglia, quindi, la "Ricerca per coordinate".

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : 56,25 info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U : 2 info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R : 112,5 info

Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE

- SLO - $P_{VR} = 81\%$: 68
- SLD - $P_{VR} = 63\%$: 113

Stati limite ultimi - SLU

- SLV - $P_{VR} = 10\%$: 1068
- SLC - $P_{VR} = 5\%$: 2193

Elaborazioni

Grafici parametri azione

Grafici spettri di risposta

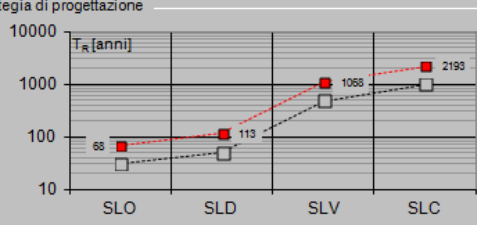
Tabella parametri azione

LEGENDA GRAFICO

---□--- Strategia per costruzioni ordinarie

---■--- Strategia scelta

Strategia di progettazione



INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

I valori dei parametri a_g , F_0 e T_c^* relativi alla pericolosità sismica su reticolo di

riferimento nell'intervallo di riferimento sono forniti nelle tabelle riportate nell'Allegato B delle NTC08, in funzione di prefissati valori del periodo di ritorno T_R . L'accelerazione al sito a_g è espressa in g/10, F_0 è adimensionale, T_C^* è espresso in secondi.

I punti del reticolo di riferimento sono definiti in termini di Latitudine e Longitudine ed ordinati a latitudine e longitudine crescenti, facendo variare prima la Longitudine e poi la Latitudine.

Qualora la attuale pericolosità sismica sul reticolo di riferimento non contempli il periodo di ritorno T_R corrispondente alla V_R e alla P_{VR} fissate, il valore del generico parametro p (a_g , F_0 e T_C^*) ad esso corrispondente potrà essere ricavato per interpolazione, a partire dai dati relativi ai T_R previsti nella pericolosità sismica, utilizzando l'espressione seguente:

$$\log(p) = \log(p_1) + \log\left(\frac{p_2}{p_1}\right) \times \log\left(\frac{T_R}{T_{R1}}\right) \times \left[\log\left(\frac{T_{R2}}{T_{R1}}\right) \right]^{-1}$$

Di seguito si riportano i grafici ed i valori dei parametri a_g , F_0 e T_C^* per i periodi di ritorno T_R associati a ciascuno stato limite:

SLATO LIMITE	T_R [anni]	a_g [g]	F_0 [-]	T_C^* [s]
SLO	68	0,079	2,503	0,280
SLD	113	0,103	2,512	0,291
SLV	1068	0,330	2,359	0,467
SLC	2193	0,472	2,352	0,527

6.6.5.-..Categoria di sottosuolo e Condizioni topografiche

Categoria sottosuolo

Ai fini della definizione dell'azione sismica di progetto, si rende necessario valutare l'effetto della risposta sismica locale mediante specifiche analisi, come indicato nel § 7.11.3 NTC 18. In assenza di tali analisi, per la definizione dell'azione sismica si può fare riferimento a un approccio semplificato, che si basa sull'individuazione di categorie di sottosuolo di riferimento. Nel caso specifico si adotta la seguente categoria di

sottosuolo:

Categoria D: “ Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti, con profondità del substrato superiori a 30 m, caratterizzati da un miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di velocità equivalente compresi tra 100 e 180 m/s”.

Amplificazione stratigrafica

Per sottosuolo di categoria A i coefficienti S_s e C_c valgono 1.

Per le categorie di sottosuolo B,C,D ed E i coefficienti S_s e C_c possono essere calcolati in funzione dei valori F_0 e T_c^* relativi al sottosuolo di categoria A, mediante le espressioni fornite nella tab. 3.2.IV, nelle quali g è l'accelerazione di gravità ed il tempo è espresso in secondi.

Condizioni topografiche

Con riferimento alle caratteristiche della superficie topografica inerente l'opera in oggetto, si adotta la seguente categoria topografica:

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

6.6.6.-..Classe di duttilità

La costruzione oggetto della presente relazione, soggetta all'azione sismica, non dotata di appositi dispositivi dissipativi, è stata progettata considerando un comportamento strutturale dissipativo. Nel comportamento strutturale dissipativo, gli effetti combinati delle azioni sismiche e delle altre azioni sono calcolati tenendo conto delle non linearità di comportamento (di materiale sempre, geometriche quando rilevanti). In particolare è stata adottata la “Classe di duttilità media (CD”B”)”.

6.6.7.-..Regolarità

Si precisa che non sono state effettuate le verifiche in merito alle regolarità in pianta ed in elevazione in quanto è stato considerato un fattore di comportamento q di 2.50 (cautelativo rispetto a quello fissato dalla norma).

6.6.8.-..Tipologia strutturale e fattore di comportamento

Tipologia strutturale

La struttura “sismo resistente in calcestruzzo armato” (§7.4.3.1 NTC 18) è classificabile come:

- ◇ Struttura a telaio

Fattore di comportamento

Agli stati limite ultimi le capacità dissipative delle strutture possono essere considerate attraverso una riduzione delle forze elastiche, tenendo conto in modo semplificato della capacità dissipativa anelastica della struttura, della sua sovraresistenza, dell'incremento del suo periodo proprio a seguito delle plasticizzazioni. In tal caso lo spettro di progetto da utilizzare, sia per le componenti orizzontali, sia per la componente verticale, è lo spettro elastico corrispondente riferito alla probabilità di superamento nel periodo di riferimento P_{VR} considerata con le ordinate ridotte sostituendo nelle formule del § 3.2.3.2.1 - NTC2018 η con $1/q$, dove q è il fattore di comportamento.

Il valore del fattore di comportamento q da utilizzare per ciascuna direzione dell'azione sismica, dipende dalla tipologia strutturale, dal suo grado di iperstaticità e dai criteri di progettazione adottati e prende in conto le non linearità di materiale. Esso può essere calcolato mediante la seguente espressione:

$$q = q_0 \cdot K_R$$

dove:

q_0 è il valore massimo del fattore di comportamento

K_R è un fattore che dipende dalle caratteristiche di regolarità in altezza della costruzione.

Un problema importante è la scelta del valore base del coefficiente di comportamento q_0 , che risulta legato alla tipologia strutturale ed al livello di duttilità attesa. Osservando le tipologie strutturali riportate al § 7.3.1 – NTC2018 si evince che l'edificio in esame può essere riconducibile ad un sistema a telaio.

Per quanto riguarda il livello di duttilità attesa, si stabilisce di progettare il fabbricato in accordo con un comportamento strutturale dissipativo caratterizzato da Classe di Duttilità Media (CD "B").

Pertanto, in base alla Tab. 7.3.II delle NTC 2018, il coefficiente di comportamento q_0 può essere valutato come:

$$q_0 = 3.0 \cdot \frac{\alpha_u}{\alpha_1}$$

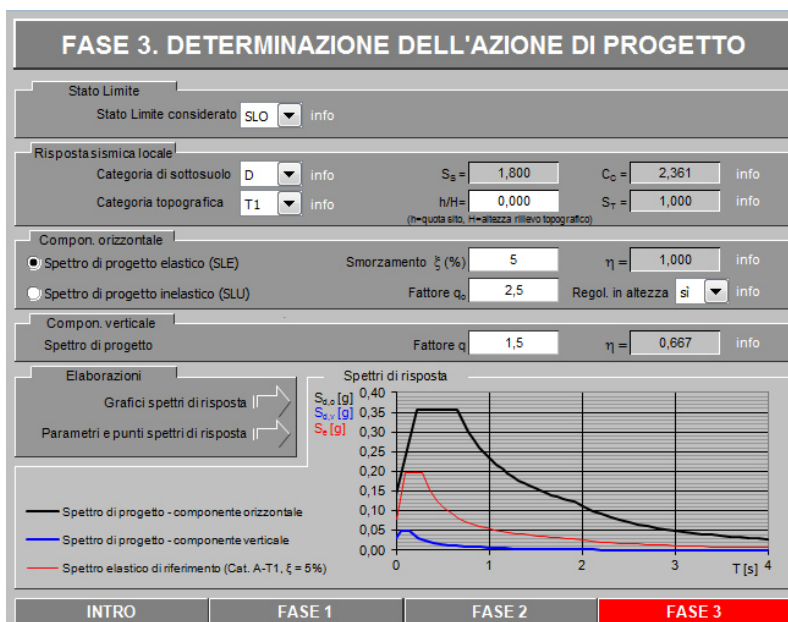
Trattandosi di una struttura a telaio ad un solo piano ed una sola campata in direzione trasversale, in accordo con il § 7.4.3.2 – NTC 2018, si assume:

$$\alpha_u / \alpha_1 = 1.1$$

Come precedentemente detto si è scelto di non effettuare le verifiche di regolarità in pianta ed in elevazione e di utilizzare un fattore di comportamento $q = 2.5$.

6.6.9.-..Spettri di risposta

Spettro di progetto elastico



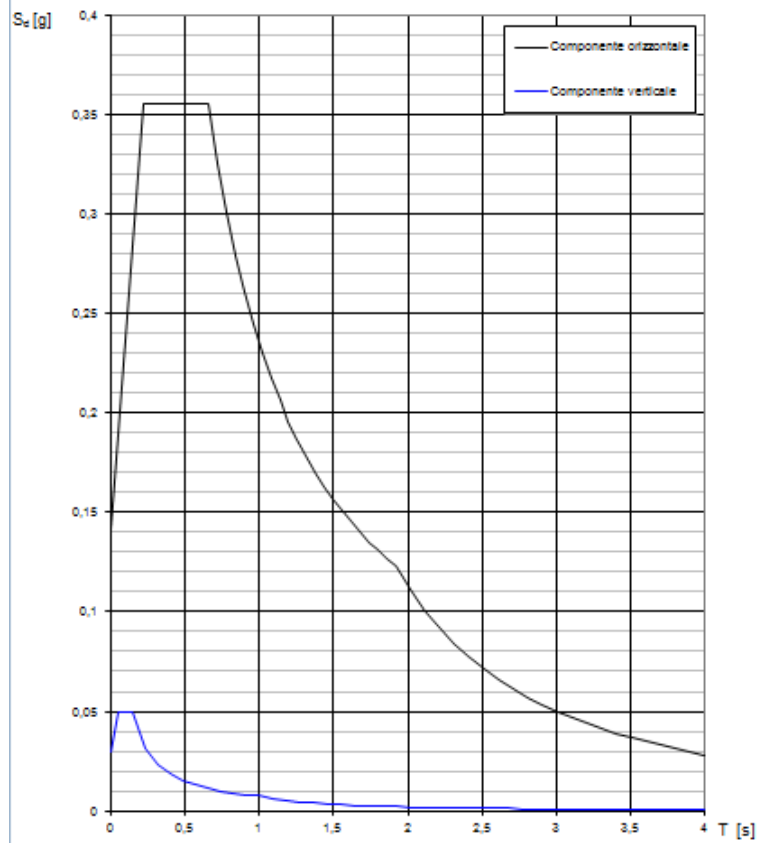
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLO
a_n	0,079 g
F_n	2,503
T_C	0,280 s
S_B	1,800
C_C	2,361
S_T	1,000
q	1,000

Parametri dipendenti

S	1,800
η	1,000
T_B	0,221 s
T_C	0,662 s
T_D	1,915 s

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLO



FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite
Stato Limite considerato **SLD** info

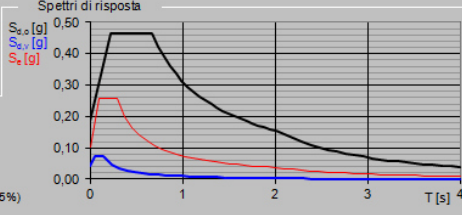
Rispostasismica locale
 Categoria di sottosuolo **D** info $S_B = 1,800$ $C_C = 2,318$ info
 Categoria topografica **T1** info $h/H = 0,000$ $S_T = 1,000$ info
(h=quota sito, H=altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale
 Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) **5** $\eta = 1,000$ info
 Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_0 **2,5** Regol. in altezza **si** info

Compon. verticale
 Spettro di progetto Fattore q **1,5** $\eta = 0,667$ info

Elaborazioni
 Grafici spettri di risposta
 Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta
 $S_{e,0}$ [g]
 $S_{e,v}$ [g]
 S_e [g]



— Spettro di progetto - componente orizzontale
 — Spettro di progetto - componente verticale
 — Spettro elastico di riferimento (Cat. A-T1, $\xi = 5\%$)

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

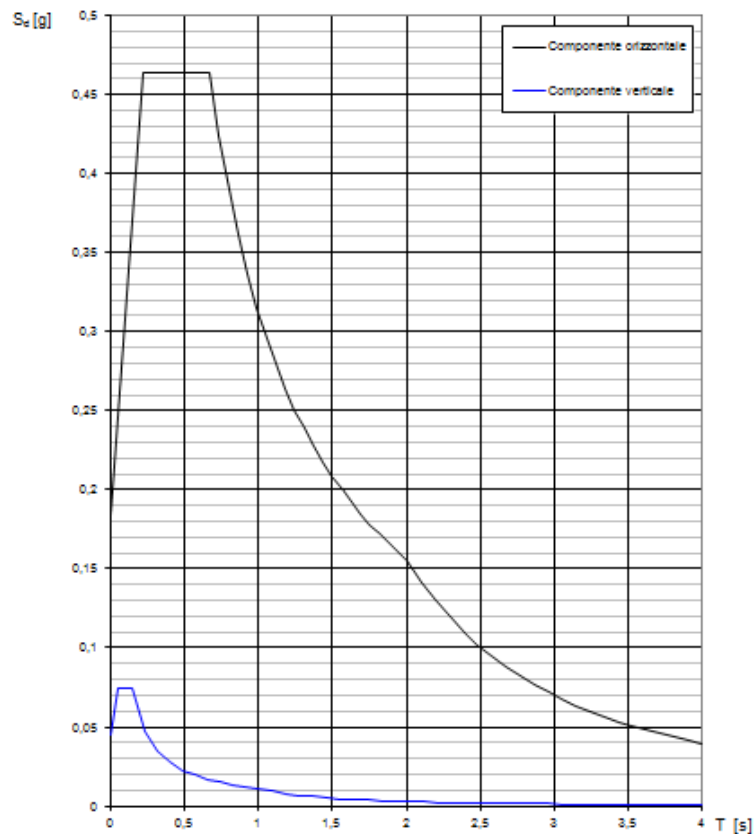
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLD
a_n	0,103 g
F_0	2,512
T_C^*	0,291 s
S_B	1,800
C_C	2,318
S_T	1,000
q	1,000

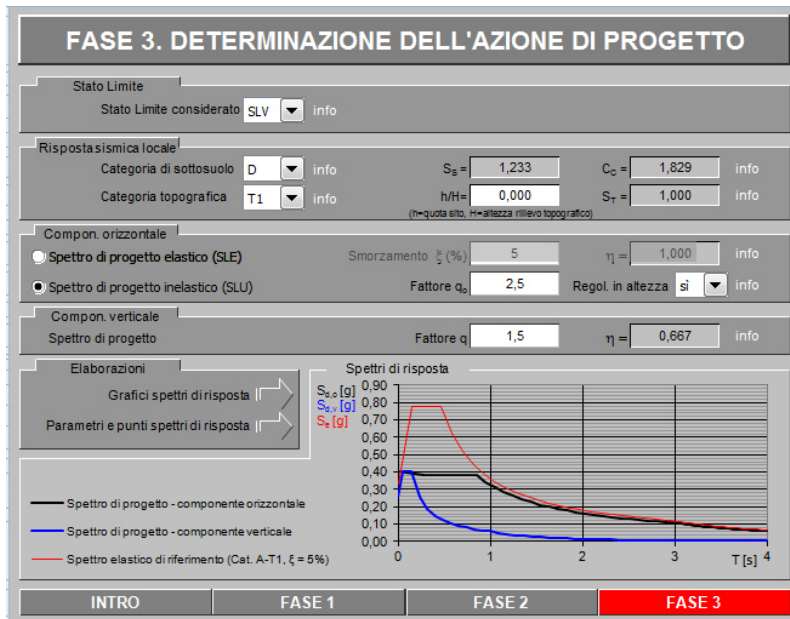
Parametri dipendenti

S	1,800
η	1,000
T_B	0,225 s
T_C	0,674 s
T_D	2,010 s

Spettri di risposta (componenti orizz. e vert.) per lo stato lim SLD



Spettro di progetto inelastico

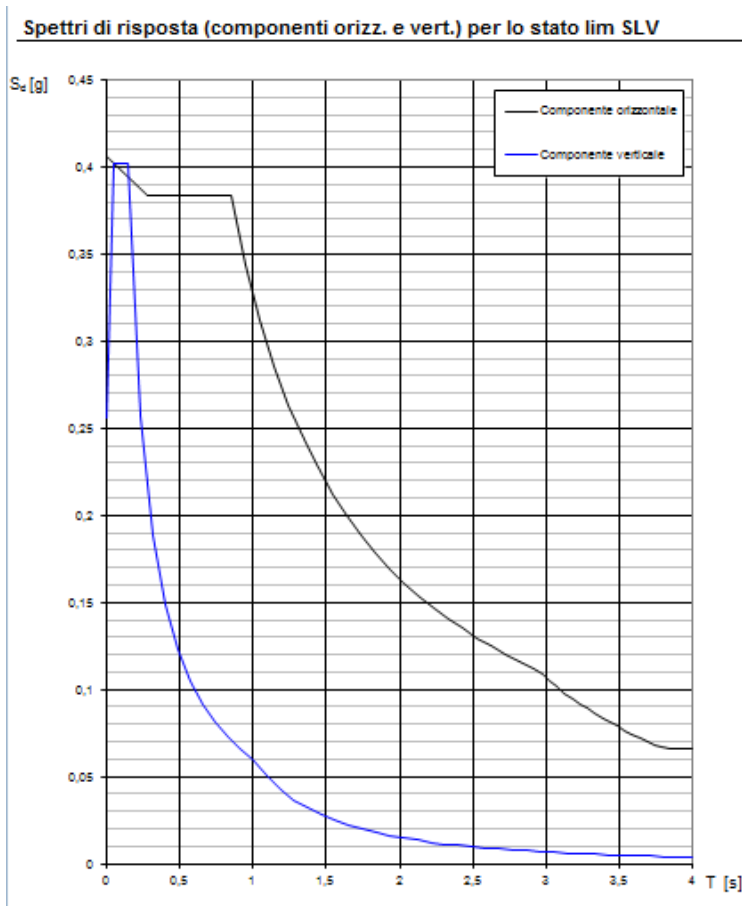


Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0,330 g
F_0	2,359
T_C^*	0,467 s
S_B	1,233
C_C	1,829
S_T	1,000
q	2,500

Parametri dipendenti

S	1,233
η	0,400
T_B	0,285 s
T_C	0,854 s
T_D	2,919 s



6.6.10.-..Metodo di analisi

Gli effetti dell'azione sismica vengono valutati tenendo conto delle masse associate ai carichi gravitazionali dovuti al peso proprio (G_1), ai sovraccarichi permanenti (G_2) e a un'aliquota (ψ_{2j}) dei sovraccarichi accidentali (Q_{kj}):

$$G_1 + G_2 + \sum_j \psi_{2j} \cdot Q_{kj}$$

I valori dei coefficienti ψ_{2j} sono riportati nella Tabella 2.5.I – NTC2018. Nel caso in esame le azioni variabili che possono essere sottoposti ad eccitazione sismica sono:

- sovraccarico accidentale in copertura (Q_1): $\psi_{2j} = 0$
- azione della neve in copertura: $\psi_{2j} = 0$
- azione del vento : $\psi_{2j} = 0$

Come metodo di analisi per determinare gli effetti dell'azione sismica si è scelto di

utilizzare l'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta, nella quale l'equilibrio è trattato dinamicamente e l'azione sismica è modellata direttamente attraverso lo spettro di progetto.

L'analisi dinamica lineare consiste:

- nella determinazione dei modi di vibrare della costruzione (analisi modale)
- nel calcolo degli effetti dell'azione sismica, rappresentata dallo spettro di risposta di progetto, per ciascuno dei modi di vibrare individuati
- nella combinazione di questi effetti

Come prescritto dalle NTC 2018 al § 7.3.3.1, devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa. E' opportuno a tal riguardo considerare tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Per la combinazione degli effetti relativi ai singoli modi, deve essere utilizzata una combinazione quadratica completa (CQC) degli effetti relativi a ciascun modo, secondo quanto definito al § 7.3.3.1 – NTC2018.

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle due componenti dell'azione sismica orizzontale; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando le seguenti espressioni (NTC 2018 - § 7.3.5):

$$1.00 \cdot E_x \text{ " + " } 0.30 \cdot E_y$$

$$1.00 \cdot E_y \text{ " + " } 0.30 \cdot E_x$$

6.6.10.1.-.. Risposta Modale

L'analisi a spettro di risposta cerca la risposta più probabile alle equazioni di equilibrio dinamico associate alla risposta della struttura al moto del suolo. L'accelerazione del suolo dovuta ad un terremoto in ogni direzione viene espressa come una curva di spettro di risposta della pseudo-accelerazione spettrale in funzione del periodo della struttura.

Anche se le accelerazioni possono essere specificate in 3 direzioni, viene prodotto un

unico risultato positivo per ciascuna quantità in risposta; le quantità in risposta comprendono spostamenti, forze e tensioni. Ciascun risultato calcolato rappresenta una misura statistica della grandezza più probabile di quella particolare quantità in risposta. È da attendersi che la vera risposta sia compresa in un intervallo che va dal valore positivo a quello negativo del valore trovato.

L'analisi a spettro di risposta viene eseguita usando la sovrapposizione dei modi, ricavati usando l'analisi agli autovettori. Per una data direzione di accelerazione, la risposta modale è calcolata su tutta la struttura per ciascuno dei modi di vibrazione: questi valori modali, per una data quantità in risposta, vengono combinati per produrre un unico risultato positivo per quella data direzione di accelerazione, usando il metodo CQC.

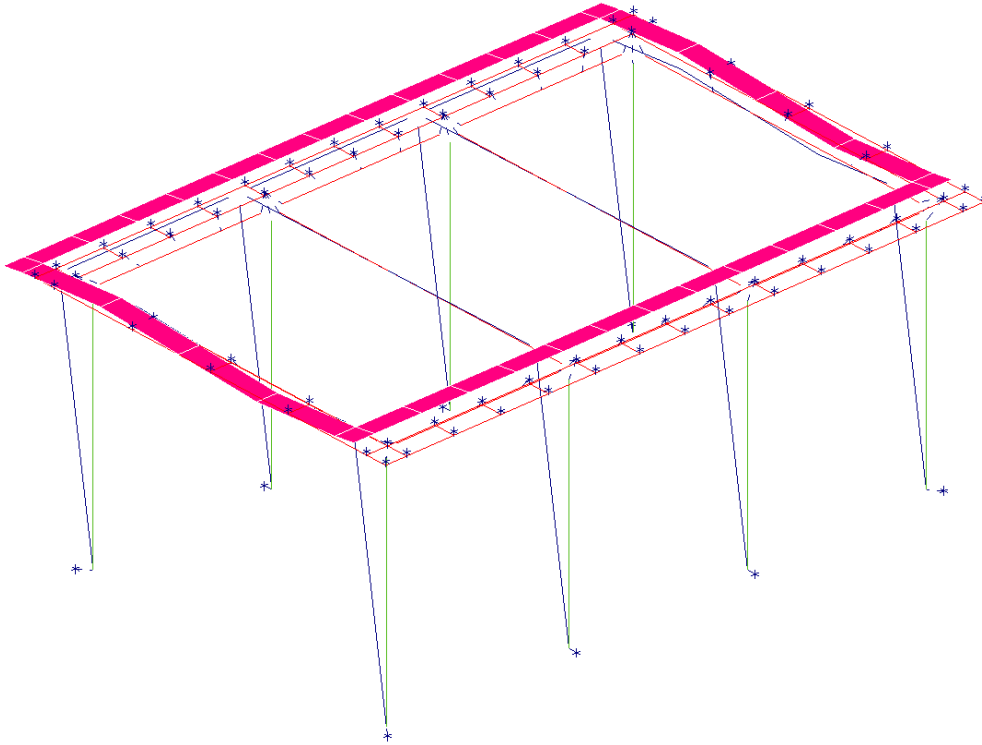
Si riportano nella seguente tabella i risultati dell'analisi modale condotta sulla struttura; si riportano i primi 3 modi di vibrare della struttura per i quali sono riepilogati il periodo della struttura e le masse partecipanti:

PULSAZIONI E MODI DI VIBRAZIONE													
Modo N.ro	Pulsazione (rad/sec)	Periodo (sec)	Smorz Mod(%)	Sd/g SLO	Sd/g SLD	Sd/g SLV X	Sd/g SLV Y	Sd/g SLC X	Sd/g SLC Y	Piano N.ro	X (m)	Y (m)	Rot (rad)
1	15,110	0,41584	5,0	0,356	0,461	0,383	0,383			1	0,000209	0,083954	0,000051
2	18,213	0,34498	5,0	0,356	0,461	0,383	0,383			1	0,084294	0,000000	0,000000
3	18,326	0,34285	5,0	0,356	0,461	0,383	0,383			1	0,058925	-0,095703	0,014372

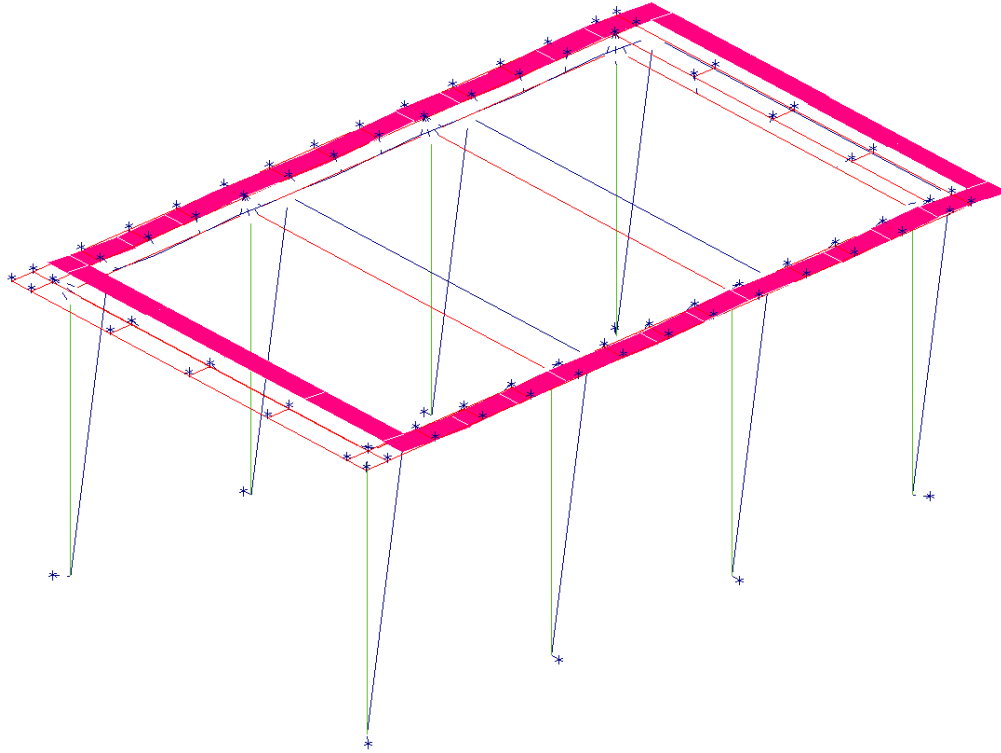
FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.V.									
SISMA DIREZIONE: 0°									
Massa eccitata (t): 140,73			Massa totale (t): 140,73			Rapporto:1			
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	0,000	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	24,78
2	11,863	100,00	140,74	100,01	1	53,87	0,00	0,00	
3	0,000	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	

FATTORI E FORZE DI PIANO MODALI S.L.V.									
SISMA DIREZIONE: 90°									
Massa eccitata (t): 140,73			Massa totale (t): 140,73			Rapporto:99			
Modo N.ro	Fattore Modale	Fmod/Fmax (%)	Massa Mod Eff. (t)	Mmod/Mtot %	Piano N.ro	FX (t)	FY (t)	Mt (t*m)	Mom.Ecc. 5% (t*m)
1	11,863	100,00	140,74	100,00	1	0,00	53,87	1,65	38,38
2	0,000	0,00	0,00	0,00	1	0,00	0,00	0,00	
3	0,042	0,36	0,00	0,00	1	0,00	0,00	-1,12	

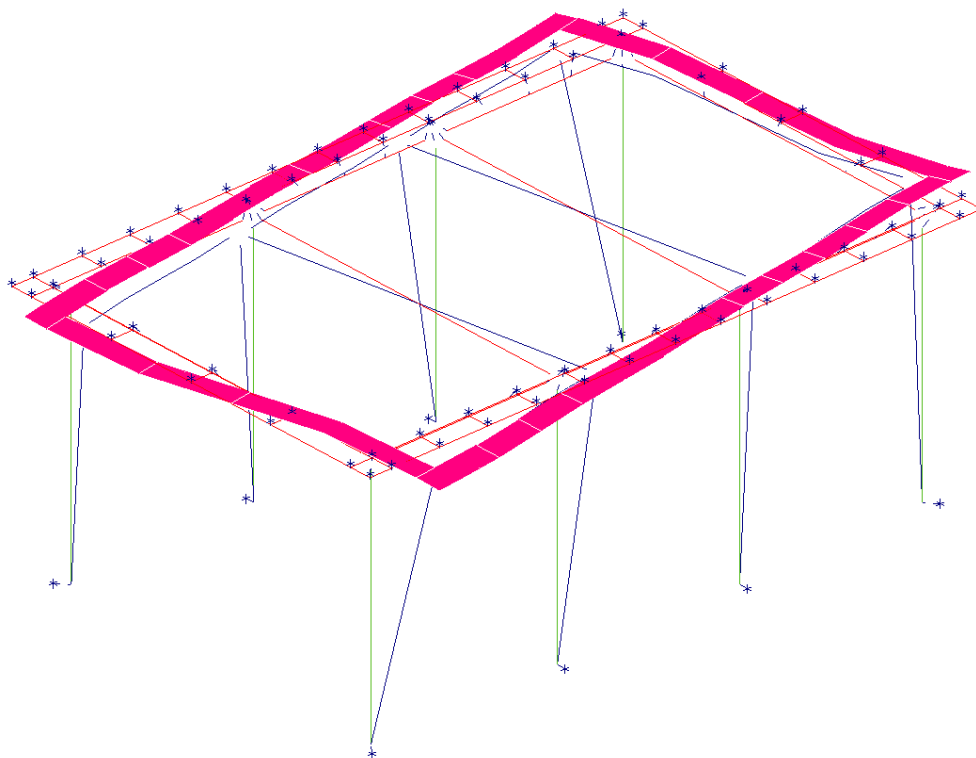
Deformata Modo 1



Deformata Modo 2



Deformata Modo 3



6.6.10.2.-.. Eccentricità accidentale delle masse (Ecc.X , Ecc.Y)

Per tener conto della variabilità spaziale del moto sismico, nonché di eventuali incertezze nella localizzazione delle masse, al centro di massa deve essere attribuita un'eccentricità accidentale rispetto alla sua posizione quale deriva dal calcolo. Per gli edifici, gli effetti dell'eccentricità accidentale del centro di massa possono essere determinati mediante l'applicazione di carichi statici costituiti da momenti torcenti di valore pari alla risultante orizzontale della forza agente al piano, moltiplicata per l'eccentricità accidentale del baricentro delle masse rispetto alla sua posizione di calcolo. In assenza di più accurate determinazioni l'eccentricità accidentale in ogni direzione non può essere considerata inferiore a 0.05 volte la dimensione dell'edificio misurata perpendicolarmente alla direzione di applicazione dell'azione sismica.

La forza di taglio alla base F_b si determina con la formula definita al § 7.3.3.2 – NTC 2018:

$$F_h = S_d(T_1) \cdot W \cdot \lambda / g$$

dove:

λ è un fattore di correzione che nel caso in esame può essere assunto pari ad 1

W è il peso totale dell'edificio

$S_d(T_1)$ è l'ordinata dello spettro di progetto per il periodo T_1

T_1 è il periodo proprio derivante dall'analisi dinamica modale, relativo al modo di vibrare traslatorio considerato

Dall'analisi modale della struttura si ottengono i seguenti periodi propri, riferiti ai due modi di vibrare traslatori, sono i seguenti:

$$T_1 = 0.416s$$

$$T_2 = 0.345s$$

Si determinano quindi le forze di taglio alla base e i corrispondenti momenti torcenti per ciascuna direzione. Si osserva che se il momento torcente è generato dal sisma in direzione x (oppure y) allora anche il sistema di forze equivalente avrà direzione x (oppure y); si riportano di seguito le formule usate per la loro determinazione:

$$M_{tx} = F_b \cdot e_y$$

$$M_{ty} = F_b \cdot e_x$$

Dopo aver determinato il momento torcente per ciascuna delle due componenti orizzontali dell'azione sismica, si procede con la determinazione di un sistema di forze equivalente a tale momento. Le forze equivalenti sono state individuate in base alla distanza dei pilastri dal centro geometrico degli stessi: le forze sono applicate su ciascun pilastro, alla quota del baricentro delle travi.

$$H_{kx} = M_{tx} \cdot \frac{y_k}{\sum_k y_k^2} \quad H_{ky} = M_{ty} \cdot \frac{x_k}{\sum_k x_k^2}$$

dove:

k indica il numero del pilastro considerato

H_{kx} è la forza in direzione x , data da M_{tx} , agente sul k -esimo pilastro considerato

H_{ky} è la forza in direzione y , data da M_{ty} , agente sul k -esimo pilastro considerato

x_k e y_k sono le distanze dei pilastri dal centro geometrico della struttura



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2

LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	43di 125

Gli effetti delle forze equivalenti dovute all'eccentricità accidentale, vengono portati in conto nella combinazione sismica, sommandoli all'azione sismica che li origina.

7.-..ANALISI DELLA STRUTTURA

7.1.-..Codici di calcolo utilizzati

Per il calcolo delle sollecitazioni gravanti sugli elementi strutturali, per i modi di vibrare della struttura e per verifiche di resistenza si è fatto ricorso al codice di calcolo FEM CDSWin della STS.

7.1.1.-..Affidabilità del software

La documentazione fornita a corredo dei software contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati.

7.2.-..Modellazione dell'opera

L' edificio in c.a. in oggetto è stato modellato come una struttura a telaio semplice di un piano.

Gli elementi strutturali, travi e pilastri, sono stati schematizzati mediante elementi monodimensionali tipo frame. Essi presentano caratteristiche geometriche e meccaniche in accordo con le proprietà reali dei materiali e delle sezioni che li rappresentano. Ciascuna asta è stata posizionata in corrispondenza dell'asse baricentrico degli elementi strutturali. La quota del solaio di copertura è stata fissata a 5,90m. A tutti i nodi del solaio è stato assegnato un vincolo di piano rigido.

Il cornicione è stato invece schematizzato come elemento bidimensionale tipo shell collegato alle travi in c.a. di spessore pari all'altezza media della soletta in c.a. reale; in questo modo si tengono in conto gli effetti torsionali che questo produce sulle travi.

L'analisi degli effetti dovuti all'azione sismica prevede la definizione delle masse strutturali partecipanti all'eccitazione dinamica dovuta al terremoto. Pertanto nel modello le masse strutturali coincidono con i carichi caratteristici permanenti strutturali e non strutturali.

Vengono utilizzati due modelli di calcolo distinti esclusivamente dal vincolo alla base dei pilastri che in un primo modello, utilizzato per l'analisi modale, è impostato con un

incastro alla base dei pilastri. Il secondo modello, dove la trave di fondazione ha le sue effettive dimensioni geometriche, è utilizzato per le verifiche strutturali di tutti gli elementi travi e pilastri e per la verifica geotecnica della portanza delle fondazioni. In questo secondo modello l'interazione col terreno è assicurata da molle verticali alla Winkler con rigidità pari a 20000 kN/m^3 . Per il calcolo della rigidità delle molle fare riferimento alla relazione geotecnica.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

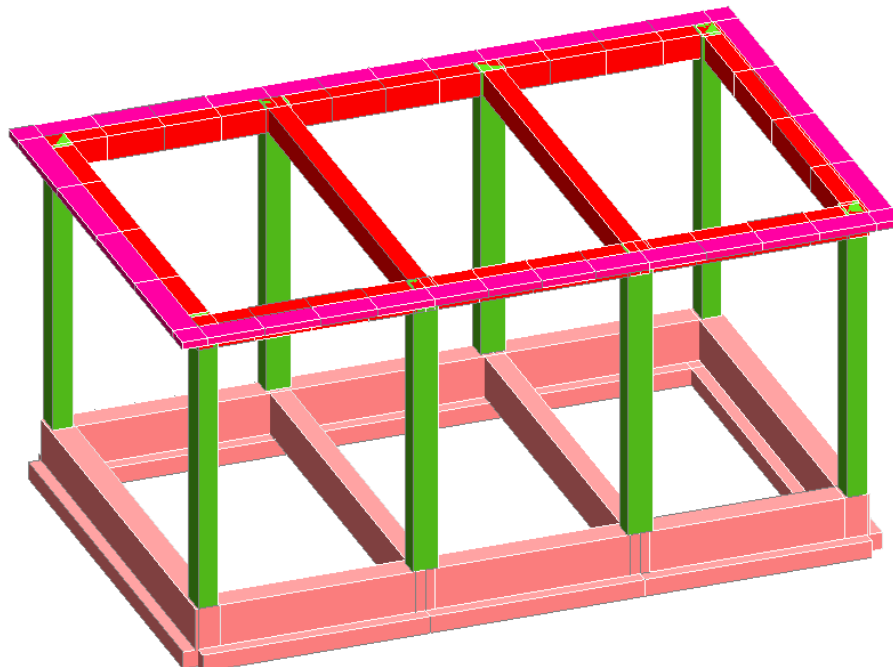


Figura 1: Modello 3D

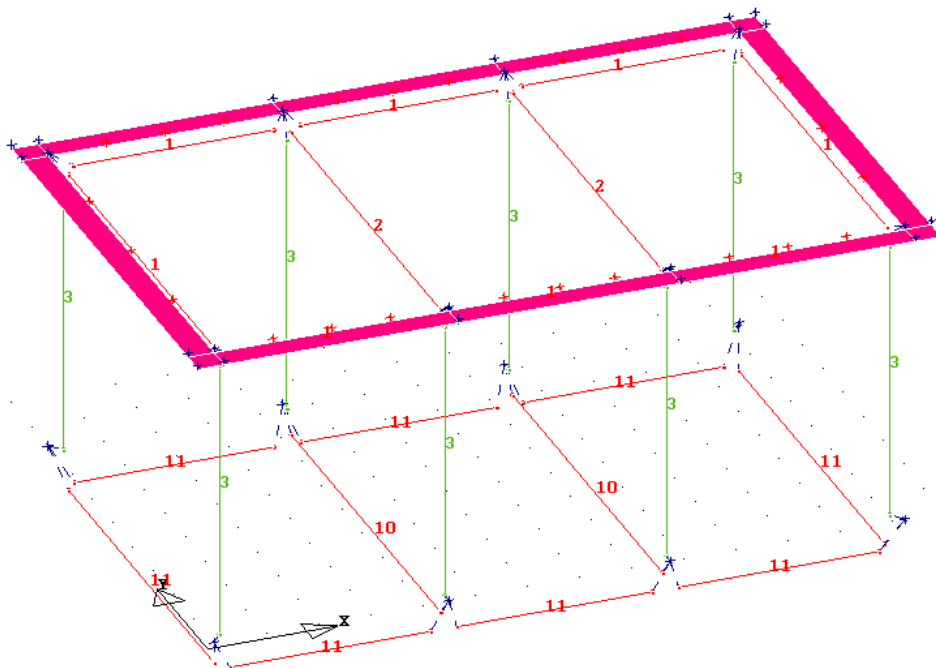


Figura 2: tipologia aste

ARCHIVIO SEZIONI ASTE IN C.A.O.

Tipologia Rettangolare				Tipologia Rettangolare			
Sez. N.ro	Base (cm)	Altezza (cm)	Magrone (cm)	Sez. N.ro	Base (cm)	Altezza (cm)	Magrone (cm)
1	40,0	50,0	0,0	2	40,0	50,0	0,0
3	40,0	50,0	0,0	10	40,0	85,0	40,0

ARCHIVIO SEZIONI ASTE IN C.A.O.

Tipologia a 'T'							
Sez. N.ro	Ala sx. B1 (cm)	B Anima B2 (cm)	Ala dx. B3 (cm)	Altezza B4 (cm)	Sp. Ali B5 (cm)	H Anima B6 (cm)	Largh. Magrone (cm)
11	25,0	50,0	25,0	120,0	35,0	85,0	180,0

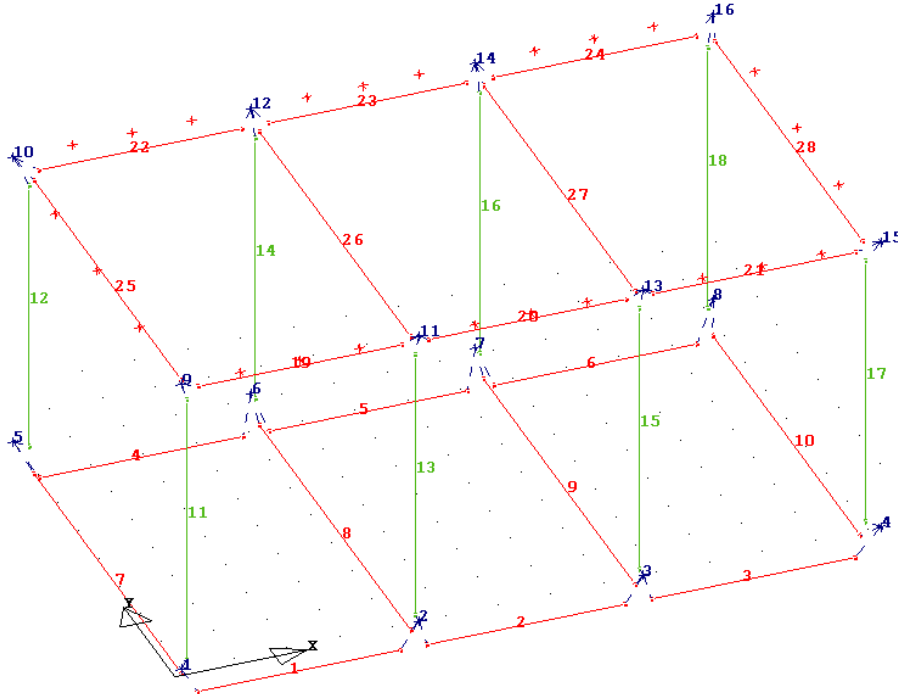


Figura 3: numerazione aste e nodi

7.2.1.-..Condizioni di carico e assegnazioni

Di seguito si riportano le condizioni elementari di carico:

- Condizione N.ro 1: G₁ Peso proprio di tutti gli elementi strutturali
- Condizione N.ro 2: G₂ Peso proprio di tutti gli elementi non strutturali
- Condizione N.ro 3: Q_N Carico variabile Neve (a quota < 1000m)
- Condizione N.ro 4: Q_{H1} Carico variabile Cat. H (coperture accessibili per sola manutenzione)
- Condizione N.ro 5: Q_{Vx} Carico del vento in direzione x
- Condizione N.ro 6: Q_{Vy} Carico del vento in direzione y

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1									
ALIQUOTA SISMICA: 100									
Asta3d N.ro	Riferimento	NODO INIZIALE			NODO FINALE			Mt t*m/ml	Pretens t
		Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml		
1	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
2	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
3	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1					ALIQUOTA SISMICA: 100				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
4	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
5	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
6	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
7	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
10	0	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,000	-0,675	0,000	0,00
19	0	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,00
20	0	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,00
21	0	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,00
22	0	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,00
23	0	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,00
24	0	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,000	-0,138	0,000	0,00
25	0	0,000	0,000	-0,825	0,000	0,000	-0,825	0,000	0,00
26	0	0,000	0,000	-1,351	0,000	0,000	-1,351	0,000	0,00
27	0	0,000	0,000	-1,360	0,000	0,000	-1,360	0,000	0,00
28	0	0,000	0,000	-0,834	0,000	0,000	-0,834	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2					ALIQUOTA SISMICA: 100				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
25	0	0,000	0,000	-0,733	0,000	0,000	-0,733	0,000	0,00
26	0	0,000	0,000	-1,321	0,000	0,000	-1,321	0,000	0,00
27	0	0,000	0,000	-1,329	0,000	0,000	-1,329	0,000	0,00
28	0	0,000	0,000	-0,741	0,000	0,000	-0,741	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
25	0	0,000	0,000	-0,184	0,000	0,000	-0,184	0,000	0,00
26	0	0,000	0,000	-0,332	0,000	0,000	-0,332	0,000	0,00
27	0	0,000	0,000	-0,334	0,000	0,000	-0,334	0,000	0,00
28	0	0,000	0,000	-0,186	0,000	0,000	-0,186	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 4					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
25	0	0,000	0,000	-0,118	0,000	0,000	-0,118	0,000	0,00
26	0	0,000	0,000	-0,213	0,000	0,000	-0,213	0,000	0,00
27	0	0,000	0,000	-0,214	0,000	0,000	-0,214	0,000	0,00
28	0	0,000	0,000	-0,119	0,000	0,000	-0,119	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 5					ALIQUOTA SISMICA: 0				
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferimento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
19	0	0,006	-0,316	0,000	0,006	-0,316	0,000	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 5 ALIQUOTA SISMICA: 0									
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferi mento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
20	0	0,006	-0,316	0,000	0,006	-0,316	0,000	0,000	0,00
21	0	0,006	-0,316	0,000	0,006	-0,316	0,000	0,000	0,00
22	0	0,006	0,316	0,000	0,006	0,316	0,000	0,000	0,00
23	0	0,006	0,316	0,000	0,006	0,316	0,000	0,000	0,00
24	0	0,006	0,316	0,000	0,006	0,316	0,000	0,000	0,00
25	0	0,264	0,000	0,226	0,264	0,000	0,226	0,000	0,00
26	0	0,000	0,000	0,143	0,000	0,000	0,143	0,000	0,00
27	0	0,000	0,000	-0,166	0,000	0,000	-0,166	0,000	0,00
28	0	0,191	0,000	-0,083	0,191	0,000	-0,083	0,000	0,00

CARICHI DISTRIBUITI ASTE

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 6 ALIQUOTA SISMICA: 0									
IDENT.		NODO INIZIALE			NODO FINALE				
Asta3d N.ro	Riferi mento	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Qx t/ml	Qy t/ml	Qz t/ml	Mt t*m/ml	Pretens t
19	0	0,000	0,273	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000	0,00
20	0	0,000	0,273	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000	0,00
21	0	0,000	0,273	0,000	0,000	0,273	0,000	0,000	0,00
22	0	0,000	0,203	0,000	0,000	0,203	0,000	0,000	0,00
23	0	0,000	0,203	0,000	0,000	0,203	0,000	0,000	0,00
24	0	0,000	0,203	0,000	0,000	0,203	0,000	0,000	0,00
25	0	-0,336	0,006	-0,083	-0,336	0,006	-0,083	0,000	0,00
26	0	0,000	0,000	-0,166	0,000	0,000	-0,166	0,000	0,00
27	0	0,000	0,000	-0,166	0,000	0,000	-0,166	0,000	0,00
28	0	0,336	0,006	-0,083	0,336	0,006	-0,083	0,000	0,00

CARICHI TERMICI/DISTRIBUITI/CONCENTRATI

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 1 ALIQUOTA SISMICA:100							
IDENTI	FORZE CONCENTRATE			MOMENTI CONCENTRATI			
Nodo3d N.ro	Fx (t)	Fy (t)	Fz (t)	Mx t*m	My t*m	Mz t*m	
9	0,0000	0,0000	-3,6300	0,0000	0,0000	0,0000	
10	0,0000	0,0000	-3,6300	0,0000	0,0000	0,0000	
11	0,0000	0,0000	-2,4400	0,0000	0,0000	0,0000	
12	0,0000	0,0000	-2,4400	0,0000	0,0000	0,0000	
13	0,0000	0,0000	-2,4400	0,0000	0,0000	0,0000	
14	0,0000	0,0000	-2,4400	0,0000	0,0000	0,0000	
15	0,0000	0,0000	-3,6300	0,0000	0,0000	0,0000	
16	0,0000	0,0000	-3,6300	0,0000	0,0000	0,0000	

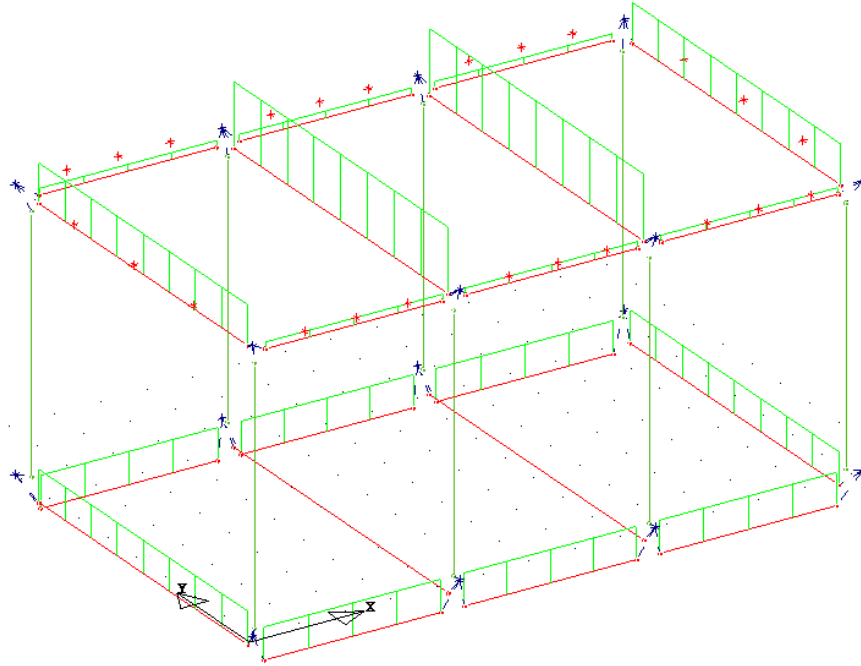
CARICHI SUGLI SHELL

CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2 ALIQUOTA SISMICA: 100									
IDENT.		PRESSIONI				CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferi mento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
1	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

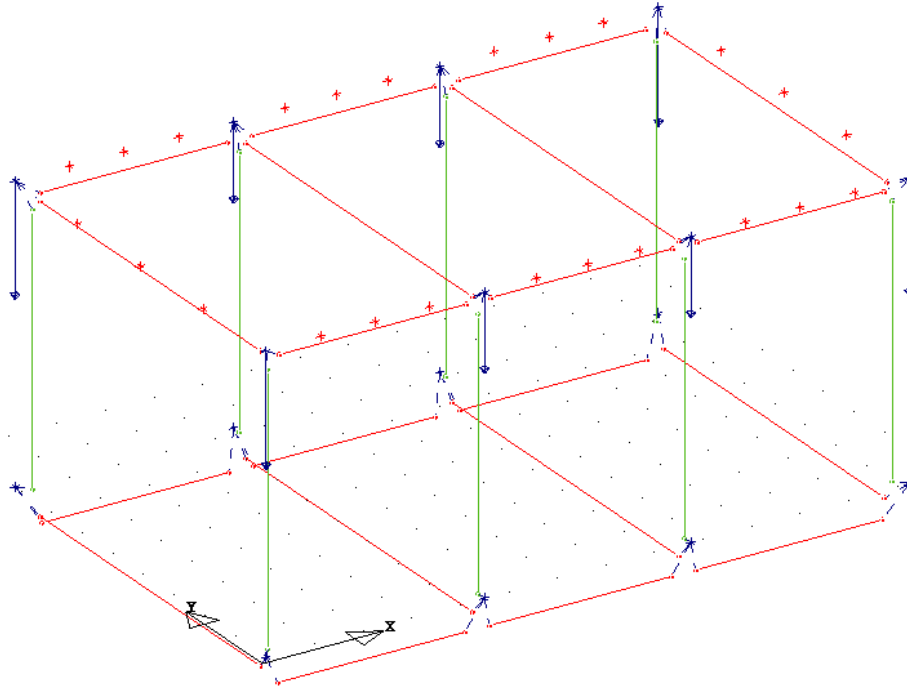
CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 2						ALIQUOTA SISMICA: 100			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
7	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0	-0,01	-0,01	-0,01	-0,01	0,00	0,00	0,00	0,00

CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 3						ALIQUOTA SISMICA: 0			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
1	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0	-0,08	-0,08	-0,08	-0,08	0,00	0,00	0,00	0,00

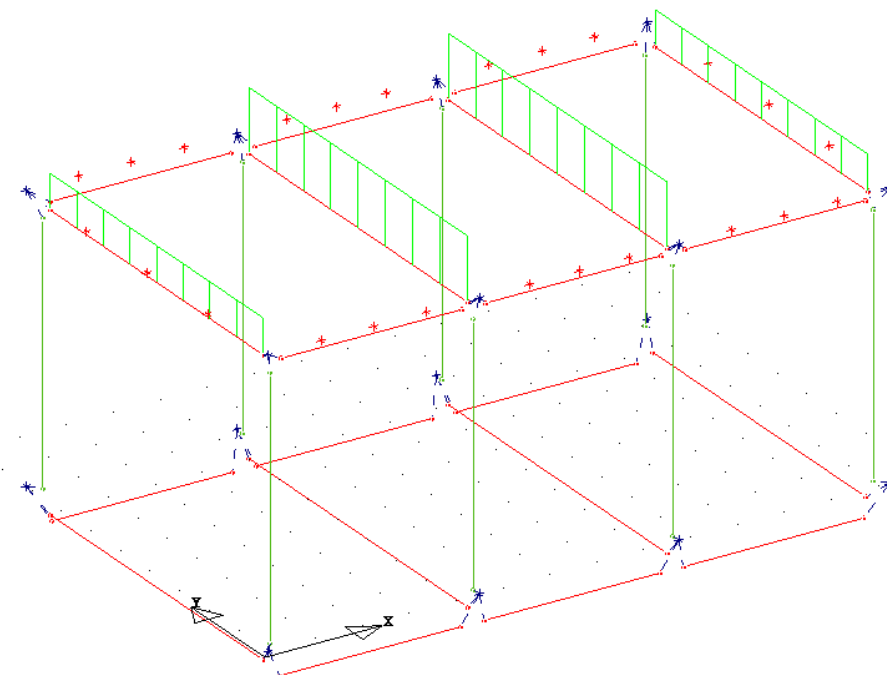
CARICHI SUGLI SHELL									
CONDIZIONE DI CARICO N.ro: 4						ALIQUOTA SISMICA: 0			
IDENT.	PRESSIONI					CARICHI PERIMETRALI			
Shell N.ro	Riferimento	P.a t/mq	P.b t/mq	P.c t/mq	P.d t/mq	Q.ab t/ml	Q.bc t/ml	Q.cd t/ml	Q.da t/ml
1	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
2	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
4	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
5	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
6	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
7	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
8	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
9	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
10	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
11	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00
12	0	-0,05	-0,05	-0,05	-0,05	0,00	0,00	0,00	0,00



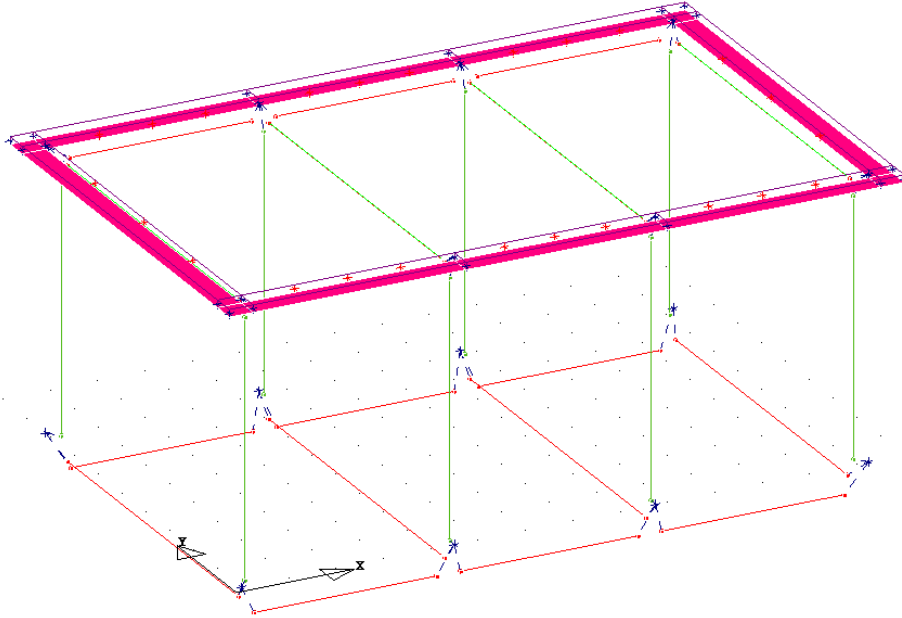
G1 – Carichi distribuiti



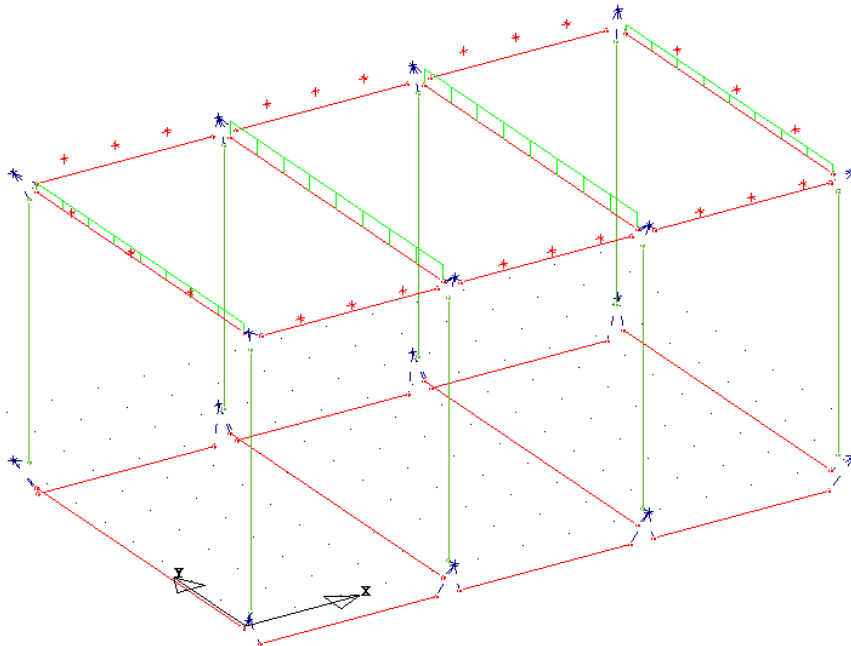
G1 – Carichi concentrati



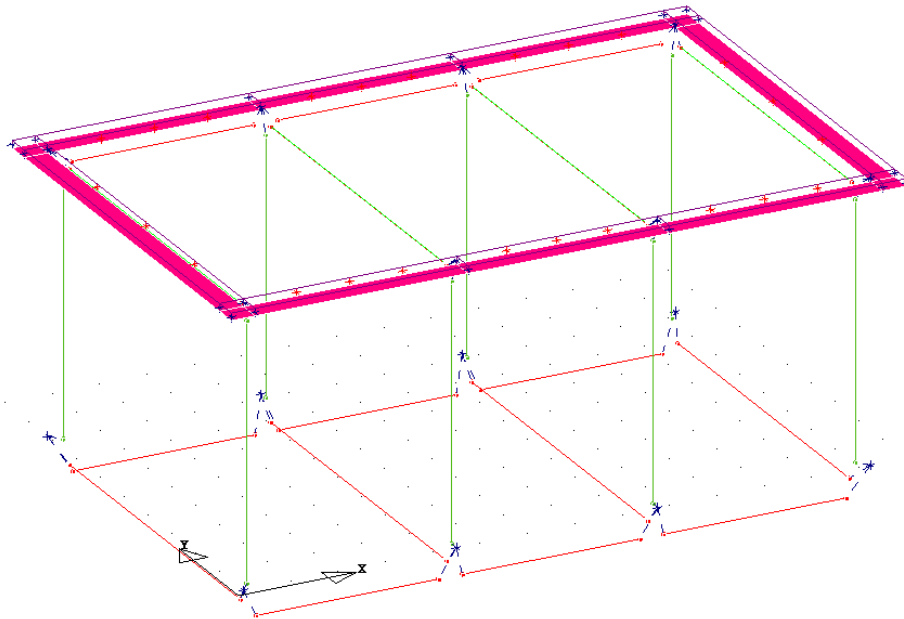
G2 – Permanenti non strutturali (carichi distribuiti)



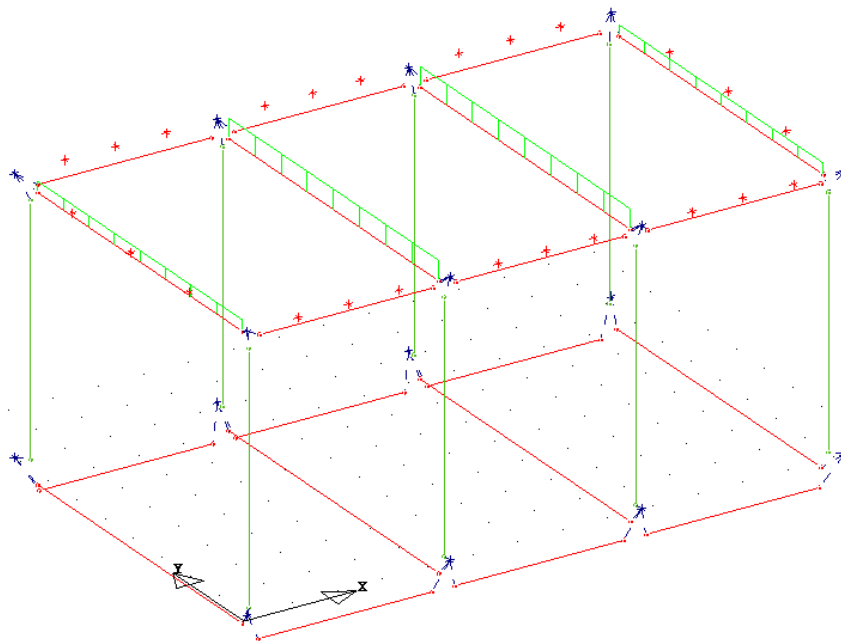
G2 – Permanenti non strutturali (carichi shell)



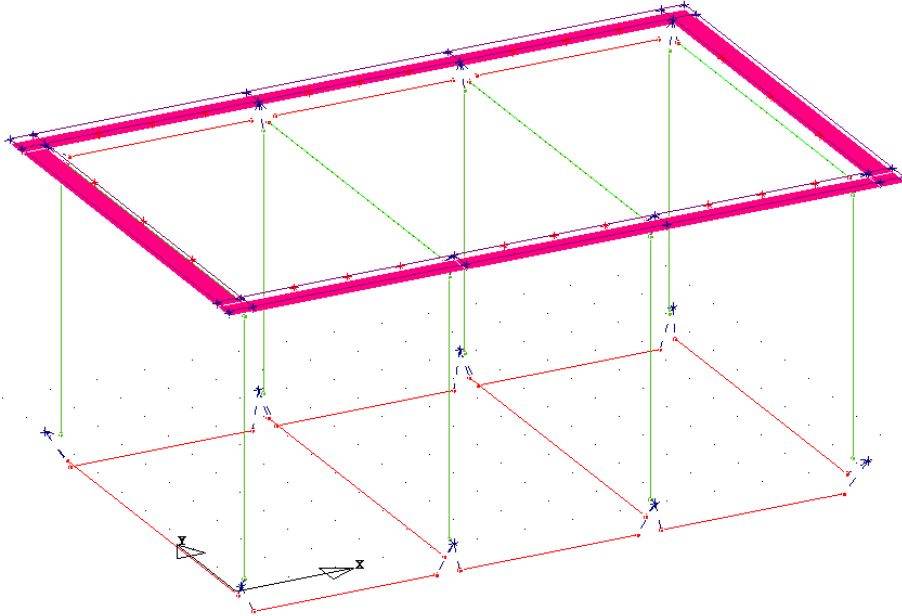
Q_N – Neve (carichi distribuiti)



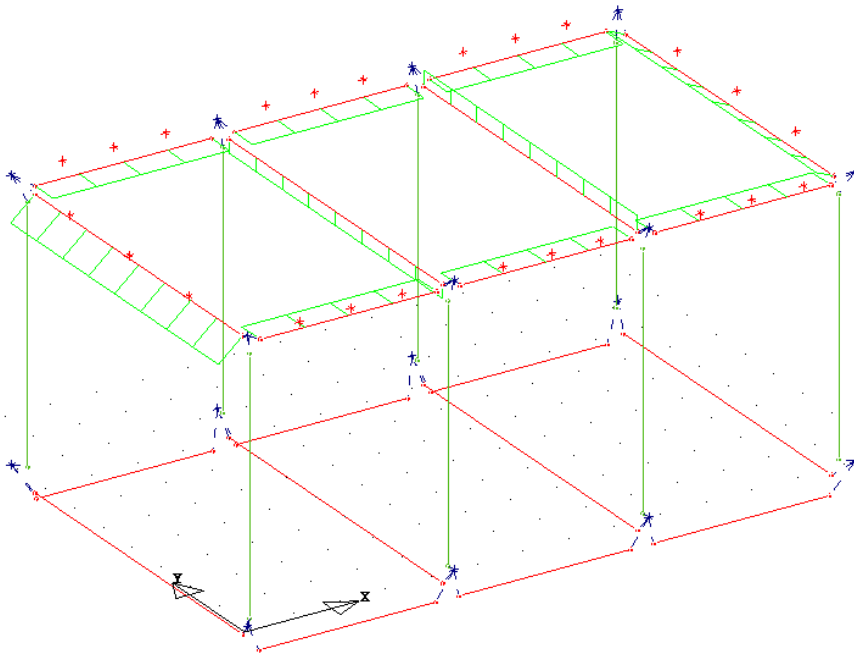
Q_N – Neve (carichi shell)



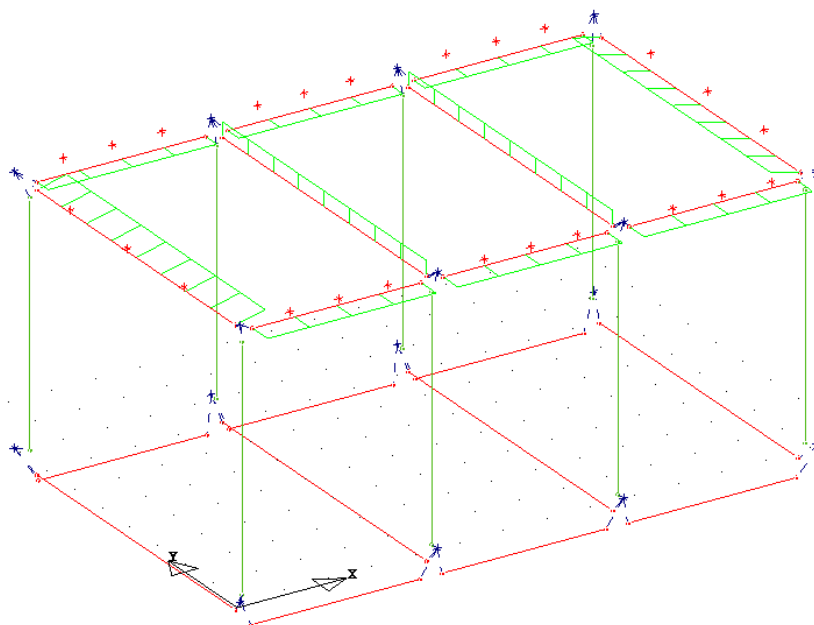
Q_{H1} – Accidentali (Manutenzione) (carichi distribuiti)



QH1 – Accidentali (Manutenzione) (carichi shell)



Q_{Vx} Vento X



Q_{vy} Vento Y

7.3.-..Combinazioni di carico

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (§ 2.5.3 NTC 18):

- Combinazione fondamentale, impiegata per gli stati limite ultimi (SLU):

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_p P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$
- Combinazione caratteristica (rara), impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{K1} + \psi_{02} Q_{K2} + \psi_{03} Q_{K3} + \dots$$
- Combinazione frequente, impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$
- Combinazione quasi permanente (SLE), impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} Q_{K1} + \psi_{22} Q_{K2} + \psi_{23} Q_{K3} + \dots$$

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.															
DESCRIZIONI	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60
VENTO Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	-1,00	1,00	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30	-0,30	0,30	-0,30	0,30	-0,30
Corr. Tors. dir. 90	0,30	0,30	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	-1,00	-1,00	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	0,30	-0,30	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-0,30	-0,30	1,00	1,00	1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	-1,00

COMBINAZIONI CARICHI A1 - S.L.V. / S.L.D.			
DESCRIZIONI	61	62	63
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00
Var.Neve h<=1000	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00
VENTO X	0,00	0,00	0,00
VENTO Y	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,30	-0,30	0,30
Corr. Tors. dir. 90	-1,00	1,00	1,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 0	-0,30	-0,30	-0,30
Sisma direz. grd 90	-1,00	-1,00	-1,00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.															
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Neve h<=1000	0,50	1,00	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50
Var.Coperture	1,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00
VENTO X	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	1,00
VENTO Y	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.															
DESCRIZIONI	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Neve h<=1000	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50	1,00	0,50	0,50	0,50
Var.Coperture	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VENTO X	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	0,60	0,60	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60
VENTO Y	0,60	0,60	0,60	1,00	0,00	0,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,60	0,60	0,60	1,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,60	0,60	0,60	0,60	1,00	1,00	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-0,60	-1,00
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI RARE - S.L.E.	
DESCRIZIONI	31
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Neve h<=1000	0,50
Var.Coperture	0,00
VENTO X	0,00
VENTO Y	0,60
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Carico termico	-1,00
Sisma direz. grd 0	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00

COMBINAZIONI FREQUENTI - S.L.E.						
DESCRIZIONI	1	2	3	4	5	6
Peso Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Var.Neve h<=1000	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00	0,00
Var.Coperture	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
VENTO X	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00	0,00
VENTO Y	0,00	0,00	0,00	0,20	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carico termico	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	-0,50
Sisma direz. grd 0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Sisma direz. grd 90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.	
DESCRIZIONI	1
Peso Strutturale	1,00
Perm.Non Strutturale	1,00
Var.Neve h<=1000	0,00
Var.Coperture	0,00
VENTO X	0,00
VENTO Y	0,00
Corr. Tors. dir. 0	0,00
Corr. Tors. dir. 90	0,00
Carico termico	0,00
Sisma direz. grd 0	0,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2

LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

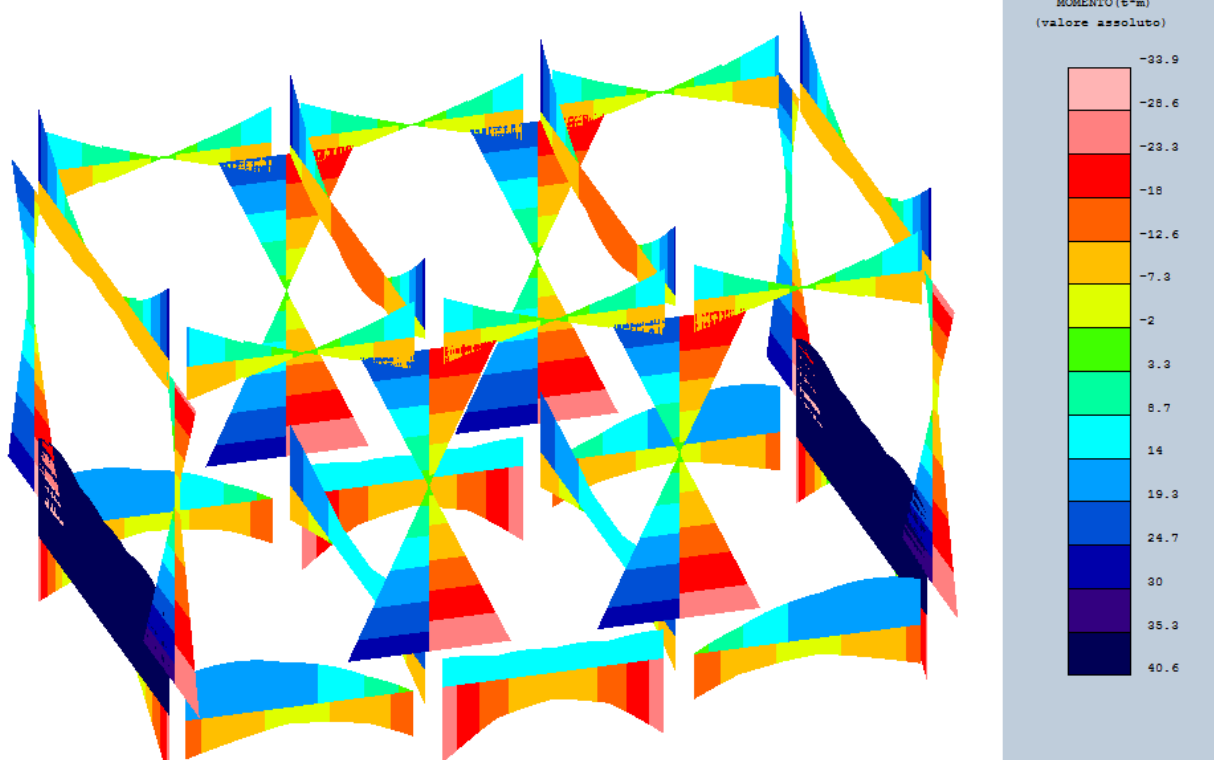
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	59di 125

COMBINAZIONI PERMANENTI - S.L.E.

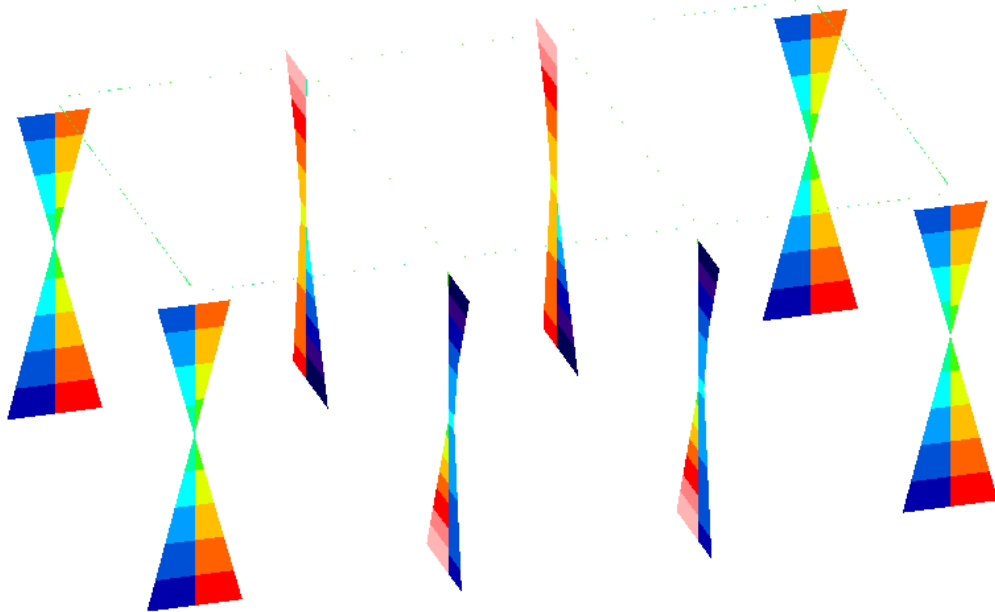
DESCRIZIONI	
Sisma direz. grd 90	0,00

8.-..SOLLECITAZIONI MASSIME

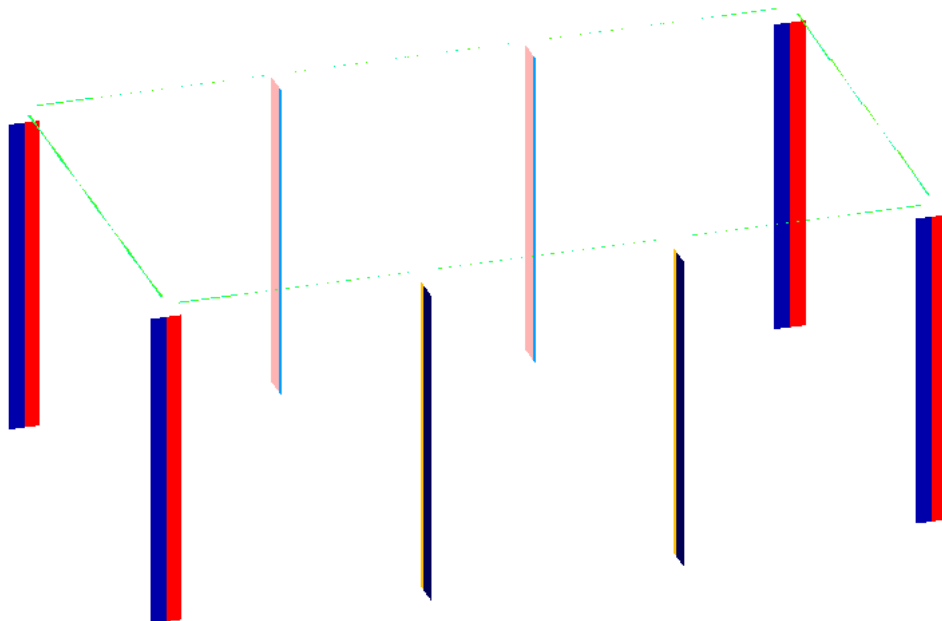
Di seguito si riportano, per il modello di calcolo, la rappresentazione grafica delle principali caratteristiche di sollecitazione a mezzo di diagrammi di involuppo associati alle famiglie di combinazioni dei carichi.



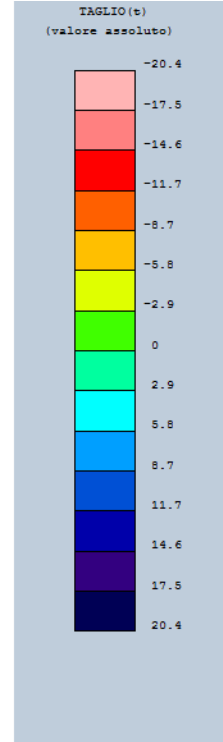
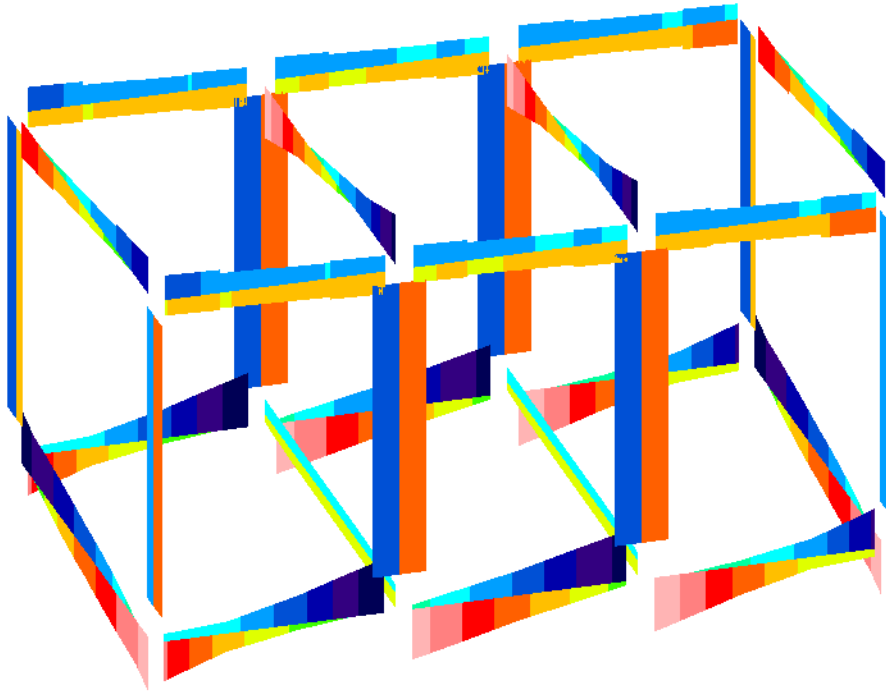
Momento Mx - Inviluppo SLV



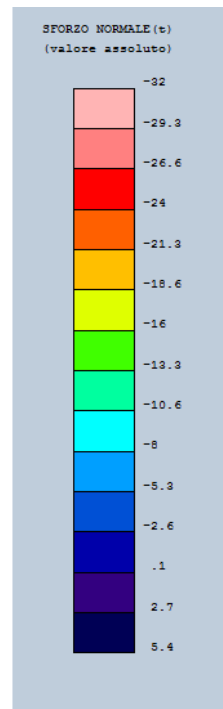
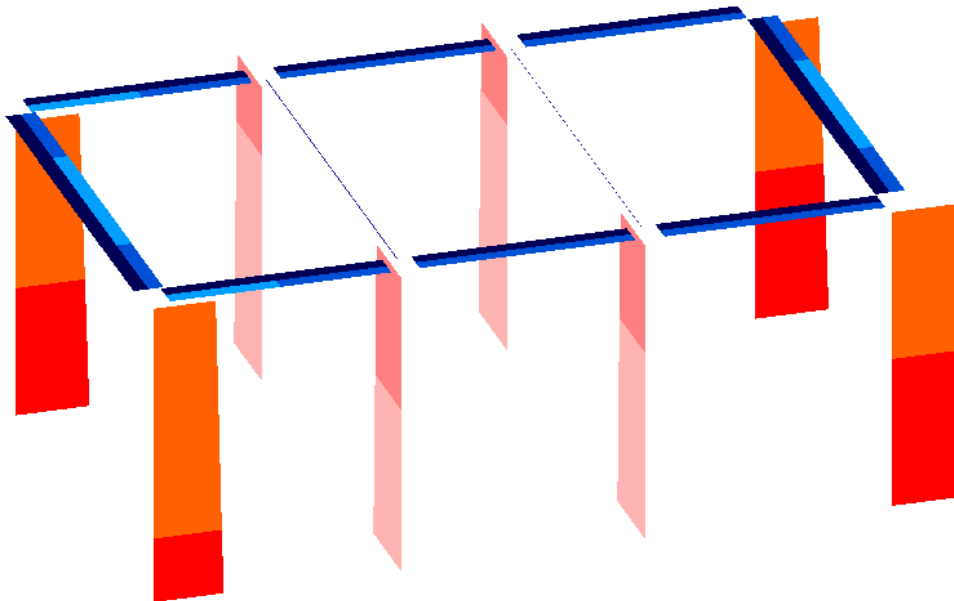
Momento My - Inviluppo SLV



Taglio Tx - Inviluppo SLV



Taglio Ty - Involuppo SLV



Sforzo Normale N - Involuppo SLV

9.-.VERIFICA ELEMENTI STRUTTURALI

9.1.-.Metodologia di verifica

9.1.1.-.Verifiche elementi tipo trave

➤ Verifica a flessione semplice:

Le verifiche di resistenza a flessione allo SLU (NTC2018 – 4.1.2.3.4) per le sezioni di appoggio e di campata sono state condotte con il supporto del software CDSWin (che svolge in automatico anche il rispetto dei quantitativi minimi di norma) considerando le sollecitazioni riportate nei prospetti precedenti.

➤ Verifica a taglio:

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici dovuti al taglio, le sollecitazioni di taglio di calcolo V_{Ed} si ottengono sommando il contributo dovuto ai carichi gravitazionali agenti sulla trave, considerata incernierata agli estremi, alle sollecitazioni di taglio corrispondenti alla formazione di cerniere plastiche nella trave e prodotte dai momenti resistenti (ultimi) delle due sezioni di plasticizzazione (generalmente quelle di estremità) amplificati del fattore di sovra resistenza γ_{Rd} assunto pari a 1.0 per CDB.

Deve risultare (NTC2018 – 4.1.2.3.5):

$$V_{Rd} > V_d$$

dove:

V_d = Valore di calcolo del taglio agente;

$V_{Rd} = \min(V_{Rsd}, V_{Rcd})$

Con riferimento all'armatura trasversale, la resistenza di calcolo a "taglio trazione" si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) \cdot \sin\alpha$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza di calcolo a "taglio compressione" si calcola con:

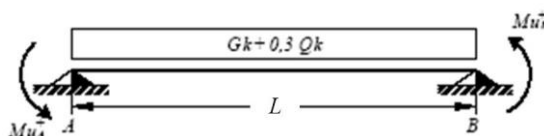
$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg}\alpha + \text{ctg}\theta) / (1 + \text{ctg}^2\theta)$$

dove:

α : Angolo d'inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse dell'elemento;

θ : Angolo d'inclinazione dei puntoni in calcestruzzo rispetto all'asse dell'elemento.

• 1° Schema:

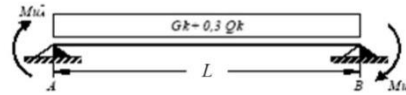


Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^+_A + Mu^+_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

• **2° Schema:**



Il taglio è variabile linearmente lungo la trave ed è pari a:

$$V_A = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} + \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

$$V_B = \gamma_{Rd} \frac{Mu^-_A + Mu^-_B}{l_{trave}} - \frac{(G_k + 0,3Q_k) \cdot l_{trave}}{2}$$

➤ **Verifica limitazioni armatura:**

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.1 delle NTC2018:

- almeno due barre di diametro non inferiore a 14 mm devono essere presenti superiormente e inferiormente per tutta la lunghezza della trave;
- in ogni sezione della trave, il rapporto geometrico ρ relativo all'armatura tesa, indipendentemente dal fatto che l'armatura tesa sia quella al lembo superiore della sezione A_s o quella al lembo inferiore della sezione A_i , deve essere compreso entro i seguenti limiti:

$$\frac{1,4}{f_{yk}} < \rho < \rho_{comp} + \frac{3,5}{f_{yk}}$$

dove:

ρ è il rapporto geometrico relativo all'armatura tesa pari ad $A_s/(b \cdot h)$ oppure ad $A_i/(b \cdot h)$;

ρ_{comp} è il rapporto geometrico relativo all'armatura compressa;

f_{yk} è la tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio (in MPa).

- l'armatura compressa non deve essere mai inferiore ad un quarto di quella tesa:

$$\rho_{comp} \geq 0.25\rho$$

- nelle zone dissipative della trave, inoltre, deve essere:

$$\rho_{comp} \geq 0.5\rho$$

Le zone dissipative si estendono, per CD" B", per una lunghezza pari a 1 volta l'altezza della sezione della trave, misurata a partire dalla faccia del nodo trave-pilastro o da entrambi i lati a partire dalla sezione di prima plasticizzazione.

- Nelle zone dissipative devono essere previste staffe di contenimento. La prima staffa di contenimento deve distare non più di 5 cm dalla sezione a filo pilastro; le successive devono essere disposte ad un passo non superiore alla minore tra le grandezze seguenti:

- un quarto dell'altezza utile della sezione trasversale;
- 225 mm (per CD" B");
- 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali considerate ai fini delle verifiche (per CD" B");
- 24 volte il diametro delle armature trasversali.

Per staffa di contenimento si intende una staffa rettangolare, circolare o a spirale, di diametro minimo 6 mm, con ganci a 135° prolungati per almeno 10 diametri alle due estremità. I ganci devono essere assicurati alle barre longitudinali.

Devono inoltre essere rispettati i limiti previsti per le travi in calcestruzzo in zona non sismica (punto 4.1.6.1.1 delle NTC2018):

- l'area dell'armatura longitudinale in zona tesa non deve essere inferiore a

$$A_{s,min} = 0.26 \frac{f_{ctm}}{f_{yk}} b_t \cdot d$$

e comunque non minore di $0.0013 b_t \cdot d$

dove:

b_t rappresenta la larghezza media della zona tesa;

d è l'altezza utile della sezione;

f_{ctm} è il valore medio della resistenza a trazione assiale;

f_{yk} è il valore caratteristico della resistenza a trazione dell'armatura ordinaria.

- negli appoggi di estremità all'intradosso deve essere disposta un'armatura efficacemente ancorata, calcolata per uno sforzo di trazione pari al taglio;
- al di fuori delle zone di sovrapposizione, l'area di armatura tesa o compressa non deve superare individualmente $A_{s,max} = 0,04 A_c$, essendo A_c l'area della sezione trasversale di calcestruzzo.

- le travi devono prevedere armatura trasversale costituita da staffe con sezione complessiva non inferiore ad $A_{st} = 1,5 b \text{ mm}^2/\text{m}$ essendo b lo spessore minimo dell'anima in millimetri, con un minimo di tre staffe al metro e comunque passo non superiore a 0,8 volte l'altezza utile della sezione;
- in ogni caso almeno il 50% dell'armatura necessaria per il taglio deve essere costituita da staffe.

Per le travi dell'edificio l'armatura a taglio è costituita solamente da staffe.

➤ **Verifiche agli stati limite di esercizio - SLO - SLD**

Come riportato al 7.3.6 delle NTC2018 vanno effettuate le seguenti verifiche:

- Verifiche di rigidezza per lo Stato limite di Operatività (SLO);
- Verifiche di resistenza per lo Stato limite di Danno (SLD);

➤ **Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE**

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

Verifiche di fessurazione:

Per assicurare la funzionalità e la durata della struttura è necessario:

- realizzare un sufficiente ricoprimento delle armature con calcestruzzo di buona qualità e compattezza, bassa porosità e bassa permeabilità;
- non superare uno stato limite di fessurazione adeguato alle condizioni ambientali, alle sollecitazioni ed alla sensibilità delle armature alla corrosione;
- tener conto delle esigenze estetiche.

Avendo adottato acciai ordinari si rientra nel gruppo di armature poco sensibili alla corrosione. Pertanto sulla base della tabella 4.1.IV – NTC2018 è possibile definire lo stato limite di fessurazione in funzione delle condizioni ambientali (ordinarie) e dell'armatura (poco sensibile), prendendo in considerazione le combinazioni quasi permanenti e frequenti. Nel caso in esame lo stato limite di fessurazione da considerare è lo *stato limite di apertura delle fessure*. La verifica consiste nell'accertarsi che il valore di calcolo di apertura delle fessure (w_d) non supera il valore limite fissato per la combinazione considerata. In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_3 = 0.4 \text{ mm}$;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$.

Verifiche delle tensioni di esercizio:

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$ deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente

La massima tensione $\sigma_{s,max}$ per effetto alla combinazione caratteristica (rara) deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{s,max} \leq 0.80 f_{yk}$

9.1.2.-..Elementi tipo Pilastri

Preliminarmente alla verifica di resistenza dei pilastri allo SLU è necessario valutare la stabilità degli elementi snelli. Tali verifiche devono essere condotte attraverso un'analisi del secondo ordine che tenga conto degli effetti flessionali delle azioni assiali sulla configurazione deformata degli elementi stessi. In via approssimativa gli effetti del secondo ordine in pilastri singoli possono essere trascurati se la snellezza λ non supera il valore limite (4.1.2.3.9.2 - NTC2018):

$$\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{v}}$$

dove:

$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionale;

E' stata valutata la snellezza λ del pilastro nel piano (YZ) e nel piano ortogonale (XZ):

$$\lambda = L_o / i$$

dove:

$L_o = \beta L$ lunghezza di libera inflessione

$\beta = 1$ coefficiente di vincolo per asta incastrata al piede

L luce netta del pilastro

➤ Verifica a presso-flessione:

Le verifiche di resistenza a flessione e pressoflessione allo SLU (NTC2018 – 4.1.2.3.4 - 7.4.4.2) sono state condotte con il supporto del software CDSWin considerando le sollecitazioni riportate nei prospetti precedenti.

➤ Verifica a taglio:

Al fine di escludere la formazione di meccanismi inelastici o fragili dovuti al taglio, per quanto concerne la verifica a taglio del pilastro si utilizza il valore massimo tra il taglio di calcolo dedotto dall'output del modello di calcolo e quello che si ottiene dalla condizione di equilibrio del pilastro soggetto all'azione dei momenti resistenti nelle sezioni di estremità superiore ed inferiore ($M^s_{i,d}, M^i_{i,d}$) secondo l'espressione:

$$V_{Ed} \cdot l_p = \gamma_{Rd} \cdot (M^s_{i,d} + M^i_{i,d})$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1.10$ per strutture in CD"B";

$$M_{i,d} = M_{c,Rd} * \min \left(1, \frac{\sum M_{b,Rd}}{\sum M_{c,Rd}} \right)$$

$M_{b,Rd}$: capacità flessionale della trave convergente nel nodo;

$M_{c,Rd}$: capacità flessionale del pilastro convergente nel nodo, calcolata per i livelli di sollecitazione assiale presenti nelle combinazioni sismiche delle azioni;

➤ **Verifica limitazioni armatura:**

Resta da verificare che l'armatura determinata in funzione delle sollecitazioni agenti rispetti le limitazioni riportate nel punto 7.4.6.2.2 delle NTC2018:

- Per tutta la lunghezza del pilastro l'interasse tra le barre non deve essere superiore a 25 cm;
- Nella sezione corrente del pilastro, la percentuale geometrica ρ di armatura longitudinale, con ρ rapporto tra l'area dell'armatura longitudinale e l'area della sezione del pilastro, deve essere compresa entro i seguenti limiti:

$$1\% < \rho < 4\%$$

- Nelle zone critiche devono essere rispettate le condizioni seguenti: le barre disposte sugli angoli della sezione devono essere contenute dalle staffe; almeno una barra ogni due, di quelle disposte sui lati, deve essere trattenuta da staffe interne o legature; le barre non fissate si devono trovare a meno di 20 cm da una barra fissata per CDB.
- Il diametro delle staffe di contenimento e legature deve essere non inferiore a 6 mm ed il loro passo deve essere non superiore alla più piccola delle quantità seguenti:
 - 1/2 del lato minore della sezione trasversale per CDB;
 - 175 mm (per CD"B");
 - 8 volte il diametro minimo delle barre longitudinali che collegano (per CD"B")
- Per quanto riguarda il nodo trave pilastro, lungo le armature longitudinali del pilastro che attraversano i nodi devono essere disposte staffe di contenimento in quantità almeno pari alla maggiore prevista nelle zone adiacenti al nodo del pilastro inferiore e superiore; nel caso di nodi interamente confinati il passo

risultante dell'armatura di confinamento orizzontale nel nodo può essere raddoppiato, ma non può essere maggiore di 15 cm.

Devono inoltre essere rispettati i limiti riportati al punto 4.1.6.1.2 delle NTC2018:

- Nel caso di elementi sottoposti a prevalente sforzo normale, le barre parallele all'asse devono avere diametro maggiore od uguale a 12 mm e non potranno avere interassi maggiori di 300mm. Inoltre la loro area non deve essere inferiore a:

$$A_{s,min} = (0.10 \cdot \frac{N_{Ed}}{f_{yd}})$$

e comunque non minore di 0.003 Ac;

dove:

N_{Ed} rappresenta lo sforzo di compressione assiale di calcolo;

Ac è l'area di calcestruzzo;

f_{yd} è il valore della resistenza di calcolo dell'armatura.

➤ Verifiche agli stati limite di esercizio - SLO - SLD

Come riportato al 7.3.6 delle NTC2018 vanno effettuate le seguenti verifiche:

- Verifiche di rigidezza per lo Stato limite di Operatività (SLO);
- Verifiche di resistenza per lo Stato limite di Danno (SLD);

• Verifiche agli stati limite di esercizio - SLE

Le verifiche nei confronti degli stati limite di esercizio degli elementi strutturali si effettuano in termini di:

- verifica di fessurazione;
- verifica delle tensioni di esercizio.

Verifiche di fessurazione:

In particolare:

- per la combinazione di carico frequente bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_3 = 0.4$ mm;
- per la combinazione di carico quasi permanente bisogna accertarsi che risulti: $w_d < w_2 = 0.3$ mm.

Verifiche delle tensioni di esercizio:

La massima tensione di compressione del calcestruzzo $\sigma_{c,max}$ deve rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{c,max} \leq 0.60 f_{ck}$ per combinazione caratteristica (rara)
- $\sigma_{c,max} \leq 0.45 f_{ck}$ per combinazione quasi permanente

La massima tensione $\sigma_{s,max}$ per effetto alla combinazione caratteristica (rara) deve

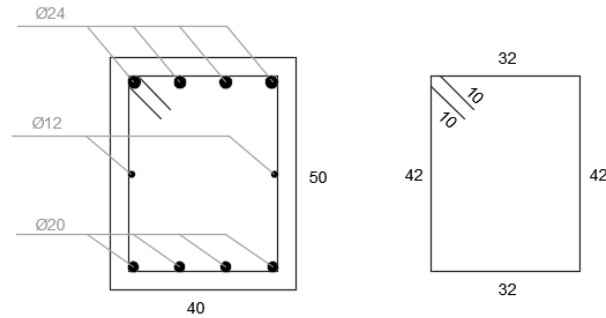
rispettare la limitazione seguente:

- $\sigma_{S,max} \leq 0.80 f_{yk}$

9.2.-.Definizione e verifica degli elementi strutturali

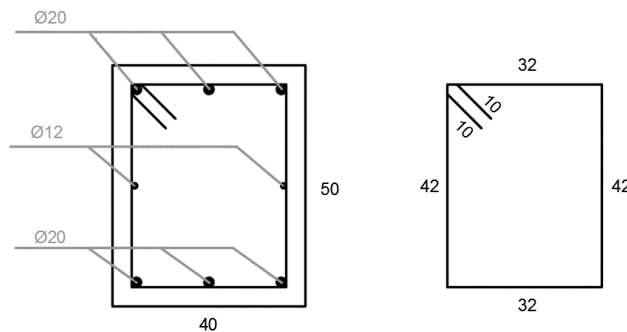
Si procede alla definizione degli elementi che verranno verificati:

- Trave 40cm x 50cm (lato corto fabbricato)
Armatura longitudinale superiore: 4 \emptyset 24
Armatura longitudinale inferiore: 4 \emptyset 20
Staffe zone dissipative: \emptyset 10/10cm (l = 60cm)
Staffe zone centrali \emptyset 10/20cm
Verranno inoltre inseriti 1+1 \emptyset 12 di parete fuori calcolo.



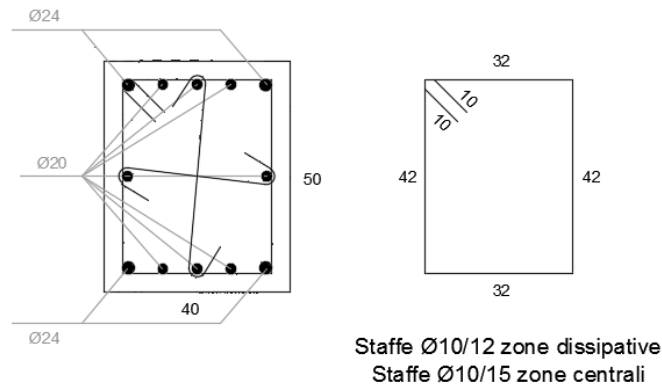
Staffe Ø10/10 zone dissipative
Staffe Ø10/20 zone centrali

- Trave 40cm x 50cm (lato lungo fabbricato)
 Armatura longitudinale superiore: 3 Ø 20
 Armatura longitudinale inferiore: 3 Ø 20
 Staffe zone dissipative: Ø 10/10cm (l = 60cm)
 Staffe zone centrali Ø 10/20cm
 Verranno inoltre inseriti 1+1Ø 12 di parete fuori calcolo.



Staffe Ø10/10 zone dissipative
Staffe Ø10/20 zone centrali

- Pilastro 40cm x 50cm di spigolo
 Armatura longitudinale: 4 Ø 24 di spigolo
 1+1Ø 20 lato lungo
 3+3Ø 20 lato corto
 Staffe zone dissipative: Ø 10/12cm (l = 115cm inferiore)
 Ø 10/12cm (l = 130cm superiore)
 Staffe zone centrali Ø 10/15cm



- Pilastro 40cm x 50cm interno
Armatura longitudinale:

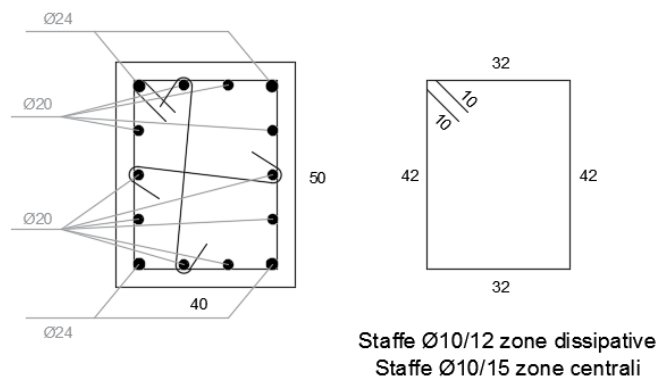
4 Ø 24 di spigolo
3+3Ø 20 lato lungo
2+2Ø 20 lato corto

Staffe zone dissipative:

Ø 10/12cm (l = 115cm inferiore)
Ø 10/12cm (l = 130cm superiore)

Staffe zone centrali

Ø 10/15cm



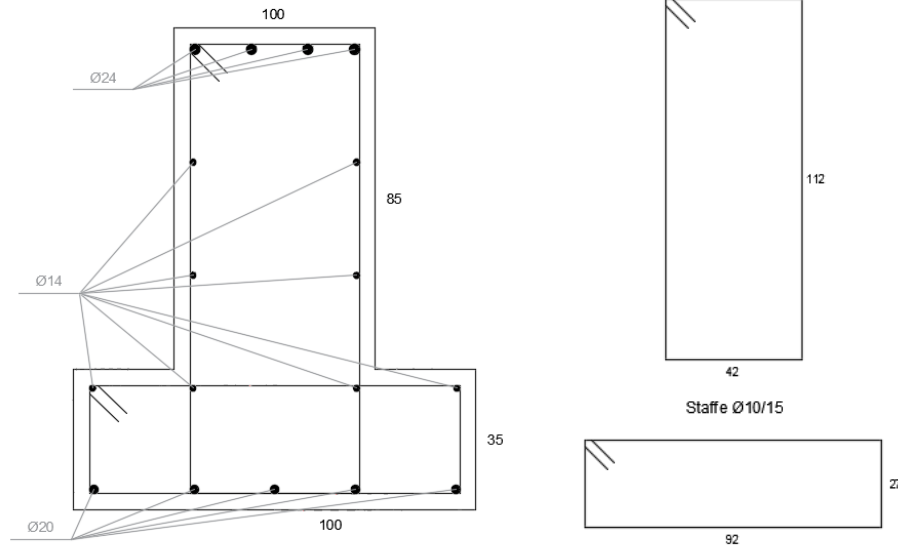
- Trave di fondazione 100x120cm (perimetro del fabbricato)

Armatura longitudinale superiore: 4 Ø 24

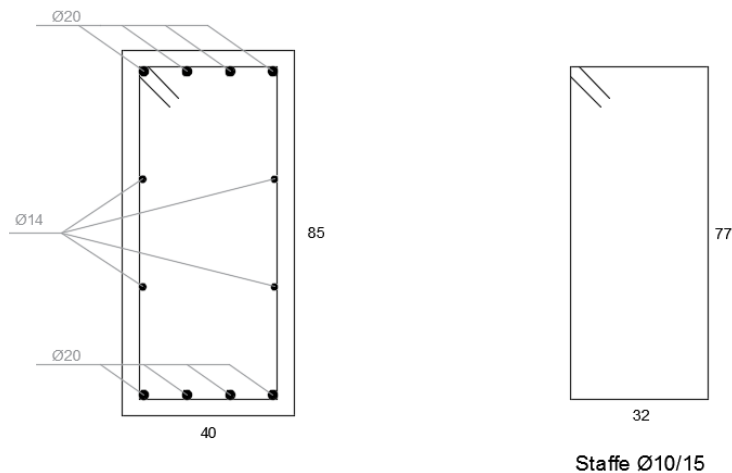
Armatura longitudinale inferiore: 5 Ø 20

Staffe: Ø 10/15cm

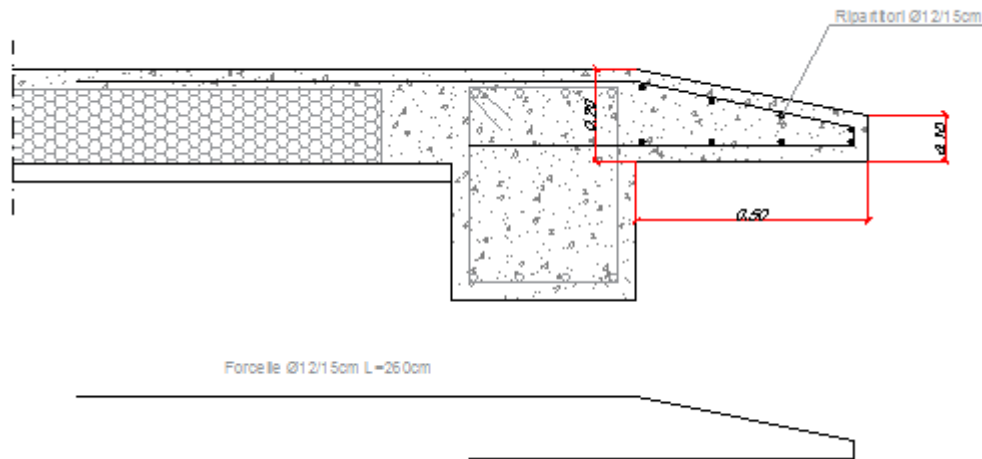
Verranno inoltre inseriti 4+4Ø 14 come reggi staffe e armatura di parete.



- Trave di fondazione 40x85cm (lato corto del fabbricato)
 Armatura longitudinale superiore: 4 Ø 20
 Armatura longitudinale inferiore: 4 Ø 20
 Staffe: Ø 10/15cm
 Verranno inoltre inseriti 4Ø 14 di parete.

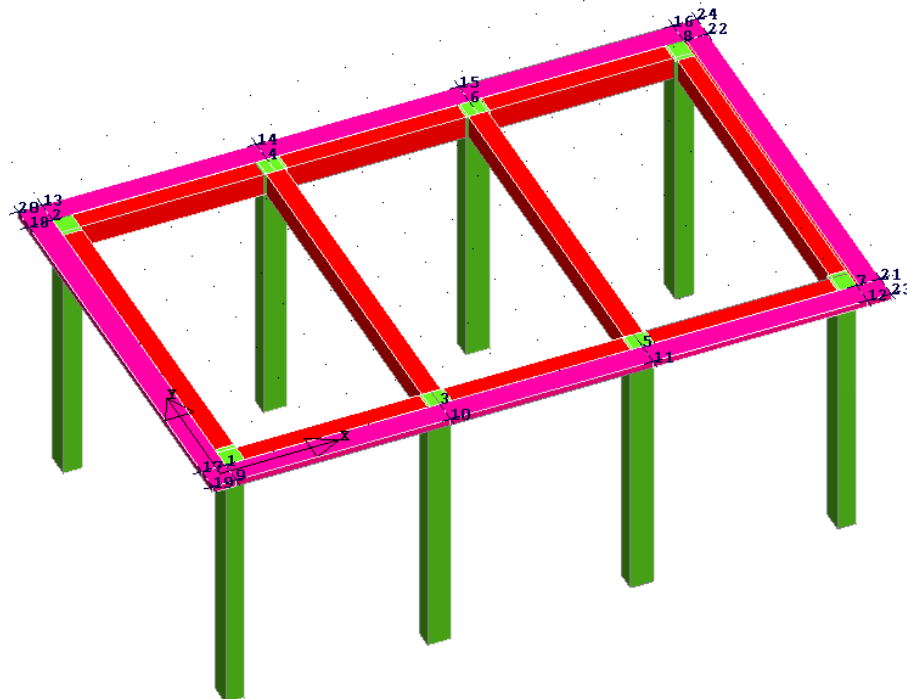


- Gronda in c.a.
 Focelle : Ø 12/15cm
 Armatura di ripartizione: Ø 12/15cm



Si riportano di seguito le verifiche SLU e SLE degli elementi strutturali.

Per una maggiore comprensione dei risultati si riporta un'immagine del modello 3D contenente la numerazione dei nodi per l'individuazione degli elementi nelle tabelle riportate di seguito.



Verifiche di resistenza.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in calcestruzzo per gli stati limite ultimi.

Filo Iniz./Fin.	: Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
Cotg θ	: Cotangente Angolo del puntone compresso
Quota	: Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
SgmT	: Solo per le travi di fondazione: Pressione di contatto sul terreno in Kg/cm ² calcolata con i valori caratteristici delle azioni assumendo i coefficienti gamma pari ad uno.
AmpC	: Solo per le travi di elevazione: Coefficiente di amplificazione dei carichi statici per tenere in conto della verifica locale dell'asta a sisma verticale.
N/Nc	: Solo per i pilastri: Percentuale della resistenza massima a compressione della sezione di solo calcestruzzo.
Tratto	: Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
Sez B/H	: Sulla prima riga numero della sezione nell'archivio, sulla seconda base della sezione, sulla terza altezza. Per sezioni a T è riportato l'ingombro massimo della sezione
Concio	: Numero del concio
Co Nr	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la massima deformazione nell'acciaio e nel calcestruzzo per la verifica a flessione
GamRd	: Solo per le travi di fondazione: Coefficiente di sovrarresistenza.
M Exd	: Momento ultimo di calcolo asse vettore X (per le travi incrementato dalla traslazione del diagramma del momento flettente)
M Eyd	: Momento ultimo di calcolo asse vettore Y
N Ed	: Sforzo normale ultimo di calcolo
x / d	: Rapporto fra la posizione dell'asse neutro e l'altezza utile della sezione moltiplicato per 100
ef% ec% (*100)	: deformazioni massime nell'acciaio e nel calcestruzzo moltiplicate per 10.000. Valore limite per l'acciaio 100 (1%), valore limite nel calcestruzzo 35 (0,35%)
Area	: Area del ferro in centimetri quadri; per le travi rispettivamente superiore ed inferiore, per i pilastri armature lungo la base e l'altezza della sezione
Co Nr	: Numero della combinazione e in sequenza sollecitazioni ultime di calcolo che forniscono la minore sicurezza per le azioni taglianti e torcenti
V Exd	: Taglio ultimo di calcolo in direzione X
V Eyd	: Taglio ultimo di calcolo in direzione Y
T sdu	: Momento torcente ultimo di calcolo
V Rxd	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione X
V Ryd	: Taglio resistente ultimo delle staffe in direzione Y
T Rd	: Momento torcente resistente ultimo delle staffe
T Rld	: Momento torcente resistente ultimo dell'armatura longitudinale
Coe Cls	: Coefficiente per il controllo di sicurezza del calcestruzzo alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
Coe Staf	: Coefficiente per il controllo di sicurezza delle staffe alle azioni taglianti e torcenti moltiplicato per 100; la sezione è verificata se detto valore è minore o uguale a 100
Alon	: Armatura longitudinale a torsione (nelle travi rettangolari per le quali è stata effettuata la verifica a momento My in questo dato viene stampata anche l'armatura flessionale dei lati verticali)
Staffe	: Passo staffe e lunghezza del tratto da armare
Moltipl Ultimo	: Solo per le stampe di riverifica: Moltiplicatore dei carichi che porta a collasso la sezione. Il percorso dei carichi seguito e' a sforzo normale costante. Le deformazioni riportate sono determinate dalle



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	76di 125

sollecitazioni di calcolo amplificate del moltiplicatore in parola.

Verifiche SLV.

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - FONDAZIONE																											
Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final	T r a t t	Sez Bas Alt	C o m b	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co Nr	GamRd	M Exd (t*m)	N Ed (t)	x/ d	sfc% 100	ec% 100	Area cmq sup inf	Co Nr	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRId (t*m)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	staffe Pas Lun Fi			
1	0,00		11	1	44	1,10	-19,4	0,0	17	5	1	15,5	15,5	54	0,0	-15,6	0,0	30,2	78,3	36,6	0,0	12	20	0,0	20	114	10
3	0,00		50	3	44	1,10	-20,3	0,0	17	6	1	15,5	15,5	44	0,0	13,4	0,0	30,2	78,3	36,6	0,0	11	17	0,0	20	157	10
2.5			120	5	48	1,10	16,9	0,0	26	3	1	15,5	15,5	44	0,0	21,0	0,0	30,2	78,3	36,6	0,0	17	27	0,0	20	114	10

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ELEVAZIONE																											
Filo Iniz. Fin. Ctg0	Quota Iniz. Final	T r a t t	Sez Bas Alt	C o m b	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co Nr	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	x/ d	sfc% 100	ec% 100	Area cmq sup inf	Co Nr	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRId (t*m)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
1	5,90	1	1	1	44	-12,7	0,0	0,0	26	18	7	8,5	7,4	42	0,0	8,2	0,0	41,7	43,2	7,0	0,0	19	15	0,0	11	50	10
3	5,90	/	40	3	44	-14,4	0,0	0,0	25	21	8	9,4	8,4	42	0,0	8,8	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	20	29	0,0	20	46	10
2.5	1,00	4	50	5	44	-9,3	0,0	0,0	17	38	9	6,4	6,4	0	0,0	0,0	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	0	0	0,0	20	0	10

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - ELEVAZIONE																											
Filo Iniz	Quota Iniz.	T r a t t	Sez Bas	C o n	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	x/ d	εf% 100	εc% 100	Area cmq sup inf	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
7	5,90	2	1	1	48	11,8	0,0	0,0	15	68	14	6,4	7,4	53	0,0	8,8	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	20	29	0,0	20	0	10
8	5,90	/	40	3	48	11,5	0,0	0,0	19	32	9	6,4	7,4	53	0,0	8,7	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	20	29	0,0	20	180	10
2.5	1,00	4	50	5	12	9,5	0,0	3,2	16	38	9	6,4	6,4	0	0,0	0,0	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	0	0	0,0	20	0	10
7	5,90	3	1	1	16	9,5	0,1	3,2	16	39	9	6,4	6,4	48	0,0	-5,1	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	12	17	0,0	20	0	10
8	5,90	/	40	3	53	11,5	0,0	0,0	19	32	9	6,4	7,4	48	0,0	-8,8	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	20	29	0,0	20	180	10
2.5	1,00	4	50	5	53	11,8	0,0	0,0	15	68	14	6,4	7,4	0	0,0	0,0	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	0	0	0,0	20	0	10
7	5,90	4	1	1	53	11,6	0,0	0,0	18	39	10	7,4	7,4	48	0,0	-9,9	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	23	33	0,0	20	0	10
8	5,90	/	40	3	53	11,7	0,0	0,0	16	47	10	16,1	7,4	48	0,0	-12,6	0,0	23,3	30,2	8,1	0,0	29	42	0,0	20	130	10
2.5	1,00	4	50	5	57	-26,5	0,0	0,0	30	30	15	17,5	8,8	48	0,0	-13,6	0,0	41,7	43,2	7,0	0,0	32	25	0,0	11	50	10

Verifica della snellezza dei pilastri.

Per la definizione della snellezza limite si considera lo sforzo normale massimo che, secondo quanto riportato sopra, è 320 kN circa.

La snellezza limite è pari a:

$$\lambda_{lim} = \frac{25}{\sqrt{v}}$$

dove:

$v = N_{Ed} / (A_c \cdot f_{cd})$ è l'azione assiale adimensionale;

pertanto si ha che:

$$\lambda_{lim} = 78.74$$

considerato che il calcestruzzo è C28/35 e che il pilastro è 40cm x 50cm.

La snellezza del pilastro è calcolata nel piano YZ e in quello XZ tramite la relazione:

$$\lambda = l_0 / i$$

$$l_0 = 540\text{cm}$$

$$i_x = 11,54\text{cm} \quad \lambda_{YZ} = 46.79 < 78.74 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

$$i_x = 14.43\text{cm} \quad \lambda_{XZ} = 37.42 < 78.74 \quad \text{verifica soddisfatta}$$

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.V. - PILASTRI																										
Filo Iniz	Quota Iniz.	T r a t t	Sez Bas	C o n	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE											
					Co mb	M Exd (t*m)	M Eyd (t*m)	N Ed (t)	x/ d	εf% 100	εc% 100	Area cmq b h	Co mb	V Exd (t)	V Eyd (t)	T Sdu (t*m)	V Rxd (t)	V Ryd (t)	TRd (t*m)	TRld (t*m)	Coe CIs	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi		
1	0,00		3	1	54	-33,7	6,8	-19,3	48	33	16,8	9,2	54	-2,2	-10,7	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	29	18	0,0	12	118	10
1	5,90		40	3	58	13,4	-2,0	-13,6	17	10	8,0	6,0	54	-2,2	-10,7	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	29	18	0,0	15	344	10
2.5	0,08		50	5	54	24,2	-5,1	-16,6	59	31	12,1	6,2	54	-2,2	-10,7	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	29	14	0,0	15	78	10
2	0,00		3	1	50	32,8	6,3	-19,4	51	33	17,2	8,7	51	-2,2	10,7	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	29	18	0,0	12	118	10
2	5,90		40	3	63	-13,4	-2,0	-13,6	17	10	8,0	6,0	51	-2,2	10,7	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	29	18	0,0	15	344	10
2.5	0,08		50	5	50	-23,7	-4,7	-16,7	63	32	12,1	6,2	51	-2,2	10,7	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	29	14	0,0	15	78	10
3	0,00		3	1	54	-10,6	-23,9	-25,3	42	33	13,7	12,5	38	4,8	-9,3	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	31	15	0,0	12	110	10
3	5,90		40	3	58	2,9	8,4	-15,3	13	9	5,6	8,4	38	4,8	-9,3	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	31	15	0,0	15	348	10
2.5	0,08		50	5	36	21,9	14,7	-19,6	40	33	9,4	15,8	38	4,8	-9,3	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	31	12	0,0	15	82	10
4	0,00		3	1	33	-26,2	10,5	-22,3	43	33	12,7	13,2	35	-4,8	-9,3	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	31	15	0,0	12	110	10
4	5,90		40	3	63	2,9	-8,4	-15,3	13	9	5,6	8,4	35	-4,8	-9,3	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	31	15	0,0	15	348	10



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	82di 125

STAMPA PROGETTO S.L.U. - AZIONI S.L.D. - PILASTRI																											
Filo Iniz. Ctg0	Quota Iniz. Fin.	Tratto	Sez Bas Alt	Conc mb	VERIFICA A PRESSO-FLESSIONE										VERIFICA A TAGLIO E TORSIONE												
					Co	M Exd	M Eyd	N Ed	x/d	sf% 100	ec% 100	Area cmq	Co mb	V Exd	V Eyd	T Sdu	V Rxd	V Ryd	TRd	TRld	Coe Cls	Coe Sta	ALon cmq	Staffe Pas Lun Fi			
6	0,00	3	1	57	8,5	20,2	-24,4	22	20	12,6	13,2	41	-4,4	7,5	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	26	19	0,0	12	110	10		
6	5,90	40	3	53	-2,4	-7,1	-16,2	10	8	5,6	8,4	41	-4,4	7,5	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	26	24	0,0	15	348	10		
2.5		50	5	41	-18,3	-14,2	-19,4	25	22	8,5	17,1	41	-4,4	7,5	0,0	43,7	45,2	6,9	0,0	26	19	0,0	12	82	10		
7	0,00	3	1	60	-27,9	-5,6	-19,1	21	18	17,0	9,2	60	1,8	-9,1	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	25	18	0,0	12	118	10		
7	5,90	40	3	48	11,1	1,6	-14,1	13	8	8,0	6,0	60	1,8	-9,1	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	25	22	0,0	15	344	10		
2.5		50	5	44	12,8	10,0	-10,5	23	18	12,4	6,0	60	1,8	-9,1	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	25	18	0,0	12	78	10		
8	0,00	3	1	57	27,9	-5,6	-19,1	20	17	17,8	8,2	57	1,8	9,1	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	25	18	0,0	12	118	10		
8	5,90	40	3	53	-11,1	1,6	-14,1	13	8	8,0	6,0	57	1,8	9,1	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	25	22	0,0	15	344	10		
2.5		50	5	41	-12,8	10,0	-10,5	23	18	12,5	6,0	57	1,8	9,1	0,0	42,8	44,3	6,9	0,0	25	18	0,0	12	78	10		

S.L.U. - AZIONI S.L.D. - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1 (GRONDA)																						
Quo N.r	P Nr	Nod3d N.ro	Nx Kg/m	Ny Kg/m	Txy Kg/m	Mx kgm/m	My kgm/m	Mxy kgm/m	ax x *10000	ay y *10000	ax x cmg/m	ay y cmg/m	Ax s	Ay s	Ax i	Ay i	Atag	et kg/cmq	eta	Fpunz. kg	FpnzLi kg	Apunz cmq
1	1	36	0	0	147	-1421	-468	-339	12	4	60	33	3,7	2,3	3,1	2,3	0,0		-3,5			
1	1	45	11228	0	17	-224	-403	410	0	4	18	27	2,3	2,3	3,3	2,3	0,0		-3,6			
1	1	48	11518	0	76	-291	561	438	2	5	27	40	2,3	2,3	3,2	2,3	0,0		-3,2			
1	1	50	0	0	231	-1444	-474	344	13	4	65	34	3,7	2,3	3,0	2,3	0,0		-3,4			
1	1	51	0	0	75	218	1754	-127	2	16	11	77	2,3	3,7	2,3	5,5	0,0		-6,3			
1	1	52	0	0	581	144	-1368	94	1	11	7	50	2,3	3,7	2,3	5,5	0,1		-6,5			
1	1	53	0	11325	0	46	1525	-30	0	5	2	18	2,3	2,7	2,3	5,4	0,0		-7,8			
1	1	54	0	11743	0	96	1519	82	1	5	5	18	2,3	2,7	2,3	5,4	0,0		-8,0			
1	1	55	0	0	75	218	1754	127	2	16	11	77	2,3	3,7	2,3	5,5	0,0		-6,3			
1	1	56	0	0	581	144	1736	121	1	16	7	76	2,3	3,7	2,3	5,5	0,1		-6,5			
1	1	57	11518	0	76	-316	561	-438	3	5	37	40	2,3	2,3	3,2	2,3	0,0		-3,2			
1	1	59	0	0	231	-1444	-474	-279	10	4	44	34	3,7	2,3	3,0	2,3	0,0		-3,4			
1	1	60	11229	0	17	-247	-403	-410	0	4	18	27	2,3	2,3	3,3	2,3	0,0		-3,6			
1	1	69	0	0	147	-1421	-468	276	12	4	60	33	3,7	2,3	3,1	2,3	0,0		-3,5			
1	1	75	0	0	552	145	1726	122	1	16	7	77	2,3	3,6	2,3	5,3	0,1		-6,5			
1	1	79	0	0	552	145	1726	-122	1	16	7	77	2,3	3,6	2,3	4,5	0,1		-6,5			
1	1	80	0	0	55	221	1743	-119	2	16	11	77	2,3	3,6	2,3	5,4	0,0		-6,3			

Le verifiche relative alle limitazioni dell'armatura degli elementi strutturali sono svolte dal programma di calcolo CDSWin.

Verifiche SLE.

Si riporta appresso la spiegazione delle sigle usate nelle tabelle di verifica aste in cls per gli stati limiti di esercizio.

- Filo** : Sulla prima riga numero del filo del nodo iniziale, sulla seconda quello del nodo finale
- Quota** : Sulla prima riga quota del nodo iniziale, sulla seconda quota del nodo finale
- Tratto** : Se una trave è suddivisa in più tratti sulla prima riga è riportato il numero del tratto, sulla terza il numero di suddivisioni della trave
- Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la matrice delle combinazioni rare, la seconda la matrice delle combinazioni frequenti, la terza quella permanenti. Questo indicatore vale sia per la verifica a fessurazione che per il calcolo delle frecce
- Fessu** : Fessura limite e fessura di calcolo espressa in mm; se la trave non risulta fessurata l'ampiezza di calcolo sarà nulla
- Dist mm** : Distanza fra le fessure
- Concio** : Numero del concio in cui si è avuta la massima fessura
- Combin** : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima fessura
- Mf X** : Momento flettente asse vettore X
- Mf Y** : Momento flettente asse vettore Y
- N** : Sforzo normale
- Frecce** : Freccia limite e freccia massima di calcolo
- Combin** : Numero della combinazione che ha prodotto la freccia massima
- Com Cari** : Indicatore della matrice di combinazione; la prima riga individua la

matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sul calcestruzzo, la seconda la matrice delle combinazioni rare per la verifica della tensione sull'acciaio, la terza la matrice delle combinazioni permanenti per la verifica della tensione sul calcestruzzo

- σ_{lim}** : Valore della tensione limite in Kg/cmq
 σ_{cal} : Valore della tensione di calcolo in Kg/cmq
Concio : Numero del concio in cui si è avuta la massima tensione
Combin : Numero della combinazione ed in sequenza sollecitazioni per cui si è avuta la massima tensione
Mf X : Momento flettente asse vettore X
Mf Y : Momento flettente asse vettore Y
N : Sforzo normale

STAMPA VERIFICHE S.L.E. FONDAZIONE

Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	FESSURAZIONE							FRECCHE		TENSIONI							
			Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ_{lim} Kg/cmq	σ_{cal} Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)
1	0,00		Rara									Rara cls	150,0	13,7	5	26	10,0	0,0	0,0
3	0,00		Freq	0,4	0,000	0	5	6	8,5	0,0	0,0	Rara fer	3600	409	5	26	10,0	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	5	1	8,1	0,0	0,0	Perm cls	112,0	11,1	5	1	8,1	0,0	0,0
3	0,00		Rara									Rara cls	150,0	14,7	1	31	10,7	0,0	0,0
5	0,00		Freq	0,4	0,000	0	1	6	9,1	0,0	0,0	Rara fer	3600	440	1	31	10,7	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	1	1	8,5	0,0	0,0	Perm cls	112,0	11,7	1	1	8,5	0,0	0,0
5	0,00		Rara									Rara cls	150,0	13,8	1	22	10,0	0,0	0,0
7	0,00		Freq	0,4	0,000	0	1	6	8,5	0,0	0,0	Rara fer	3600	410	1	22	10,0	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	1	1	8,1	0,0	0,0	Perm cls	112,0	11,1	1	1	8,1	0,0	0,0
2	0,00		Rara									Rara cls	150,0	12,8	5	26	9,3	0,0	0,0
4	0,00		Freq	0,4	0,000	0	5	6	8,5	0,0	0,0	Rara fer	3600	380	5	26	9,3	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	5	1	8,1	0,0	0,0	Perm cls	112,0	11,1	5	1	8,1	0,0	0,0
4	0,00		Rara									Rara cls	150,0	14,7	1	30	10,7	0,0	0,0
6	0,00		Freq	0,4	0,000	0	1	6	9,1	0,0	0,0	Rara fer	3600	439	1	30	10,7	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	1	1	8,5	0,0	0,0	Perm cls	112,0	11,7	1	1	8,5	0,0	0,0
6	0,00		Rara									Rara cls	150,0	13,8	1	22	10,0	0,0	0,0
8	0,00		Freq	0,4	0,000	0	1	6	8,5	0,0	0,0	Rara fer	3600	410	1	22	10,0	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	1	1	8,1	0,0	0,0	Perm cls	112,0	11,1	1	1	8,1	0,0	0,0
1	0,00		Rara									Rara cls	150,0	27,5	3	16	-26,8	0,0	0,0
2	0,00		Freq	0,4	0,000	0	3	5	-24,4	0,0	0,0	Rara fer	3600	1345	3	16	-26,8	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	3	1	-23,8	0,0	0,0	Perm cls	112,0	24,5	3	1	-23,8	0,0	0,0
3	0,00		Rara									Rara cls	150,0	25,3	4	19	-7,6	0,0	0,0
4	0,00		Freq	0,4	0,000	0	3	2	-6,5	0,0	0,0	Rara fer	3600	826	4	19	-7,6	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	3	1	-6,4	0,0	0,0	Perm cls	112,0	21,3	3	1	-6,4	0,0	0,0
5	0,00		Rara									Rara cls	150,0	25,4	4	19	-7,6	0,0	0,0
6	0,00		Freq	0,4	0,000	0	3	2	-6,5	0,0	0,0	Rara fer	3600	828	4	19	-7,6	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	3	1	-6,4	0,0	0,0	Perm cls	112,0	21,4	3	1	-6,4	0,0	0,0
7	0,00		Rara									Rara cls	150,0	28,3	3	12	-27,6	0,0	0,0
8	0,00		Freq	0,4	0,000	0	3	5	-24,6	0,0	0,0	Rara fer	3600	1383	3	12	-27,6	0,0	0,0
			Perm	0,3	0,000	0	3	1	-24,0	0,0	0,0	Perm cls	112,0	24,7	3	1	-24,0	0,0	0,0

STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE

Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	FESSURAZIONE							FRECCHE		TENSIONI							
			Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ_{lim} Kg/cmq	σ_{cal} Kg/cmq	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)
1	5,90	1	Rara									Rara cls	168,0	18,5	1	21	-1,9	0,1	3,5
3	5,90	/	Freq	0,4	0,000	0	1	5	-1,5	0,0	1,8	Rara fer	3600	684	1	21	-1,9	0,1	3,5
		4	Perm	0,3	0,000	0	1	1	-1,1	0,0	0,0	Perm cls	126,0	11,9	1	1	-1,1	0,0	0,0
3	5,90	1	Rara									Rara cls	168,0	9,2	1	1	-0,9	0,0	0,0
5	5,90	/	Freq	0,4	0,000	0	1	5	-0,9	0,0	1,6	Rara fer	3600	423	1	21	-0,9	0,0	3,2
		4	Perm	0,3	0,000	0	1	1	-0,8	0,0	0,0	Perm cls	126,0	8,9	1	1	-0,8	0,0	0,0
5	5,90	1	Rara									Rara cls	168,0	9,2	1	31	-0,9	0,0	-3,4
7	5,90	/	Freq	0,4	0,000	0	1	6	-0,8	0,0	-1,7	Rara fer	3600	337	5	20	0,6	0,0	3,4
		4	Perm	0,3	0,000	0	1	1	-0,6	0,0	0,0	Perm cls	126,0	6,4	1	1	-0,6	0,0	0,0
2	5,90	1	Rara									Rara cls	168,0	17,3	1	21	-1,8	-0,1	3,5
4	5,90	/	Freq	0,4	0,000	0	1	5	-1,5	0,0	1,8	Rara fer	3600	658	1	21	-1,8	-0,1	3,5
		4	Perm	0,3	0,000	0	1	1	-1,1	0,0	0,0	Perm cls	126,0	11,9	1	1	-1,1	0,0	0,0
4	5,90	1	Rara									Rara cls	168,0	9,2	1	8	-0,9	0,0	0,0
6	5,90	/	Freq	0,4	0,000	0	1	5	-0,9	0,0	1,6	Rara fer	3600	428	1	21	-1,0	0,0	3,2
		4	Perm	0,3	0,000	0	1	1	-0,8	0,0	0,0	Perm cls	126,0	8,9	1	1	-0,8	0,0	0,0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	84di 125

STAMPA VERIFICHE S.L.E. ELEVAZIONE

Filo In fi	Quota In Fi	Tra tto	FESSURAZIONE									FRECC E		TENSIONI							
			Combi Caric	Fessu. mm lim cal	dist mm	Con cio	Com bin	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	Frecce mm limite calc	Com bin	Combinaz Carico	σ lim. Kg/cm ²	σ cal. Kg/cm ²	Co nc	Comb	Mf X (t*m)	Mf Y (t*m)	N (t)	
6 8	5,90 /	1 4	Rara Freq Perm	0,4 0,000 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	-0,8 -0,6	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	10,4 337 6,4	1 5 1	31 20 1	-1,0 0,6 -0,6	0,0 0,0 0,0	-3,4 3,4 0,0
1 2	5,90 /	1 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,091 0,095	275 273	1 1	5 1	-8,0 -7,9	-0,1 0,0	1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	68,0 1236 61,3	1 3 1	1 12 1	-8,7 -8,4 -7,9	0,0 0,0 0,0	0,0 2,1 0,0
3 4	5,90 /	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,195 0,228	310 310	3 3	2 1	10,5 10,3	0,0 0,0	0,0 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	107,1 2411 87,5	5 3 1	19 26 1	-14,2 12,0 -11,4	0,0 0,0 0,0	-0,1 0,1 0,0	
5 6	5,90 /	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,197 0,229	310 310	3 3	2 1	10,6 10,4	0,0 0,0	0,0 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	107,5 2421 87,9	5 3 5	19 26 1	-14,2 12,0 -11,5	0,0 0,0 0,0	0,0 0,0 0,0	
7 8	5,90 /	1 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,092 0,097	275 273	1 1	5 1	-8,0 -7,9	0,1 0,0	1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	70,0 1336 61,8	1 1 1	22 12 1	-8,9 -9,1 -7,9	-0,1 0,1 0,0	-2,1 2,1 0,0
1 3	5,90 /	2 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	6 1	0,6 0,6	0,0 0,0	-1,8 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	7,9 323 5,8	3 5 5	25 20 1	0,8 0,5 0,6	0,0 0,0 0,0	-2,1 3,6 0,0
1 3	5,90 /	3 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	0,6 0,5	0,0 0,0	-1,8 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,6 327 5,6	1 3 1	25 21 1	0,6 0,5 0,5	0,0 0,0 0,0	-2,1 3,5 0,0
1 3	5,90 /	4 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	6 1	-0,9 -0,7	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	17,4 418 7,4	5 5 5	25 15 1	-1,6 -1,2 -0,7	0,0 0,0 0,0	-2,0 2,0 0,0
3 5	5,90 /	2 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	6 1	0,5 0,5	0,0 0,0	-1,6 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,3 290 5,1	3 4 5	25 20 1	0,6 0,4 0,5	0,0 0,0 0,0	-1,9 3,2 0,0
3 5	5,90 /	3 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	0,5 0,5	0,0 0,0	-1,6 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,0 289 5,1	1 1 1	26 21 1	0,6 0,4 0,5	0,0 0,0 0,0	-1,9 3,2 0,0
3 5	5,90 /	4 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	3 1	-1,0 -0,8	0,0 0,0	0,0 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	16,0 528 8,8	5 5 5	15 20 1	-1,6 -1,3 -0,8	0,0 0,0 0,0	1,9 3,2 0,0
5 7	5,90 /	2 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 4	6 1	0,5 0,5	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,9 358 5,1	2 4 4	7 20 1	0,7 0,6 0,5	0,0 0,0 0,0	0,0 3,5 0,0
5 7	5,90 /	3 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	0,6 0,5	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,2 365 5,3	1 5 1	26 20 1	0,6 -0,7 0,5	0,0 0,0 0,0	-2,1 3,5 0,0
5 7	5,90 /	4 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	5 1	-1,7 -1,3	0,0 0,0	1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	23,2 637 12,4	5 5 5	15 20 1	-2,6 -2,5 -1,3	0,0 0,0 0,0	2,0 3,4 0,0
2 4	5,90 /	2 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	6 1	0,6 0,6	0,0 0,0	-1,8 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	7,9 323 5,8	3 5 5	25 20 1	0,8 0,5 0,6	0,0 0,0 0,0	-2,1 3,6 0,0
2 4	5,90 /	3 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	0,6 0,5	0,0 0,0	-1,8 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,6 319 5,6	1 3 1	25 21 1	0,6 0,5 0,5	0,0 0,0 0,0	-2,1 3,5 0,0
2 4	5,90 /	4 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	6 1	-0,9 -0,7	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	17,4 418 7,4	5 5 5	25 15 1	-1,6 -1,2 -0,7	0,0 0,0 0,0	-2,0 2,0 0,0
4 6	5,90 /	2 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	6 1	0,5 0,5	0,0 0,0	-1,6 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,3 290 5,1	3 4 5	25 20 1	0,6 0,4 0,5	0,0 0,0 0,0	-1,9 3,2 0,0
4 6	5,90 /	3 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	0,5 0,5	0,0 0,0	-1,6 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	5,9 286 5,1	1 1 1	22 20 1	0,6 0,4 0,5	0,0 0,0 0,0	-1,9 3,2 0,0
4 6	5,90 /	4 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	3 1	-1,0 -0,8	0,0 0,0	0,0 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	16,0 528 8,8	5 5 5	15 20 1	-1,6 -1,3 -0,8	0,0 0,0 0,0	1,9 3,2 0,0
6 8	5,90 /	2 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 4	6 1	0,5 0,5	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,9 358 5,1	2 1 4	7 20 1	0,7 0,6 0,5	0,0 0,0 0,0	0,0 3,5 0,0
6 8	5,90 /	3 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	1 1	6 1	0,6 0,5	0,0 0,0	-1,7 0,0			Rara cls Rara fer Perm cls	168,0 3600 126,0	6,1 365 5,3	1 5 1	26 20 1	0,6 -0,7 0,5	0,0 0,0 0,0	-2,1 3,5 0,0
6 8	5,90 /	4 4	Rara Freq Perm	0,4 0,3	0,000 0,000	0 0	5 5	5 1	-1,7 0,0	0,0 1,7	2,0 3,4			Rara cls Rara fer	168,0 3600	23,2 637	5 5	15 20	-2,6 -2,5	0,0 0,0	2,0 3,4

S.L.E. - VERIFICA FESSURAZIONE - QUOTA: 1 ELEMENTO: 1 (GRONDA)																							
Quo N.r	Per N.r	Nodo N.ro	FESSURAZIONI										TENSIONI		DIREZIONE X				DIREZIONE Y				
			Comb. Cari	Fes lim	Fess mm	dis mm	Co mb	MfX (t/m)	NX (t)	MfY (t/m)	NY (t)	cos teta	sin teta	Combina Carico	σ lim. Kg/cmq	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t/m)	N (t)	σ cal. Kg/cmq	Co mb	Mf (t/m)	N (t)
1	1	54	Freq	0,4	0,00	0	2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	21	29	0,0	0,0	1904	31	1,1	7,6
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	0,8	1	0,0	0,0	55,4	1	1,0	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	1,3	29	0,0	0,0	64,4	26	1,2	4,7
1	1	55	Freq	0,4	0,00	0	2	0,0	0,0	1,0	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	30	29	0,0	0,0	1919	31	1,1	7,8
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	1,0	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	0,8	1	0,0	0,0	55,1	1	1,0	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	2,5	22	0,0	0,1	12,3	4	0,2	0,0
1	1	56	Freq	0,4	0,00	0	6	0,0	0,1	0,2	3,8	0,000	0,000	RaraFer	3600	57	22	0,0	0,1	855	30	0,2	7,6
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	1,7	1	0,0	0,0	10,6	1	0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	1,8	22	0,0	0,1	12,5	4	0,2	0,0
1	1	57	Freq	0,4	0,00	0	6	0,0	0,1	0,2	3,8	0,000	0,000	RaraFer	3600	42	22	0,0	0,1	856	30	0,2	7,6
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	1,0	1	0,0	0,0	10,5	1	0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	23,3	7	0,4	0,0	21,1	12	0,4	0,0
1	1	59	Freq	0,4	0,00	0	3	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	1002	30	0,4	7,7	460	12	0,4	0,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,3	0,0	0,3	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	17,2	1	0,3	0,0	16,9	1	0,3	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	16,1	7	-0,3	0,0	13,3	15	-0,2	-0,2
1	1	60	Freq	0,4	0,00	0	5	-0,2	-4,6	-0,2	-0,2	0,000	0,000	RaraFer	3600	893	31	0,2	9,2	274	15	-0,2	-0,2
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,2	0,0	-0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	9,6	1	-0,2	0,0	10,3	1	-0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	23,9	7	0,4	0,0	15,5	12	-0,3	0,0
1	1	69	Freq	0,4	0,00	0	3	0,3	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	994	30	0,4	7,5	339	12	-0,3	0,0
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,3	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	17,4	1	0,3	0,0	12,7	1	-0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	11,8	21	-0,2	-9,3	12,7	21	-0,2	-0,3
1	1	75	Freq	0,4	0,00	0	5	-0,2	-4,7	-0,2	-0,2	0,000	0,000	RaraFer	3600	966	30	0,2	9,3	261	19	-0,2	-0,2
			Perm	0,3	0,00	0	1	-0,1	0,0	-0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	8,1	1	-0,1	0,0	10,0	1	-0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	2,6	26	0,0	0,1	22,7	29	0,4	4,4
1	1	79	Freq	0,4	0,00	0	4	0,0	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	RaraFer	3600	60	26	0,0	0,1	985	31	0,4	7,4
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	1,3	1	0,0	0,0	11,2	1	0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	2,3	22	0,0	0,1	13,3	1	0,2	0,0
1	1	80	Freq	0,4	0,00	0	6	0,0	0,0	0,2	3,7	0,000	0,000	RaraFer	3600	54	22	0,0	0,1	848	30	0,2	7,4
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	1,3	1	0,0	0,0	11,2	1	0,2	0,0
			Rara											RaraCls	168,0	3,9	22	0,1	0,1	13,1	1	0,2	0,0
			Freq	0,4	0,00	0	6	0,0	0,1	0,2	3,8	0,000	0,000	RaraFer	3600	91	22	0,1	0,1	862	30	0,2	7,6
			Perm	0,3	0,00	0	1	0,0	0,0	0,2	0,0	0,000	0,000	PermCls	126,0	2,3	1	0,0	0,0	11,1	1	0,2	0,0

9.3.-. Metodologia di verifica nodi trave-pilastro

Si distinguono due tipi di nodi:

- **interamente confinati**: quando in ognuna delle quattro facce verticali si innesta una trave; il confinamento si considera realizzato quando, su ogni faccia del nodo, la sezione della trave copre per almeno i 3/4 la larghezza del pilastro e, su entrambe le coppie di facce opposte del nodo, le sezioni delle travi si ricoprono per almeno i 3/4 dell'altezza;
- **non interamente confinati**: quando non appartenenti alla categoria precedente.

Il nodo deve essere progettato in maniera tale da evitare la sua rottura anticipata rispetto alle zone delle travi e dei pilastri in esso concorrenti.

In ogni nodo la capacità a taglio deve essere superiore o uguale alla corrispondente domanda.

La domanda a taglio agente nel nucleo di calcestruzzo del nodo può essere calcolata, per ciascuna direzione dell'azione sismica, come:

$$V_{jbd} = \gamma_{Rd} \cdot (A_{S1} + A_{S2}) \cdot f_{yd} - V_C \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.6]$$

$$V_{jbd} = \gamma_{Rd} \cdot A_{S1} \cdot f_{yd} - V_C \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.7]$$

Con $\gamma_{Rd} = 1.10$, A_{S1} ed A_{S2} rispettivamente l'area dell'armatura superiore ed inferiore della trave e V_C , la forza di taglio nel pilastro al di sopra del nodo, derivante dall'analisi in condizioni sismiche.

La capacità a taglio del nodo è fornita da un meccanismo a traliccio che, a seguito della fessurazione diagonale, vede operare contemporaneamente un meccanismo di taglio compressione ed un meccanismo di taglio trazione. Si devono pertanto soddisfare requisiti atti a garantire l'efficacia dei due meccanismi.

La compressione nel puntone diagonale indotta dal meccanismo a traliccio non deve eccedere la resistenza a compressione del calcestruzzo. In assenza di modelli più accurati, il requisito può ritenersi soddisfatto se:

$$V_{jbd} \leq \eta \cdot f_{cd} \cdot b_j \cdot h_{jc} \cdot \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}} \quad [7.4.8]$$

Con

$$\eta = \alpha_j \cdot \left(1 - \frac{f_{ck}}{250}\right) \quad \text{con } f_{ck} \text{ espresso in MPa}$$

$\alpha_j = 0.6$ (per nodi interni); 0.48 (per nodi esterni)

h_{jc} è la distanza tra le giaciture più esterne delle armature del pilastro,

b_j è la larghezza effettiva del nodo. Quest'ultima è assunta pari alla minore tra:

- la maggiore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave;
- la minore tra le larghezze della sezione del pilastro e della sezione della trave, ambedue aumentate di metà altezza della sezione del pilastro.

Per evitare che la massima trazione diagonale del calcestruzzo ecceda la f_{ctd} deve essere previsto un adeguato confinamento. In assenza di modelli più accurati, si possono disporre nel nodo staffe orizzontali di diametro non inferiore a 6 mm, in modo che:

$$\frac{A_{sh} \cdot f_{ywd}}{b_j \cdot h_{jw}} \geq \frac{[V_{jbd} / (b_j \cdot h_{jc})]^2}{f_{ctd} + v_d \cdot f_{cd}} - f_{ctd} \quad [7.4.10]$$

con A_{sh} è l'area totale della sezione delle staffe e h_{jw} è la distanza tra le giaciture di armature superiori e inferiori della trave.

In alternativa, l'integrità del nodo a seguito della fessurazione diagonale può essere garantita integralmente dalle staffe orizzontali se:

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot (A_{s1} + A_{s2}) \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi interni} \quad [7.4.11]$$

$$A_{sh} \cdot f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \cdot A_{s2} \cdot f_{yd} \cdot (1 - 0,8v_d) \quad \text{per nodi esterni} \quad [7.4.12]$$

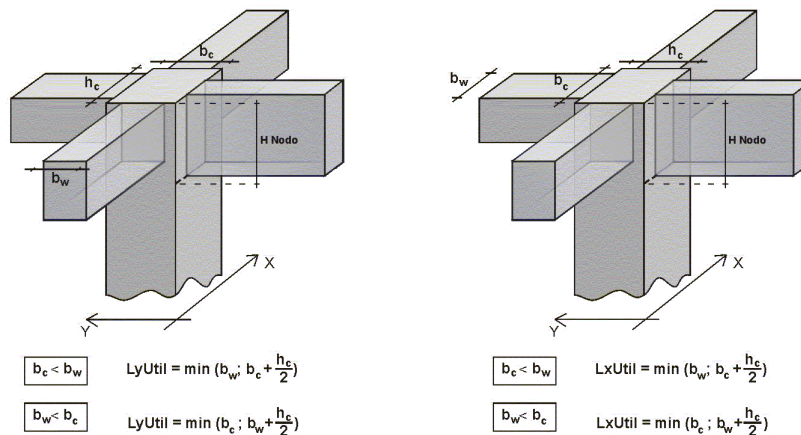
Con $\gamma_{Rd} = 1.10$.

Per quanto riguarda le limitazioni di armatura si rimanda al §9.1.2.

9.4.-..Verifica nodi trave – pilastro

• SPECIFICHE CAMPI TABELLA DI STAMPA

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle verifiche dei nodi trave-pilastro in calcestruzzo armato.



Filo N.ro : Numero del filo fisso del pilastro a cui appartiene il nodo

Quota (m) : Quota in metri del nodo verificato

Nodo3d N.ro : Numerazione spaziale del nodo verificato

Posiz. Pilastro : Posizione del pilastro rispetto al nodo; **SUP** indica che il nodo verificato e' l'estremo inferiore di un pilastro; **INF** indica che il nodo verificato e' l'estremo superiore del pilastro

Int. : Flag di nodo interno (SI=Interno X ed Y ; X=Solo Dir.X; Y=Solo Dir.Y; SP=Spigolo; NO=Esterno X o Y)

Sez. : Numero di archivio della sezione del pilastro a cui appartiene il nodo

Rotaz : Rotazione di input del pilastro a cui appartiene il nodo

HNodo : Altezza del nodo in calcestruzzo su cui sono state effettuate le verifiche calcolata in funzione dell'intersezione tra il pilastro e le travi convergenti

fck : Resistenza caratteristica cilindrica del calcestruzzo

fy : Resistenza caratteristica allo snervamento dell'acciaio delle armature

LyUtil : Larghezza utile del nodo lungo la direzione Y locale del pilastro

AfX : Area complessiva dei bracci in direzione X locale del pilastro

LxUtil : Larghezza utile del nodo lungo la direzione X locale del pilastro

AfY : Area complessiva dei bracci in direzione Y locale del pilastro

Njbd (X/Y) : Sforzo Normale associato al Taglio sul nodo nella direzione X/Y locale del pilastro.

Vjbd (X/Y) : Taglio agente sul nodo nella direzione X/Y locale del pilastro.

Vjbr (X/Y) : Resistenza biella compressa del nodo nella direzione X/Y locale del pilastro.

STATUS : Esito della verifica del nodo.

- **NON VER:** si supera la resistenza della biella compressa; non è verificata la formula [7.4.8]

- **ELASTICO:** il nodo verifica e rimane in campo non fessurato; le armature sono progettate con la formula [7.4.10]

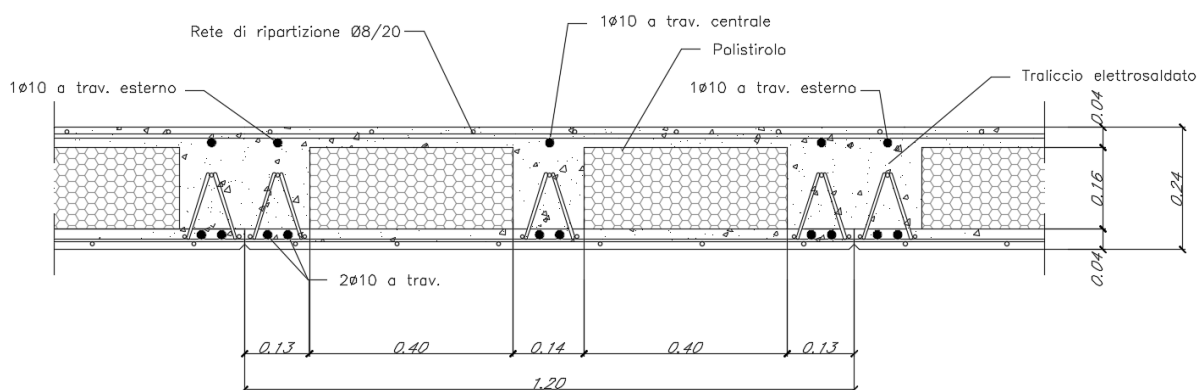
- **FESSURATO:** il nodo verifica e risulta fessurato; le armature sono progettate con la formula [7.4.11] per i nodi interni e con la formula [7.4.12] per i nodi esterni

RISULTATI VERIFICHE NODI CLS																				
IDENTIFICATIVO					GEOM.PILASTR			MATERIALE		DIR.X loc.		DIR.Y loc.		DIREZ. X locale			DIREZ. Y locale			STATUS
Filo N.ro	Quota (m)	Nodo 3D	Pos. Pila	In t.	Sez Nro	Rot Grd	Hnod cm	fck kg/cmq	fy kg/cmq	LyUt cm	AfX cmq	LxUt cm	AfY cmq	Njbd kg	Vjbd kg	Vjbr kg	Njbd kg	Vjbd kg	Vjbr kg	
1	0,00	1	SUP.	SP	3	0	120	280	4500	50	9,2	50	18,6	21838	38002	86703	20350	76621	118437	FESS.
3	0,00	2	SUP.	Y	3	90	120	280	4500	50	16,0	50	21,8	22598	66306	86412	17181	89210	120059	FESS.
5	0,00	3	SUP.	Y	3	90	120	280	4500	50	16,0	50	19,7	22535	66433	86436	16519	80640	120395	FESS.
7	0,00	4	SUP.	SP	3	0	120	280	4500	50	6,9	50	18,7	12050	27707	90366	20529	77053	118345	FESS.
2	0,00	5	SUP.	SP	3	0	120	280	4500	50	9,2	50	19,0	21838	38002	86703	11943	76621	122693	FESS.
4	0,00	6	SUP.	Y	3	90	120	280	4500	50	16,4	50	21,8	13774	66306	89732	17181	89210	120059	FESS.
6	0,00	7	SUP.	Y	3	90	120	280	4500	50	16,4	50	19,7	13800	66433	89722	16519	80640	120395	FESS.
8	0,00	8	SUP.	SP	3	0	120	280	4500	50	6,9	50	19,1	12050	27707	90366	12050	77053	122640	FESS.

10.-..VERIFICA SOLAIO

10.1.-..Premessa

Il solaio è del tipo a predalle di spessore 4+16+4, nella fase di getto si considera puntellato e pertanto nei paragrafi successivi si esegue la verifica del solaio nella fase di esercizio.



10.2.-..Analisi dei carichi

Dai paragrafi precedenti si ricavano le azioni agenti sul solaio di copertura

- Peso proprio (G_1) = 3.48 kN/m²
- Permanenti (G_2) = 3.10 kN/m²
- Accidentale cat. H1 (Q_{H1}) = 0.50 kN/m²
- Neve = 0.78 kN/m²

10.3.-..Calcolo delle massime sollecitazioni agenti

Si considera uno schema statico a doppio appoggio su singola campata di luce pari a 3.90m, verificando il campo con luce maggiore.

Le massime sollecitazioni agenti risultano pertanto pari a:

$$M_{SLU} = (1.3 \cdot 3.48 + 1.5 \cdot 3.1 + 1.5 \cdot 0.5 + 1.5 \cdot 0.5 \cdot 0.78) \cdot 1.20 \cdot 3.90^2 / 8 = 23,98 \text{ kNm}$$

$$T_{SLU} = (1.3 \cdot 3.48 + 1.5 \cdot 3.1 + 1.5 \cdot 0.5 + 1.5 \cdot 0.5 \cdot 0.78) \cdot 1.20 \cdot 3.90/2 = 24.59 \text{ kN}$$

$$M_{SLE, \text{rara}} = (3.48 + 3.1 + 0.5 + 0.5 \cdot 0.78) \cdot 1.20 \cdot 3.90^2/8 = 17.04 \text{ kNm}$$

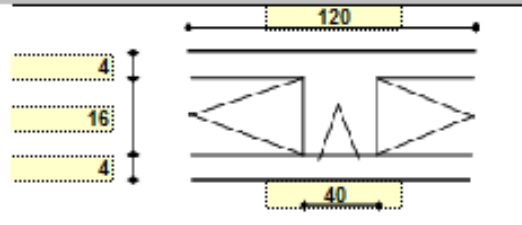
10.4.-.Verifica del solaio

Si esegue la verifica a flessione e taglio di una sezione a T equivalente alla predalla di larghezza 1.20m armata con 2 ϕ 10 inferiori ed 1 ϕ 10 superiore a travetto per cui risulta:

Solaio a 1 campata

Geometria

Misure in centimetri



Tipo di solaio

Con blocchi in POLISTIROLO

Controllo limiti geometrici

Luce massima consigliata (snellezza 25) (m)
Larghezza dei blocchi calcolata (cm)
Larghezza max dei blocchi in laterizio (cm)
Larghezza min. nervature per blocchi in laterizio (cm)
Interasse max nervature per blocchi in laterizio (cm)

L max	6,00
Largh.	80
Largh.	
b min	
i max	

Luci e carichi

Luci (m)
Peso proprio solaio calcolato (daN/mq.)
Peso proprio solaio adottato (daN/mq.)
Sovr. perm. compiutamente definiti (daN/mq.)
Sovr. perm. non-compiutamente definiti (daN/mq.)
Sovr. variabili (daN/mq.)
Carichi totali (daN/m)

L	3,9
p.p. calc	340
p.p.	348
g1	0
g2	310
q	89
tot	747

Momento d'incastro negativo alle due estremità

x sx	0	0	x dx
Mg1 sx	-0	-0	Mg1 dx
Mg2 sx	-0	-0	Mg2 dx
Mq sx	-0	-0	Mq dx
Mbt sx	-0	-0	Mbt dx

Categoria del carico variabile

Cat. L Neve fino a 1000 m	ψ_0	0,5
	ψ_1	0,2
	ψ_2	0,0

Coefficienti parziali sulle azioni

γ_1	1,0	1,3
γ_2	0,0	1,5
γ_3	0,0	1,5

Interasse nervature (m)

i 1,20

1: COMBINAZIONE ULTIMA

Momenti Max - per nervatura	0	0
Momenti Max + per nervatura	2398	
Tagli dx Max per nervatura	2459	
Tagli sx Max per nervatura		2459
Reazioni Max per nervatura	2459	2459
Reazioni Max per fascia di un metro	2049	2049

2: COMBINAZIONE RARA

Momenti Max - per nervatura	0	0
Momenti Max + per nervatura	1704	
Tagli dx Max per nervatura	1748	
Tagli sx Max per nervatura		1748
Reazioni Max per nervatura	1748	1748
Reazioni Max per fascia di un metro	1457	1457

3: COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE

Momenti Max - per nervatura	0	0
Momenti Max + per nervatura	1501	
Tagli dx Max per nervatura	1540	
Tagli sx Max per nervatura		1540
Reazioni Max per nervatura	1540	1540
Reazioni Max per fascia di un metro	1283	1283

4: COMBINAZIONE FREQUENTE

Momenti Max - per nervatura	0	0
-----------------------------	---	---

Momenti Max + per nervatura	1542	
Tagli dx Max per nervatura	1581	
Tagli sx Max per nervatura		1581
Reazioni Max per nervatura	1581	1581
Reazioni Max per fascia di un metro	1318	1318

Materiali			
Calcestruzzo	Classe	C28/35	
Acciaio	Tipo	B450C	
Dati geometrici			
Diametro delle barre longitudinali superiori (mm)	φ	10	10
Diametro delle barre longitudinali inferiori (mm)	φ	10	10
Armatura costante superiore	φ	n.	c
a) nessuna	φ10	3	4,50
	CampSup	2,36	
	φ10	3	4,50
	AppSup	2,36	2,36
Armatura costante inferiore			
a) nessuna	φ10	6	4,50
	CampInf	4,71	
	φ10	6	4,50
	AppInf	4,71	4,71
Ricoprimento di calcestruzzo sulle barre (cm)	c	4,5	4,5
Copriferro di calcolo (cm)	h'	5,0	5,0
Spessore solaio (cm)	H	24	24
Larghezza nervature (cm)	b	40	40
Altezza utile (cm)	d	19,0	19,0

Armatura appoggi	a) nessuna	3φ10	3φ10
		0φ10	0φ10
		0φ10	0φ10
	a) nessuna	6φ10	6φ10
Momento sollecitante (daN*m)	Med	0	0
Momento resistente (daN*m)	Mrd	1918	1918
indice di verifica	f	-	-
Asse neutro (cm)	x0	4	4
Sforzo acciaio (daN/cm ²)	σ.s	3913	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm ²)	σ.c	-164,6	-164,6
Deformazione acciaio	ε.s	1,000%	1,000%
Deformazione calcestruzzo	ε.c	-0,242%	-0,242%
Campo di rottura	n.	2	2
Ridistribuzione massima consentita	1-3	0%	0%
Controllo ridistribuzione	1-3	si	si

Armatura campate	a) nessuna	3φ10
		0φ10
		0φ10
	a) nessuna	6φ10
Momento sollecitante (daN*m)	Med	2398
Momento resistente (daN*m)	Mrd	3658
indice di verifica	f	1,53
Asse neutro (cm)	x0	2
Sforzo acciaio (daN/cm ²)	σ.s	3913
Sforzo calcestruzzo (daN/cm ²)	σ.c	-152,1
Deformazione acciaio	ε.s	1,000%
Deformazione calcestruzzo	ε.c	-0,145%
Campo di rottura	n.	2

Armatura minima sugli appoggi alle due estremità
a) nessuna
Armatura minima in campata
a) nessuna

controllo armatura minima scelta:		nessuna	si	si	
	φ	n	n	c	
Armatura appoggi	sup.	ø10	3	3	4,5
		ø10	-	-	4,5
	inf.	ø10	-	-	4,5
		ø10	6	6	4,5
1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA					
Momento sollecitante (daN*m)	Med	0	0		
Momento resistente (daN*m)	Mrd	1918	1918		
indice di verifica	f	-	-		
Asse neutro (cm)	x ₀	4	4		
Sforzo acciaio (daN/cm ²)	σ _s	3913	3913		
Sforzo calcestruzzo (daN/cm ²)	σ _c	-164,8	-164,8		
Deformazione acciaio	ε _s	1,000%	1,000%		
Deformazione calcestruzzo	ε _c	-0,242%	-0,242%		
Campo di rottura	n	2	2		
Ridistribuzione massima consentita	1-3	0%	0%		
Controllo ridistribuzione	1-8	si	si		
2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA					
	σ _s limite	3600	3600		
	σ _s	0	0		
indice di verifica lato acciaio	f	-	-		
	σ _c limite	174,3	174,3		
	σ _c	0,0	0,0		
indice di verifica lato cls	f	-	-		
3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE					
	σ _c limite	130,7	130,7		
	σ _c	0,0	0,0		
indice di verifica lato cls	f	-	-		
Armatura campate		φ	n		c
sup.	ø10	3			4,5
inf.	ø10	-			4,5
	ø10	6			4,5
controllo armatura minima scelta:		nessuna	si		
1: VERIFICHE IN COMBINAZIONE ULTIMA					
Momento sollecitante (daN*m)	Med	2398			
Momento resistente (daN*m)	Mrd	3601			
indice di verifica	f	1,50			
Asse neutro (cm)	x ₀	3			
Sforzo acciaio (daN/cm ²)	σ _s	3913			
Sforzo calcestruzzo (daN/cm ²)	σ _c	-127,7			
Deformazione acciaio	ε _s	1,000%			
Deformazione calcestruzzo	ε _c	-0,165%			
Campo di rottura	n	2			
2: VERIFICHE IN COMBINAZIONE RARA					
	y	4,23			
	J ₀	18461			
	σ _s limite	3600			
	σ _s	2046			
indice di verifica lato acciaio	f	1,76			
	σ _c limite	139,4			
	σ _c	39,0			
indice di verifica lato cls	f	3,57			
3: VERIFICHE IN COMBINAZIONE QUASI PERMANENTE					
	y	4,23			
	J ₀	18461			
	σ _c limite	104,8			
	σ _c	34,4			
indice di verifica lato cls	f	3,04			
	σ _s	1802			
4: VERIFICHE IN COMBINAZIONE FREQUENTE					
	σ _s	1851			

Verifiche a taglio		
1: con fasce piene		
Tagli resistenti sx (daN)	VRd	4055
fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-
Tagli resistenti dx (daN)	VRd	4055
fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2	-
2: con fasce piene e barre longitudinali tese		
	ϕ	n
sup.	σ_{10}	3
	σ_{10}	-
inf.	σ_{10}	-
	σ_{10}	6
Tagli resistenti sx (daN)	VRd	4781
fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d1	-
Tagli resistenti dx (daN)	VRd	4781
fascia piena (dall'asse dell'appoggio)	d2	-
Verifiche di fessurazione		
CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE		
Appoggi		
diametro armature superiori	ϕ	10
combinazione frequente	σ_s	0
comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE	f	4,00
combinazione quasi permanente	σ_s	0
comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE	f	3,20
Campate		
diametro armature inferiori	ϕ	10
combinazione frequente	σ_s	1851
comb. frequente CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE	f	3,50
combinazione quasi permanente	σ_s	1802
comb. quasi perm. CONDIZ. AMBIENTALI ORDINARIE	f	2,76
Verifiche di snellezza		
	ρ	0,42%
	ρ	0,21%
1. limite tab	K	20
	K	1
1. limite calco	λ	28,2
1. limite	λ	28,2
	λ	18,3
indice di verifica	f	1,61

11.-..VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI IN TERMINI DI CONTENIMENTO DEL DANNO AGLI ELEMENTI NON STRUTTURALI (SLO)

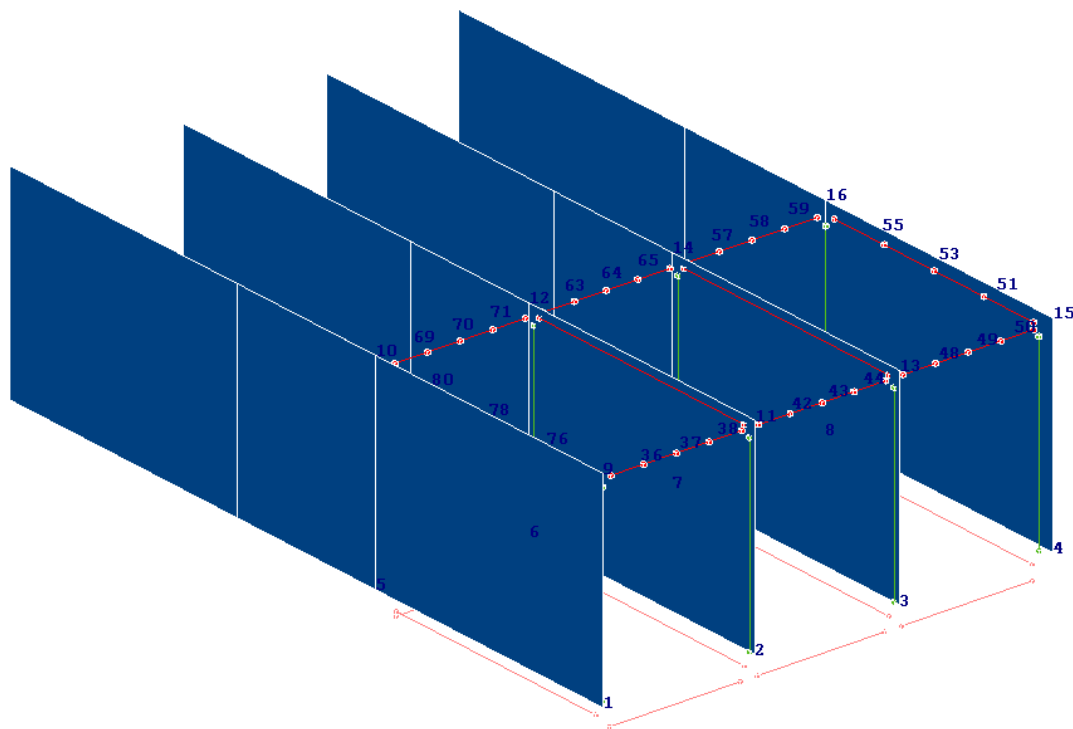
Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso III e IV si deve verificare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Nel caso delle costruzioni civili e industriali questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori a:

- per tamponature collegate rigidamente alla struttura, che interferiscono con la deformabilità della stessa:

$$d_r \leq 2 \times 0.005h / 3 = 0,0033 h$$

Si riporta un'immagine contenente gli spostamenti allo SLO e una tabella contenente il valore degli spostamenti e il valore limite degli stessi.



SPOSTAMENTI SISMICI RELATIVI													
IDENTIFICATIVO					INVILUPPO S.L.D.				INVILUPPO S.L.O.				Stringa di Controllo Verifica
Filo N.ro	Quota inf. (m)	Quota sup. (m)	Nodo inf. N.ro	Nodo sup. N.ro	Sis ma N.ro	Com bin N.ro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	Sis ma N.ro	Com bin N.ro	Spostam. Calcolo (mm)	Spostam. Limite (mm)	
1	0,00	5,90	1	9	2	54	25,106	29,500	2	54	19,377	19,667	VERIFICATO
2	0,00	5,90	5	10	2	51	25,106	29,500	2	51	19,377	19,667	VERIFICATO
3	0,00	5,90	2	11	2	54	23,670	29,500	2	54	18,268	19,667	VERIFICATO
4	0,00	5,90	6	12	2	51	23,670	29,500	2	51	18,268	19,667	VERIFICATO
5	0,00	5,90	3	13	2	48	23,735	29,500	2	48	18,318	19,667	VERIFICATO
6	0,00	5,90	7	14	2	53	23,735	29,500	2	53	18,318	19,667	VERIFICATO
7	0,00	5,90	4	15	2	48	25,259	29,500	2	48	19,494	19,667	VERIFICATO
8	0,00	5,90	8	16	2	53	25,259	29,500	2	53	19,494	19,667	VERIFICATO

Secondo quanto riportato nella tabella la verifica risulta soddisfatta.

12.-.VERIFICA DI CAPACITÀ PORTANTE

Le azioni trasmesse in fondazione derivano dall'analisi del comportamento dell'intera opera, in genere condotta esaminando la sola struttura in elevazione alla quale sono applicate le pertinenti combinazioni delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC2018.

Sia per CD“A” sia per CD“B” il dimensionamento delle strutture di fondazione e la verifica di sicurezza del complesso fondazione-terreno devono essere eseguiti assumendo come azione in fondazione, trasmessa dagli elementi soprastanti, una tra le seguenti:

- quella derivante dall'analisi strutturale eseguita ipotizzando comportamento strutturale non dissipativo (v. § 7.3 NTC2018);
- quella derivante dalla capacità di resistenza a flessione degli elementi (calcolata per la forza assiale derivante dalla combinazione delle azioni di cui al § 2.5.3 delle NTC2018), congiuntamente al taglio determinato da considerazioni di equilibrio;
- quella trasferita dagli elementi soprastanti nell'ipotesi di comportamento strutturale dissipativo, amplificata di un coefficiente pari a 1,30 in CD“A” e 1,10 in CD“B”;

Verranno svolte le verifiche di portanza sia nei confronti degli SLU che degli SLD

La verifica di portanza delle fondazioni per il manufatto in oggetto è stata effettuata tramite il software CDG della STS. Si riporta di seguito il metodo utilizzato per il calcolo della portanza:

La verifica della capacità portante consiste nel confronto tra la pressione verticale di esercizio in fondazione e la pressione limite per il terreno, valutata secondo *Brinch-Hansen*:

$$q_{lim} = q N_q Y_q i_q d_q b_q g_q s_q + c N_c Y_c i_c d_c b_c g_c s_c + \frac{1}{2} G B' N_g Y_g i_g b_g s_g$$

dove

Caratteristiche geometriche della fondazione:

- q = carico sul piano di fondazione*
- B = lato minore della fondazione*
- L = lato maggiore della fondazione*
- D = profondità della fondazione*
- α = inclinazione base della fondazione*
- G = peso specifico del terreno*
- B' = larghezza di fondazione ridotta = B - 2 eB*
- L' = lunghezza di fondazione ridotta = L - 2 eL*

Caratteristiche di carico sulla fondazione:

- H = risultante delle forze orizzontali*
- N = risultante delle forze verticali*
- eB = eccentricità del carico verticale lungo B*

eL = eccentricità del carico verticale lungo L
 FhB = forza orizzontale lungo B
 FhL = forza orizzontale lungo L

Caratteristiche del terreno di fondazione:

β = inclinazione terreno a valle
 $c = cu$ = coesione non drenata (condizioni U)
 $c = c'$ = coesione drenata (condizioni D)
 Γ = peso specifico apparente (condizioni U)
 $\Gamma = \Gamma'$ = peso specifico sommerso (condizioni D)
 $\phi = 0$ = angolo di attrito interno (condizioni U)
 $\phi = \phi'$ = angolo di attrito interno (condizioni D)

Fattori di capacità portante:

$$Nq = \tan^2\left(\frac{\pi}{4} + \frac{\phi}{2}\right) \exp(\pi + \tan \phi) \quad (\text{Prandtl-Caqnot-Meyerhof})$$

$$Ng = 2(Nq + 1) \tan \phi \quad (\text{Vesic})$$

$$Nc = \frac{Nq - 1}{\tan \phi} \quad \text{in condizioni D} \quad (\text{Reissner-Meyerhof})$$

$$Nc = 5,14 \quad \text{in condizioni U}$$

Indici di rigidezza (condizioni D):

$$Ir = \frac{G}{c' + q' \tan \phi} = \text{indice di rigidezza}$$

$$q' = \text{pressione litostatica efficace alla profondità } D + \frac{B}{2}$$

$$G = \frac{E}{2(1 + \mu)} = \text{modulo elastico tangenziale}$$

E = modulo elastico normale

μ = coefficiente di Poisson

$$Icr = \frac{1}{2} \exp\left[\frac{3,3 - 0,45 \frac{B}{L}}{\tan(45 - \frac{\phi'}{2})}\right] = \text{indice di rigidezza critico}$$

Coefficienti di punzonamento (Vesic):

$$Yq = Yg = \exp\left[\left(0,6 \frac{B}{L} - 4,4\right) \tan \phi' + \frac{3,07 \sin \phi' \log(2Ir)}{1 + \sin \phi'}\right] \text{ in condizioni drenate, per } Ir \leq Icr$$

$$Yc = Yq - \frac{1 - Yq}{Nq \times \tan \phi'}$$

Coefficienti di inclinazione del carico (Vesic):

$$ig = \left(\frac{1 - H}{N + B \times L \times c' \times \cot \text{ang} \phi'}\right)^{m+1}$$

$$iq = \left(\frac{1-H}{N+B \times L \times c' \times \cot \phi'} \right)^m$$

$$ic = iq - \frac{1-iq}{Nc \times \tan \phi'} \quad \text{in condizioni D}$$

$$ic = 1 - \frac{m \times H}{B \times L \times cu \times Nc} \quad \text{in condizioni U}$$

essendo:

$$m = mB \cos^2 \Theta + mL \sin^2 \Theta$$

$$mB = \frac{2 + \frac{B'}{L'}}{1 + \frac{B'}{L'}} \quad mL = \frac{2 + \frac{L'}{B'}}{1 + \frac{L'}{B'}} \quad \Theta = \tan^{-1} \frac{Fh \times B}{Fh \times L}$$

Coefficienti di affondamento del piano di posa (Brinch-Hansen):

$$dq = 1 + 2 \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \operatorname{arctg} \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B'$$

$$dq = 1 + 2 \frac{D}{B'} \tan \phi (1 - \sin \phi)^2 \quad \text{per } D \leq B'$$

$$dc = dq - \frac{1-dq}{Nc \times \tan \phi} \quad \text{in condizioni D}$$

$$dc = 1 + 0,4 \operatorname{arc} \tan \frac{D}{B'} \quad \text{per } D > B' \text{ in condizioni U}$$

$$dc = 1 + 0,4 \frac{D}{B'} \quad \text{per } D \leq B' \text{ in condizioni U}$$

Coefficienti di inclinazione del piano di posa:

$$bg = \exp(-2,7\alpha \tan \phi)$$

$$bc = bq = \exp(-2\alpha \tan \phi) \quad \text{in condizioni D}$$

$$bc = 1 - \frac{\alpha}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$bq = 1 \quad \text{in condizioni U)}$$

Coefficienti di inclinazione del terreno di fondazione:

$$gc = gq = \sqrt{1 - 0,5 \tan \beta} \quad \text{in condizioni D}$$

$$gc = 1 - \frac{\beta}{147} \quad \text{in condizioni U}$$

$$gq = 1 \quad \text{in condizioni U}$$

Coefficienti di forma (De Beer):

$$sg = 1 - 0,4 \frac{B'}{L'}$$

$$sq = 1 + \frac{B'}{L'} \tan \phi$$

$$sc = 1 + \frac{B' Nq}{L' Nc}$$

DATI GENERALI			
COEFFICIENTI PARZIALI GEOTECNICA			
	TABELLA M1		TABELLA M2
Tangente Resist. Taglio	1,00		
Peso Specifico	1,00		
Coesione Efficace (c'k)	1,00		
Resist. a taglio NON drenata (cuk)	1,00		
Tipo Approccio	Combinazione Unica: (A1+M1+R3)		
Tipo di fondazione	Superficiale		
	COEFFICIENTE R1	COEFFICIENTE R2	COEFFICIENTE R3
Capacita' Portante			2,30
Scorrimento			1,10

Definizione della geometria della trave Winkler.

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa dei dati geometrici delle travi Winkler.

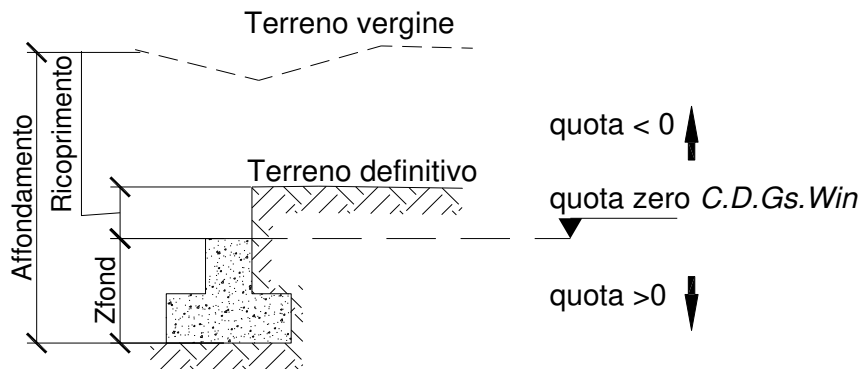
- Trave** : numero sequenziale della trave
- Asta3d** : numero asta tipo in C.D.S. Win (spaziale)
- Filo Iniz** : primo filo fisso
- Filo Fin.** : secondo filo fisso
- Nodo3d In.** : numero Nodo3d primo filo fisso
- Nodo3d Fin** : numero Nodo3d secondo filo fisso
- X3d In.** : ascissa Nodo3d Iniziale
- Y3d In.** : ordinata Nodo3d Iniziale
- Z3d In.** : quota Nodo3d Iniziale
- X3d Fin** : ascissa Nodo3d finale

- Y3d Fin** : ordinata Nodo3d finale
- Z3d Fin** : quota Nodo3d finale
- Xfond** : ascissa baricentro fondazione
- Yfond** : ordinata baricentro fondazione
- Zfond** : quota baricentro base di fondazione nel riferimento di C.D.Gs. Win
- Bfond** : dimensione trasversale trave Winkler (a livello del magrone)
- Lfond** : dimensione longitudinale trave Winkler

GEOMETRIA TRAVI WINKLER																
IDENTIFICATIVO						COORDINATE 3D ESTREMI ASTA WINKLER						DATI IMPRONTA				
Trave N.ro	Ast3d N.ro	Fil In.	Fil Fin	Nod3d Iniz.	Nod3d Fin.	X3dIn. (m)	Y3dIn. (m)	Z3dIn. (m)	X3dFin (m)	Y3dFin (m)	Z3dFin (m)	Xfond (m)	Yfond (m)	Zfond (m)	Bfond (m)	Lfond (m)
1	1	1	7	1	4	0,00	0,00	0,00	13,25	0,00	0,00	6,63	0,25	1,20	1,80	13,25
2	4	2	8	5	8	0,00	8,20	0,00	13,25	8,20	0,00	6,63	7,95	1,20	1,80	13,25
3	7	1	2	1	5	0,00	0,00	0,00	0,00	8,20	0,00	0,20	4,10	1,20	1,80	8,20
4	8	3	4	2	6	4,50	0,00	0,00	4,50	8,20	0,00	4,50	4,10	0,85	0,40	8,20
5	9	5	6	3	7	8,75	0,00	0,00	8,75	8,20	0,00	8,75	4,10	0,85	0,40	8,20
6	10	7	8	4	8	13,25	0,00	0,00	13,25	8,20	0,00	13,05	4,10	1,20	1,80	8,20

Definizione dei parametri geotecnici.

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della stratigrafia del terreno sottostante le travi Winkler.



NOTA: La quota zero di C.D.Gs. Win coincide con la quota numero zero dell'alberello quote di C.D.S. Win ma cambia la convenzione nel segno: infatti in C. D. Gs. le quote sono positive crescenti procedendo verso il basso, mentre in C. D. S. le quote sono positive crescenti verso l'alto.

Trave : numero di trave

Q.t.v. : quota terreno vergine

- Q.t.d.** : *quota definitiva terreno*
- Q.falda** : *quota falda*
- InclTer** : *inclinazione terreno*
- Numero strato** : *Numero dello strato a cui si riferiscono i dati che seguono*
- Sp.str.** : *Spessore strato. L'ultimo strato ha spessore indefinito, pertanto il relativo dato non viene stampato*
- Peso Sp** : *peso specifico*
- Fi** : *angolo di attrito interno in gradi*
- C'** : *coesione drenata*
- Cu** : *coesione non drenata*
- Mod.El.** : *modulo elastico*
- Poisson** : *coefficiente di Poisson*
- Gr.Sovr** : *grado di sovraconsolidazione*
- Mod.Ed** : *modulo edometrico*

STRATIGRAFIA TRAVI WINKLER															
Trave N.ro	Q.i.v. (m)	Q.t.d. (m)	Q.falda (m)	Incl Grd	Kw kg/cm ²	Numero Strato	Sp.str. (m)	Peso Sp kg/m ³	Fi' (Grd)	C' kg/cm ²	Cu kg/cm ²	Mod.El. kg/cm ²	Poisson	Gr.Sovr	Mod.Ed. kg/cm ²
1	1,20	0,00	7,30	0	2,00	1		1800	28,00	0,00	0,00	60,00	0,30	1,00	60,00
2	1,20	0,00	7,30	0	2,00	1		1800	28,00	0,00	0,00	60,00	0,30	1,00	60,00
3	1,20	0,00	7,30	0	2,00	1		1800	28,00	0,00	0,00	60,00	0,30	1,00	60,00
4	0,85	0,00	7,30	0	2,00	1		1800	28,00	0,00	0,00	60,00	0,30	1,00	60,00
5	0,85	0,00	7,30	0	2,00	1		1800	28,00	0,00	0,00	60,00	0,30	1,00	60,00
6	1,20	0,00	7,30	0	2,00	1		1800	28,00	0,00	0,00	60,00	0,30	1,00	60,00

Sollecitazioni agenti sull'area d'impronta delle travi.

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa delle risultanti delle sollecitazioni agenti sull'area d'impronta delle travi *Winkler*, nel sistema di riferimento locale (y=asse trave).

- Trave** : *numero di trave sequenziale*
- Comb.** : *Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono*
- Rv** : *Risultante delle pressioni verticali*
- Vx** : *Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse x locale dell' asta*
- Vy** : *Risultante delle sollecitazioni agenti parallelamente all'asse y locale dell' asta*
- Mrx** : *Momento risultante di asse vettore x nel sistema di riferimento locale dell' asta (momento flettente)*

Mry

: *Momento risultante di asse vettore y nel sistema di riferimento locale dell' asta (momento torcente)*

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLU						
Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
1	A1/1	113357	0	0	59610	439644
	A1/2	112619	0	0	58693	434066
	A1/3	110001	0	0	55506	414286
	A1/4	113161	0	956	819505	438797
	A1/5	112423	0	956	818588	433220
	A1/6	109805	0	954	815401	413439
	A1/7	109675	0	1591	1321997	412875
	A1/8	111686	1512	0	59753	409537
	A1/9	110947	1511	0	58836	403960
	A1/10	108330	1507	0	55649	384179
	A1/11	107216	2469	0	55744	364108
	A1/12	112931	0	954	819753	450345
	A1/13	112192	0	954	818836	444768
	A1/14	109575	0	952	815649	424987
	A1/15	109444	0	1587	1322245	424423
	A1/16	111455	1509	0	60001	421084
	A1/17	110717	1508	0	59084	415507
	A1/18	108099	1504	0	55897	395727
	A1/19	106985	2464	0	55992	375655
	A1/20	109421	0	951	815814	432685
	A1/21	107946	1502	0	56062	403425
	A1/22	113391	0	958	819256	427250
	A1/23	112653	0	958	818340	421673
	A1/24	110036	0	956	815153	401892
	A1/25	109905	0	1594	1321749	401328
	A1/26	111916	1515	0	59505	397989
	A1/27	111178	1514	0	58588	392412
	A1/28	108560	1510	0	55401	372631
	A1/29	107446	2474	0	55496	352560
	A1/30	110189	0	957	814987	394194
	A1/31	108714	1512	0	55235	364933
X+	A1/37	91378	6210	20701	6631845	434767
X-	A1/47	91379	6210	20701	6551632	434786
Y+	A1/51	45410	10287	3086	2149660	200401
Y-	A1/53	116129	26308	7892	2165940	776776
2	A1/1	113357	0	0	59605	439643
	A1/2	112619	0	0	58688	434066
	A1/3	110001	0	0	55501	414286
	A1/4	113161	0	956	819500	438797
	A1/5	112423	0	956	818583	433220
	A1/6	109805	0	954	815396	413439
	A1/7	109675	0	1591	1321993	412875
	A1/8	117631	1592	0	60448	491702
	A1/9	116893	1592	0	59531	486125
	A1/10	114275	1590	0	56344	466344

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLU

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	A1/11	117124	2697	0	56906	501049
	A1/12	112931	0	954	819748	450345
	A1/13	112192	0	954	818831	444767
	A1/14	109575	0	952	815644	424987
	A1/15	109444	0	1587	1322241	424423
	A1/16	117400	1589	0	60696	503249
	A1/17	116662	1589	0	59780	497672
	A1/18	114045	1586	0	56592	477891
	A1/19	116894	2692	0	57154	512597
	A1/20	109421	0	951	815810	432685
	A1/21	113891	1584	0	56758	485590
	A1/22	113391	0	958	819251	427250
	A1/23	112653	0	958	818335	421672
	A1/24	110036	0	956	815148	401892
	A1/25	109905	0	1594	1321744	401327
	A1/26	117861	1596	0	60199	480154
	A1/27	117123	1595	0	59283	474577
	A1/28	114506	1593	0	56096	454796
	A1/29	117355	2702	0	56658	489502
	A1/30	110189	0	957	814982	394193
	A1/31	114659	1595	0	55930	447098
X+	A1/32	91378	6210	20701	6631842	434767
X-	A1/42	91379	6210	20701	6551638	434786
Y+	A1/48	116129	26308	7892	2165934	776776
Y-	A1/54	45410	10287	3086	2149661	200401
3	A1/1	56544	0	0	2	1050
	A1/2	56251	0	0	2	1191
	A1/3	55213	0	0	2	1694
	A1/4	54593	461	0	2	9491
	A1/5	54300	462	0	2	9350
	A1/6	53262	463	0	2	8846
	A1/7	51961	754	0	2	15873
	A1/8	56997	0	772	258983	180
	A1/9	56704	0	772	258983	321
	A1/10	55665	0	774	258983	824
	A1/11	55967	0	1289	431640	244
	A1/12	55018	465	0	2	1055
	A1/13	54725	465	0	2	914
	A1/14	53686	466	0	2	410
	A1/15	52386	760	0	2	7438
	A1/16	57421	0	777	258983	8615
	A1/17	57128	0	778	258983	8757
	A1/18	56090	0	780	258983	9260
	A1/19	56392	0	1299	431640	8680
	A1/20	53970	469	0	2	5213
	A1/21	56373	0	784	258983	14884
	A1/22	54169	458	0	2	17927
	A1/23	53876	458	0	2	17785
	A1/24	52837	459	0	2	17282

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLU

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	A1/25	51537	747	0	2	24309
	A1/26	56572	0	766	258983	8256
	A1/27	56279	0	766	258983	8115
	A1/28	55241	0	768	258983	7611
	A1/29	55542	0	1279	431640	8191
	A1/30	52554	457	0	2	22906
	A1/31	54958	0	765	258983	13235
X+	A1/38	24303	5506	1652	935485	100197
X-	A1/47	57713	13074	3922	935486	105396
Y+	A1/58	46020	3128	10425	3094015	33438
Y-	A1/63	46020	3128	10425	3094019	33438
4	A1/1	12161	0	0	1	234
	A1/2	12109	0	0	1	231
	A1/3	11926	0	0	1	219
	A1/4	12081	102	0	1	355
	A1/5	12029	102	0	1	352
	A1/6	11846	103	0	1	340
	A1/7	11793	171	0	1	420
	A1/8	12243	0	166	25285	245
	A1/9	12191	0	166	25285	242
	A1/10	12008	0	167	25285	229
	A1/11	12063	0	278	42142	236
	A1/12	11887	100	0	1	303
	A1/13	11836	101	0	1	300
	A1/14	11653	101	0	1	288
	A1/15	11599	168	0	1	368
	A1/16	12049	0	163	25285	193
	A1/17	11998	0	163	25285	190
	A1/18	11815	0	164	25285	178
	A1/19	11869	0	273	42142	185
	A1/20	11523	100	0	1	253
	A1/21	11685	0	163	25285	143
	A1/22	12275	104	0	1	407
	A1/23	12223	104	0	1	404
	A1/24	12040	105	0	1	392
	A1/25	11987	174	0	1	472
	A1/26	12437	0	168	25285	297
	A1/27	12385	0	169	25285	293
	A1/28	12202	0	170	25285	281
	A1/29	12257	0	282	42142	288
	A1/30	12169	106	0	1	426
	A1/31	12331	0	172	25285	316
X+	A1/37	7977	1807	542	91022	1124
X-	A1/44	9857	2233	670	91022	830
Y+	A1/57	9199	625	2084	301732	146
Y-	A1/60	9199	625	2084	301733	146
5	A1/1	12170	0	0	0	218

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLU

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	A1/2	12118	0	0	0	215
	A1/3	11934	0	0	0	203
	A1/4	12227	103	0	0	121
	A1/5	12175	104	0	0	118
	A1/6	11992	104	0	0	107
	A1/7	12030	174	0	0	43
	A1/8	12252	0	166	25297	228
	A1/9	12200	0	166	25297	225
	A1/10	12017	0	167	25297	214
	A1/11	12072	0	278	42161	221
	A1/12	12033	102	0	0	69
	A1/13	11981	102	0	0	66
	A1/14	11798	102	0	0	55
	A1/15	11836	172	0	0	9
	A1/16	12058	0	163	25297	176
	A1/17	12006	0	164	25297	173
	A1/18	11823	0	164	25297	162
	A1/19	11878	0	274	42161	169
	A1/20	11669	101	0	0	20
	A1/21	11694	0	163	25297	127
	A1/22	12421	105	0	0	173
	A1/23	12369	105	0	0	170
	A1/24	12186	106	0	0	159
	A1/25	12224	177	0	0	95
	A1/26	12446	0	168	25297	280
	A1/27	12394	0	169	25297	277
	A1/28	12210	0	170	25297	266
	A1/29	12265	0	282	42161	273
	A1/30	12315	107	0	0	194
	A1/31	12340	0	172	25297	301
X+	A1/38	9863	2234	670	91084	841
X-	A1/42	7983	1808	543	91084	1113
Y+	A1/51	9205	626	2085	301849	157
Y-	A1/54	9205	626	2085	301849	157
6	A1/1	56807	0	0	0	2188
	A1/2	56510	0	0	0	2312
	A1/3	55457	0	0	0	2755
	A1/4	58286	493	0	0	9254
	A1/5	57989	493	0	0	9378
	A1/6	56937	495	0	0	9821
	A1/7	57923	840	0	0	14532
	A1/8	57262	0	775	259285	1330
	A1/9	56965	0	776	259285	1453
	A1/10	55913	0	778	259285	1897
	A1/11	56216	0	1294	432141	1325
	A1/12	58710	496	0	1	17674
	A1/13	58413	497	0	1	17798
	A1/14	57361	498	0	1	18242
	A1/15	58347	846	0	1	22953

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLU

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	A1/16	57686	0	781	259285	9750
	A1/17	57389	0	782	259285	9874
	A1/18	56337	0	784	259285	10317
	A1/19	56640	0	1304	432141	9745
	A1/20	57643	501	0	1	23855
	A1/21	56619	0	788	259285	15930
	A1/22	57862	489	0	0	834
	A1/23	57565	489	0	0	958
	A1/24	56513	491	0	0	1401
	A1/25	57499	834	0	0	6112
	A1/26	56838	0	769	259285	7091
	A1/27	56541	0	770	259285	6967
	A1/28	55489	0	772	259284	6523
	A1/29	55792	0	1285	432141	7095
	A1/30	56230	488	0	0	4212
	A1/31	55206	0	768	259284	12137
X+	A1/32	57880	13112	3934	937266	106118
X-	A1/41	24470	5543	1663	937267	99476
Y+	A1/48	46186	3139	10463	3099097	34160
Y-	A1/53	46186	3139	10463	3099096	34160

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
1	SLD/1	113357	0	0	59610	439644
	SLD/2	112619	0	0	58693	434066
	SLD/3	110001	0	0	55506	414286
	SLD/4	113161	0	956	819505	438797
	SLD/5	112423	0	956	818588	433220
	SLD/6	109805	0	954	815401	413439
	SLD/7	109675	0	1591	1321997	412875
	SLD/8	111686	1512	0	59753	409537
	SLD/9	110947	1511	0	58836	403960
	SLD/10	108330	1507	0	55649	384179
	SLD/11	107216	2469	0	55744	364108
	SLD/12	112931	0	954	819753	450345
	SLD/13	112192	0	954	818836	444768
	SLD/14	109575	0	952	815649	424987
	SLD/15	109444	0	1587	1322245	424423
	SLD/16	111455	1509	0	60001	421084
	SLD/17	110717	1508	0	59084	415507
	SLD/18	108099	1504	0	55897	395727
	SLD/19	106985	2464	0	55992	375655
	SLD/20	109421	0	951	815814	432685
	SLD/21	107946	1502	0	56062	403425
	SLD/22	113391	0	958	819256	427250
	SLD/23	112653	0	958	818340	421673
	SLD/24	110036	0	956	815153	401892

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	SLD/25	109905	0	1594	1321749	401328
	SLD/26	111916	1515	0	59505	397989
	SLD/27	111178	1514	0	58588	392412
	SLD/28	108560	1510	0	55401	372631
	SLD/29	107446	2474	0	55496	352560
	SLD/30	110189	0	957	814987	394194
	SLD/31	108714	1512	0	55235	364933
X+	SLD/38	93556	6967	23223	7628308	464878
X-	SLD/47	93556	6967	23223	7904327	464878
Y+	SLD/48	38153	9470	2841	2132273	300674
Y-	SLD/54	123389	30628	9188	2151895	877104
2	SLD/1	113357	0	0	59605	439643
	SLD/2	112619	0	0	58688	434066
	SLD/3	110001	0	0	55501	414286
	SLD/4	113161	0	956	819500	438797
	SLD/5	112423	0	956	818583	433220
	SLD/6	109805	0	954	815396	413439
	SLD/7	109675	0	1591	1321993	412875
	SLD/8	117631	1592	0	60448	491702
	SLD/9	116893	1592	0	59531	486125
	SLD/10	114275	1590	0	56344	466344
	SLD/11	117124	2697	0	56906	501049
	SLD/12	112931	0	954	819748	450345
	SLD/13	112192	0	954	818831	444767
	SLD/14	109575	0	952	815644	424987
	SLD/15	109444	0	1587	1322241	424423
	SLD/16	117400	1589	0	60696	503249
	SLD/17	116662	1589	0	59780	497672
	SLD/18	114045	1586	0	56592	477891
	SLD/19	116894	2692	0	57154	512597
	SLD/20	109421	0	951	815810	432685
	SLD/21	113891	1584	0	56758	485590
	SLD/22	113391	0	958	819251	427250
	SLD/23	112653	0	958	818335	421672
	SLD/24	110036	0	956	815148	401892
	SLD/25	109905	0	1594	1321744	401327
	SLD/26	117861	1596	0	60199	480154
	SLD/27	117123	1595	0	59283	474577
	SLD/28	114506	1593	0	56096	454796
	SLD/29	117355	2702	0	56658	489502
	SLD/30	110189	0	957	814982	394193
	SLD/31	114659	1595	0	55930	447098
X+	SLD/35	93556	6967	23223	7628305	464878
X-	SLD/42	93556	6967	23223	7904335	464878
Y+	SLD/51	123389	30628	9188	2151888	877103
Y-	SLD/53	38153	9470	2841	2132274	300675
3	SLD/1	56544	0	0	2	1050

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	SLD/2	56251	0	0	2	1191
	SLD/3	55213	0	0	2	1694
	SLD/4	54593	461	0	2	9491
	SLD/5	54300	462	0	2	9350
	SLD/6	53262	463	0	2	8846
	SLD/7	51961	754	0	2	15873
	SLD/8	56997	0	772	258983	180
	SLD/9	56704	0	772	258983	321
	SLD/10	55665	0	774	258983	824
	SLD/11	55967	0	1289	431640	244
	SLD/12	55018	465	0	2	1055
	SLD/13	54725	465	0	2	914
	SLD/14	53686	466	0	2	410
	SLD/15	52386	760	0	2	7438
	SLD/16	57421	0	777	258983	8615
	SLD/17	57128	0	778	258983	8757
	SLD/18	56090	0	780	258983	9260
	SLD/19	56392	0	1299	431640	8680
	SLD/20	53970	469	0	2	5213
	SLD/21	56373	0	784	258983	14884
	SLD/22	54169	458	0	2	17927
	SLD/23	53876	458	0	2	17785
	SLD/24	52837	459	0	2	17282
	SLD/25	51537	747	0	2	24309
	SLD/26	56572	0	766	258983	8256
	SLD/27	56279	0	766	258983	8115
	SLD/28	55241	0	768	258983	7611
	SLD/29	55542	0	1279	431640	8191
	SLD/30	52554	457	0	2	22906
	SLD/31	54958	0	765	258983	13235
	X+ SLD/36	20874	5181	1554	1118568	121300
	X- SLD/40	61143	15177	4553	1118565	126499
	Y+ SLD/56	47049	3504	11678	3699313	39769
	Y- SLD/60	47049	3504	11678	3693532	39769
4	SLD/1	12161	0	0	1	234
	SLD/2	12109	0	0	1	231
	SLD/3	11926	0	0	1	219
	SLD/4	12081	102	0	1	355
	SLD/5	12029	102	0	1	352
	SLD/6	11846	103	0	1	340
	SLD/7	11793	171	0	1	420
	SLD/8	12243	0	166	25285	245
	SLD/9	12191	0	166	25285	242
	SLD/10	12008	0	167	25285	229
	SLD/11	12063	0	278	42142	236
	SLD/12	11887	100	0	1	303
	SLD/13	11836	101	0	1	300
	SLD/14	11653	101	0	1	288
	SLD/15	11599	168	0	1	368

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD

Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	SLD/16	12049	0	163	25285	193
	SLD/17	11998	0	163	25285	190
	SLD/18	11815	0	164	25285	178
	SLD/19	11869	0	273	42142	185
	SLD/20	11523	100	0	1	253
	SLD/21	11685	0	163	25285	143
	SLD/22	12275	104	0	1	407
	SLD/23	12223	104	0	1	404
	SLD/24	12040	105	0	1	392
	SLD/25	11987	174	0	1	472
	SLD/26	12437	0	168	25285	297
	SLD/27	12385	0	169	25285	293
	SLD/28	12202	0	170	25285	281
	SLD/29	12257	0	282	42142	288
	SLD/30	12169	106	0	1	426
	SLD/31	12331	0	172	25285	316
X+	SLD/36	7784	1932	580	108378	1324
X-	SLD/40	10050	2495	748	108377	1031
Y+	SLD/56	9257	689	2298	363275	207
Y-	SLD/60	9257	689	2298	363674	207
5	SLD/1	12170	0	0	0	218
	SLD/2	12118	0	0	0	215
	SLD/3	11934	0	0	0	203
	SLD/4	12227	103	0	0	121
	SLD/5	12175	104	0	0	118
	SLD/6	11992	104	0	0	107
	SLD/7	12030	174	0	0	43
	SLD/8	12252	0	166	25297	228
	SLD/9	12200	0	166	25297	225
	SLD/10	12017	0	167	25297	214
	SLD/11	12072	0	278	42161	221
	SLD/12	12033	102	0	0	69
	SLD/13	11981	102	0	0	66
	SLD/14	11798	102	0	0	55
	SLD/15	11836	172	0	0	9
	SLD/16	12058	0	163	25297	176
	SLD/17	12006	0	164	25297	173
	SLD/18	11823	0	164	25297	162
	SLD/19	11878	0	274	42161	169
	SLD/20	11669	101	0	0	20
	SLD/21	11694	0	163	25297	127
	SLD/22	12421	105	0	0	173
	SLD/23	12369	105	0	0	170
	SLD/24	12186	106	0	0	159
	SLD/25	12224	177	0	0	95
	SLD/26	12446	0	168	25297	280
	SLD/27	12394	0	169	25297	277
	SLD/28	12210	0	170	25297	266
	SLD/29	12265	0	282	42161	273

RISULTANTI SOLLECITAZIONI TRAVI WINKLER - SLD						
Trave N.ro	Combinazione N.ro	Rv (kg)	Vx (kg)	Vy (kg)	Mrx kg*cm	Mry kg*cm
	SLD/30	12315	107	0	0	194
	SLD/31	12340	0	172	25297	301
	X+ SLD/32	10056	2496	749	107729	1042
	X- SLD/40	7790	1934	580	109131	1314
	Y+ SLD/48	9263	690	2299	361222	217
	Y- SLD/52	9263	690	2299	361643	217
6	SLD/1	56807	0	0	0	2188
	SLD/2	56510	0	0	0	2312
	SLD/3	55457	0	0	0	2755
	SLD/4	58286	493	0	0	9254
	SLD/5	57989	493	0	0	9378
	SLD/6	56937	495	0	0	9821
	SLD/7	57923	840	0	0	14532
	SLD/8	57262	0	775	259285	1330
	SLD/9	56965	0	776	259285	1453
	SLD/10	55913	0	778	259285	1897
	SLD/11	56216	0	1294	432141	1325
	SLD/12	58710	496	0	1	17674
	SLD/13	58413	497	0	1	17798
	SLD/14	57361	498	0	1	18242
	SLD/15	58347	846	0	1	22953
	SLD/16	57686	0	781	259285	9750
	SLD/17	57389	0	782	259285	9874
	SLD/18	56337	0	784	259285	10317
	SLD/19	56640	0	1304	432141	9745
	SLD/20	57643	501	0	1	23855
	SLD/21	56619	0	788	259285	15930
	SLD/22	57862	489	0	0	834
	SLD/23	57565	489	0	0	958
	SLD/24	56513	491	0	0	1401
	SLD/25	57499	834	0	0	6112
	SLD/26	56838	0	769	259285	7091
	SLD/27	56541	0	770	259285	6967
	SLD/28	55489	0	772	259284	6523
	SLD/29	55792	0	1285	432141	7095
	SLD/30	56230	488	0	0	4212
	SLD/31	55206	0	768	259284	12137
	X+ SLD/32	61309	15218	4565	1129675	127221
	X- SLD/40	21041	5223	1567	1109709	120578
	Y+ SLD/48	47215	3516	11720	3735301	40491
	Y- SLD/52	47215	3516	11720	3729310	40491

Verifica della portanza.

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella tabella di stampa della portanza delle fondazioni superficiali (travi *Winkler*, plinti e piastre) in condizioni drenate e non drenate.

Tabella 1: PARAMETRI GEOTECNICI

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento
Infiss	: Infissione base fondazione dalla quota di terreno definitivo (Zfond+Ricoprimento)
Tipo Tabella	: Tipo di tabella (M1/M2) per i coeff. parziali per i parametri del terreno
Gamma	: Peso specifico totale di calcolo
Fi	: Angolo di attrito interno di calcolo in gradi
Coes	: Coesione drenata di calcolo
Mod.El.	: Modulo elastico di calcolo
Poiss	: Coefficiente di Poisson
P base	: Pressione litostatica base di fondazione in condizioni drenate
Indice Rigid.	: Indice di rigidezza
IndRig Crit.	: Indice di rigidezza critico
Cu	: Coesione non drenata
Pbase	: Pressione litostatica base di fondazione in cond. non drenate

Tabella 2: COEFFICIENTI DI PORTANZA

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento
Nc	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
Nq	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
Ng	: Coefficiente di portanza di Brinch-Hansen
Gc	: Coefficiente di inclinazione del terreno
Gq	: Coefficiente di inclinazione del terreno
bc	: Coefficiente di inclinazione del piano di posa
bq	: Coefficiente di inclinazione del piano di posa
Igk	: Coefficiente per effetti cinematici
Comb.Nro	: Numero della combinazione di carico
Icv	: Coefficiente di inclinazione del carico
Iqv	: Coefficiente di inclinazione del carico
Igv	: Coefficiente di inclinazione del carico
Dc	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
Dq	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
Dg	: Coefficiente di affondamento del piano di posa
Sc	: Coefficiente di forma
Sq	: Coefficiente di forma
Sg	: Coefficiente di forma
Psic	: Coefficiente di punzonamento
Psiq	: Coefficiente di punzonamento
Psig	: Coefficiente di punzonamento

Tabella 3: PORTANZA (per Risultanti)

Trave, Plinto o Piastra	: Numero elemento in numerazione calcolo C.D.Gs. Win
Asta3d, Filo	: Identificativo di input
Comb.	: Numero della combinazione a cui si riferiscono i dati che seguono
Bx'	: Base di fondazione ridotta lungo x per eccentricità
By'	: Base di fondazione ridotta lungo y per eccentricità
GamEf	: Peso specifico efficace di calcolo
QlimV	: Carico limite in condiz. drenate o non drenate comprensivo dei Coeff. Parziali R1/R2/R3
N	: Carico verticale agente

Coeff.Sicur. : *Minimo tra i rapporti ($Q_{lim}V/N$) tra la condiz. drenata e quella non drenata per la combinazione in esame*

Tra tutte le combinazioni vengono riportati i seguenti dati:

Minimo CoeSic : *Minimo coefficiente di sicurezza*
N/Ar : *Tensione media agente sull' impronta ridotta*
Qlim/Ar : *Tensione limite sull' impronta ridotta*
Status Verifica : *Si possono avere i seguenti messaggi:*

OK = *Verifica soddisfatta*

NONVERIF = *Non verifica nei seguenti casi:*

- *Coefficiente di sicurezza minore di 1*
- *Se $B_x=0$ o $B_y=0$ per eccentricita' eccessiva dei carichi*
- *Se $Q_{lim}V=0$ per inclinazione dei carichi eccessiva a causa di forze orizzontali elevate*

SCARICA = *Verifica soddisfatta:Impronta non sollecitata o in trazione*

DECOMPR = *Verifica soddisfatta:*

- *lo sforzo agente sull'elemento è di trazione, ma la risultante dei carichi agenti sul terreno è di debole compressione per effetto del peso proprio dell'elemento stesso.*

PARAMETRI GEOTECNICI TRAVI WINKLER - S.L.U.													
IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA								NON DRENATA	
Trave N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	F'i Grd	C' kg/cmq	Mod.El kg/cmq	Poiss on	P base kg/cmq	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cmq	P base kg/cmq	
1	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	109,64			
2	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	109,64			
3	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	102,98			
4	0,85	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,15	229,64	117,03			
5	0,85	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,15	229,64	117,03			
6	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	102,98			

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.																					
Trave N.ro	Brinch Hansen			IcTe Gc-Gg	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Igk Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento		
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig
1	25,80	14,72	16,72	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/4	1,00	0,99	0,99	0,98	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/5	1,00	0,99	0,99	0,98	1,22	1,21	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/6	1,00	0,99	0,99	0,98	1,22	1,21	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/7	1,00	0,98	0,98	0,97	1,22	1,21	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/8	1,00	0,97	0,97	0,96	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/9	1,00	0,97	0,97	0,96	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/10	1,00	0,97	0,97	0,96	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/11	1,00	0,95	0,96	0,94	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/12	1,00	0,99	0,99	0,98	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/13	1,00	0,99	0,99	0,98	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
								A1/14	1,00	0,99	0,99	0,98	1,22	1,21	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	115di 125

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.																							
Trave Nro	Brinch Hansen			IcITe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	I _{gk} Sism	Coeffici.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento				
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig		
								A1/15	1,00	0,98	0,98	0,97	1,22	1,21	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00		
2	25,80	14,72	16,72	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,22	1,21	1,00	1,07	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00		
3	25,80	14,72	16,72	1,00	1,00	1,00	1,00	A1/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00		



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	117di 125

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.U.																					
Trave N.ro	Brinch Hansen			IcTe Gc=Gq	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Igk Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento		
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bq	Bg			IcV	IqV	IgV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sg	Psic	Psig	Psig
								A1/20	1,00	0,98	0,98	0,98	1,22	1,20	1,00	1,12	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/21	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/22	1,00	0,98	0,98	0,98	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/23	1,00	0,98	0,98	0,98	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/24	1,00	0,98	0,98	0,98	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/25	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/26	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/27	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/28	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/29	1,00	0,97	0,97	0,95	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/30	1,00	0,98	0,98	0,98	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
								A1/31	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
							X+	A1/32	1,00	0,59	0,62	0,47	1,22	1,20	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
							X-	A1/41	1,00	0,59	0,62	0,47	1,22	1,21	1,00	1,13	1,12	0,91	1,00	1,00	1,00
							Y+	A1/48	1,00	0,69	0,71	0,54	1,22	1,20	1,00	1,15	1,14	0,90	1,00	1,00	1,00
							Y-	A1/53	1,00	0,69	0,71	0,54	1,22	1,20	1,00	1,15	1,14	0,90	1,00	1,00	1,00

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER - S.L.U.																		
IDENTIFICATIVO					DRENATE				NON DRENATE				RISULTATI					
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica				
1	1	A1/1	1,72	13,24	1800	650,9			113,4	5,74				OK				
		A1/2	1,72	13,24	1800	651,1			112,6	5,78				OK				
		A1/3	1,72	13,24	1800	652,0			110,0	5,93				OK				
		A1/4	1,72	13,11	1800	636,3			113,2	5,62				OK				
		A1/5	1,72	13,10	1800	636,5			112,4	5,66				OK				
		A1/6	1,72	13,10	1800	637,0			109,8	5,80				OK				
		A1/7	1,72	13,01	1800	627,1			109,7	5,72				OK				
		A1/8	1,73	13,24	1800	633,2			111,7	5,67				OK				
		A1/9	1,73	13,24	1800	633,3			110,9	5,71				OK				
		A1/10	1,73	13,24	1800	633,8			108,3	5,85				OK				
		A1/11	1,73	13,24	1800	622,0			107,2	5,80				OK				
		A1/12	1,72	13,10	1800	635,3			112,9	5,63				OK				
		A1/13	1,72	13,10	1800	635,4			112,2	5,66				OK				
		A1/14	1,72	13,10	1800	635,9			109,6	5,80				OK				
		A1/15	1,72	13,01	1800	626,0			109,4	5,72				OK				
		A1/16	1,72	13,24	1800	632,1			111,5	5,67				OK				
		A1/17	1,72	13,24	1800	632,2			110,7	5,71				OK				
		A1/18	1,73	13,24	1800	632,7			108,1	5,85				OK				
		A1/19	1,73	13,24	1800	620,9			107,0	5,80				OK				
		A1/20	1,72	13,10	1800	635,2			109,4	5,80				OK				
		A1/21	1,73	13,24	1800	632,0			107,9	5,85				OK				
		A1/22	1,72	13,11	1800	637,4			113,4	5,62				OK				
		A1/23	1,73	13,10	1800	637,5			112,7	5,66				OK				
		A1/24	1,73	13,10	1800	638,1			110,0	5,80				OK				
		A1/25	1,73	13,01	1800	628,2			109,9	5,72				OK				
		A1/26	1,73	13,24	1800	634,2			111,9	5,67				OK				
		A1/27	1,73	13,24	1800	634,3			111,2	5,71				OK				
		A1/28	1,73	13,24	1800	634,8			108,6	5,85				OK				
		A1/29	1,73	13,24	1800	623,1			107,4	5,80				OK				
		A1/30	1,73	13,10	1800	638,8			110,2	5,80				OK				
		A1/31	1,73	13,24	1800	635,6			108,7	5,85				OK				
		X+	A1/37	1,70	11,80	1800	380,2		91,4	4,16				OK				
		X-	A1/47	1,70	11,82	1800	380,7		91,4	4,17				OK				
		Y+	A1/51	1,71	12,30	1800	335,9		45,4	7,40				OK				
		Y-	A1/53	1,67	12,88	1800	339,2		116,1	2,92	2,92	0,54	1,58	OK				
2	4	A1/1	1,72	13,24	1800	650,9			113,4	5,74				OK				
		A1/2	1,72	13,24	1800	651,1			112,6	5,78				OK				
		A1/3	1,72	13,24	1800	652,0			110,0	5,93				OK				
		A1/4	1,72	13,11	1800	636,3			113,2	5,62				OK				
		A1/5	1,72	13,10	1800	636,5			112,4	5,66				OK				
		A1/6	1,72	13,10	1800	637,0			109,8	5,80				OK				
		A1/7	1,72	13,01	1800	627,1			109,7	5,72				OK				
		A1/8	1,72	13,24	1800	628,3			117,6	5,34				OK				
		A1/9	1,72	13,24	1800	628,4			116,9	5,38				OK				
		A1/10	1,72	13,24	1800	628,8			114,3	5,50				OK				
		A1/11	1,71	13,24	1800	613,9			117,1	5,24				OK				
		A1/12	1,72	13,10	1800	635,3			112,9	5,63				OK				
		A1/13	1,72	13,10	1800	635,4			112,2	5,66				OK				
		A1/14	1,72	13,10	1800	635,9			109,6	5,80				OK				
		A1/15	1,72	13,01	1800	626,0			109,4	5,72				OK				
		A1/16	1,71	13,24	1800	627,3			117,4	5,34				OK				
		A1/17	1,71	13,24	1800	627,4			116,7	5,38				OK				



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	118di 125

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER - S.L.U.																			
IDENTIFICATIVO					DRENATE				NON DRENATE						RISULTATI				
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica					
		A1/18	1,72	13,24	1800	627,7			114,0	5,50				OK					
		A1/19	1,71	13,24	1800	612,9			116,9	5,24				OK					
		A1/20	1,72	13,10	1800	635,2			109,4	5,80				OK					
		A1/21	1,71	13,24	1800	627,0			113,9	5,51				OK					
		A1/22	1,72	13,11	1800	637,4			113,4	5,62				OK					
		A1/23	1,73	13,10	1800	637,5			112,7	5,66				OK					
		A1/24	1,73	13,10	1800	638,1			110,0	5,80				OK					
		A1/25	1,73	13,01	1800	628,2			109,9	5,72				OK					
		A1/26	1,72	13,24	1800	629,3			117,9	5,34				OK					
		A1/27	1,72	13,24	1800	629,4			117,1	5,37				OK					
		A1/28	1,72	13,24	1800	629,8			114,5	5,50				OK					
		A1/29	1,72	13,24	1800	614,9			117,4	5,24				OK					
		A1/30	1,73	13,10	1800	638,8			110,2	5,80				OK					
		A1/31	1,72	13,24	1800	630,5			114,7	5,50				OK					
	X+	A1/32	1,70	11,80	1800	380,2			91,4	4,16				OK					
	X-	A1/42	1,70	11,82	1800	380,7			91,4	4,17				OK					
	Y+	A1/48	1,67	12,88	1800	339,2			116,1	2,92	2,92	0,54	1,58	OK					
	Y-	A1/54	1,71	12,30	1800	335,9			45,4	7,40				OK					
3	7	A1/1	1,80	8,20	1800	431,7			56,5	7,64				OK					
		A1/2	1,80	8,20	1800	431,7			56,3	7,67				OK					
		A1/3	1,80	8,20	1800	431,7			55,2	7,82				OK					
		A1/4	1,80	8,20	1800	422,9			54,6	7,75				OK					
		A1/5	1,80	8,20	1800	422,8			54,3	7,79				OK					
		A1/6	1,80	8,20	1800	422,7			53,3	7,94				OK					
		A1/7	1,79	8,20	1800	416,5			52,0	8,01				OK					
		A1/8	1,80	8,11	1800	418,3			57,0	7,34				OK					
		A1/9	1,80	8,11	1800	418,2			56,7	7,38				OK					
		A1/10	1,80	8,11	1800	417,9			55,7	7,51				OK					
		A1/11	1,80	8,05	1800	409,0			56,0	7,31				OK					
		A1/12	1,80	8,20	1800	423,8			55,0	7,70				OK					
		A1/13	1,80	8,20	1800	423,8			54,7	7,74				OK					
		A1/14	1,80	8,20	1800	423,6			53,7	7,89				OK					
		A1/15	1,80	8,20	1800	417,4			52,4	7,97				OK					
		A1/16	1,80	8,11	1800	417,4			57,4	7,27				OK					
		A1/17	1,80	8,11	1800	417,3			57,1	7,31				OK					
		A1/18	1,80	8,11	1800	417,0			56,1	7,43				OK					
		A1/19	1,80	8,05	1800	408,1			56,4	7,24				OK					
		A1/20	1,80	8,20	1800	423,1			54,0	7,84				OK					
		A1/21	1,79	8,11	1800	416,4			56,4	7,39				OK					
		A1/22	1,79	8,20	1800	421,9			54,2	7,79				OK					
		A1/23	1,79	8,20	1800	421,9			53,9	7,83				OK					
		A1/24	1,79	8,20	1800	421,7			52,8	7,98				OK					
		A1/25	1,79	8,20	1800	415,5			51,5	8,06				OK					
		A1/26	1,80	8,11	1800	417,4			56,6	7,38				OK					
		A1/27	1,80	8,11	1800	417,3			56,3	7,42				OK					
		A1/28	1,80	8,11	1800	417,1			55,2	7,55				OK					
		A1/29	1,80	8,04	1800	408,1			55,5	7,35				OK					
		A1/30	1,79	8,20	1800	421,0			52,6	8,01				OK					
		A1/31	1,80	8,11	1800	416,5			55,0	7,58				OK					
	X+	A1/38	1,72	7,43	1800	210,7			24,3	8,67				OK					
	X-	A1/47	1,76	7,88	1800	229,8			57,7	3,98	3,98	0,42	1,65	OK					
	Y+	A1/58	1,79	6,86	1800	234,6			46,0	5,10				OK					
	Y-	A1/63	1,79	6,86	1800	234,6			46,0	5,10				OK					
4	8	A1/1	0,40	8,20	1800	52,5			12,2	4,31				OK					
		A1/2	0,40	8,20	1800	52,5			12,1	4,33				OK					
		A1/3	0,40	8,20	1800	52,5			11,9	4,40				OK					
		A1/4	0,40	8,20	1800	51,5			12,1	4,26				OK					
		A1/5	0,40	8,20	1800	51,5			12,0	4,28				OK					
		A1/6	0,40	8,20	1800	51,5			11,8	4,35				OK					
		A1/7	0,40	8,20	1800	50,8			11,8	4,31				OK					
		A1/8	0,40	8,16	1800	51,4			12,2	4,19				OK					
		A1/9	0,40	8,16	1800	51,3			12,2	4,21				OK					
		A1/10	0,40	8,16	1800	51,3			12,0	4,27				OK					
		A1/11	0,40	8,13	1800	50,6			12,1	4,19				OK					
		A1/12	0,40	8,20	1800	51,5			11,9	4,33				OK					
		A1/13	0,40	8,20	1800	51,5			11,8	4,35				OK					
		A1/14	0,40	8,20	1800	51,5			11,7	4,42				OK					
		A1/15	0,40	8,20	1800	50,8			11,6	4,38				OK					
		A1/16	0,40	8,16	1800	51,4			12,0	4,26				OK					
		A1/17	0,40	8,16	1800	51,4			12,0	4,28				OK					
		A1/18	0,40	8,16	1800	51,3			11,8	4,34				OK					
		A1/19	0,40	8,13	1800	50,6			11,9	4,26				OK					
		A1/20	0,40	8,20	1800	51,5			11,5	4,47				OK					
		A1/21	0,40	8,16	1800	51,3			11,7	4,39				OK					
		A1/22	0,40	8,20	1800	51,5			12,3	4,19				OK					

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER - S.L.U.														
IDENTIFICATIVO					DRENATE				RISULTATI					
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	NON DRENATE	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica
		A1/23	0,40	8,20	1800	51,5			12,2	4,21				OK
		A1/24	0,40	8,20	1800	51,5			12,0	4,27				OK
		A1/25	0,40	8,20	1800	50,8			12,0	4,24				OK
		A1/26	0,40	8,16	1800	51,3			12,4	4,13				OK
		A1/27	0,40	8,16	1800	51,3			12,4	4,15				OK
		A1/28	0,40	8,16	1800	51,3			12,2	4,21				OK
		A1/29	0,40	8,13	1800	50,6			12,3	4,13				OK
		A1/30	0,40	8,20	1800	51,5			12,2	4,23				OK
		A1/31	0,40	8,16	1800	51,3			12,3	4,16				OK
	X+	A1/37	0,40	7,97	1800	29,4			8,0	3,68	3,01	0,31	0,93	OK
	X-	A1/44	0,40	8,02	1800	29,6			9,9	3,01				OK
	Y+	A1/57	0,40	7,54	1800	34,3			9,2	3,73				OK
	Y-	A1/60	0,40	7,54	1800	34,3			9,2	3,73				OK
5	9	A1/1	0,40	8,20	1800	52,5			12,2	4,31				OK
		A1/2	0,40	8,20	1800	52,5			12,1	4,33				OK
		A1/3	0,40	8,20	1800	52,5			11,9	4,40				OK
		A1/4	0,40	8,20	1800	51,6			12,2	4,22				OK
		A1/5	0,40	8,20	1800	51,6			12,2	4,23				OK
		A1/6	0,40	8,20	1800	51,5			12,0	4,30				OK
		A1/7	0,40	8,20	1800	50,9			12,0	4,23				OK
		A1/8	0,40	8,16	1800	51,4			12,3	4,19				OK
		A1/9	0,40	8,16	1800	51,3			12,2	4,21				OK
		A1/10	0,40	8,16	1800	51,3			12,0	4,27				OK
		A1/11	0,40	8,13	1800	50,6			12,1	4,19				OK
		A1/12	0,40	8,20	1800	51,6			12,0	4,29				OK
		A1/13	0,40	8,20	1800	51,6			12,0	4,30				OK
		A1/14	0,40	8,20	1800	51,5			11,8	4,37				OK
		A1/15	0,40	8,20	1800	50,9			11,8	4,30				OK
		A1/16	0,40	8,16	1800	51,4			12,1	4,26				OK
		A1/17	0,40	8,16	1800	51,4			12,0	4,28				OK
		A1/18	0,40	8,16	1800	51,3			11,8	4,34				OK
		A1/19	0,40	8,13	1800	50,6			11,9	4,26				OK
		A1/20	0,40	8,20	1800	51,6			11,7	4,42				OK
		A1/21	0,40	8,16	1800	51,3			11,7	4,39				OK
		A1/22	0,40	8,20	1800	51,5			12,4	4,15				OK
		A1/23	0,40	8,20	1800	51,5			12,4	4,17				OK
		A1/24	0,40	8,20	1800	51,5			12,2	4,23				OK
		A1/25	0,40	8,20	1800	50,9			12,2	4,16				OK
		A1/26	0,40	8,16	1800	51,3			12,4	4,13				OK
		A1/27	0,40	8,16	1800	51,3			12,4	4,14				OK
		A1/28	0,40	8,16	1800	51,3			12,2	4,20				OK
		A1/29	0,40	8,13	1800	50,6			12,3	4,12				OK
		A1/30	0,40	8,20	1800	51,5			12,3	4,18				OK
		A1/31	0,40	8,16	1800	51,3			12,3	4,16				OK
	X+	A1/38	0,40	8,02	1800	29,6			9,9	3,00	3,00	0,31	0,93	OK
	X-	A1/42	0,40	7,97	1800	29,4			8,0	3,68				OK
	Y+	A1/51	0,40	7,54	1800	34,3			9,2	3,73				OK
	Y-	A1/54	0,40	7,54	1800	34,3			9,2	3,73				OK
6	10	A1/1	1,80	8,20	1800	431,6			56,8	7,60				OK
		A1/2	1,80	8,20	1800	431,6			56,5	7,64				OK
		A1/3	1,80	8,20	1800	431,5			55,5	7,78				OK
		A1/4	1,80	8,20	1800	422,9			58,3	7,26				OK
		A1/5	1,80	8,20	1800	422,9			58,0	7,29				OK
		A1/6	1,80	8,20	1800	422,6			56,9	7,42				OK
		A1/7	1,79	8,20	1800	416,8			57,9	7,20				OK
		A1/8	1,80	8,11	1800	418,2			57,3	7,30				OK
		A1/9	1,80	8,11	1800	418,1			57,0	7,34				OK
		A1/10	1,80	8,11	1800	417,8			55,9	7,47				OK
		A1/11	1,80	8,05	1800	408,9			56,2	7,27				OK
		A1/12	1,79	8,20	1800	422,1			58,7	7,19				OK
		A1/13	1,79	8,20	1800	422,0			58,4	7,22				OK
		A1/14	1,79	8,20	1800	421,8			57,4	7,35				OK
		A1/15	1,79	8,20	1800	415,9			58,3	7,13				OK
		A1/16	1,80	8,11	1800	417,3			57,7	7,23				OK
		A1/17	1,80	8,11	1800	417,2			57,4	7,27				OK
		A1/18	1,80	8,11	1800	416,9			56,3	7,40				OK
		A1/19	1,80	8,05	1800	408,1			56,6	7,20				OK
		A1/20	1,79	8,20	1800	421,2			57,6	7,31				OK
		A1/21	1,79	8,11	1800	416,3			56,6	7,35				OK
		A1/22	1,80	8,20	1800	423,8			57,9	7,32				OK
		A1/23	1,80	8,20	1800	423,8			57,6	7,36				OK
		A1/24	1,80	8,20	1800	423,5			56,5	7,49				OK
		A1/25	1,80	8,20	1800	417,6			57,5	7,26				OK
		A1/26	1,80	8,11	1800	417,5			56,8	7,35				OK
		A1/27	1,80	8,11	1800	417,5			56,5	7,38				OK



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	120di 125

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER - S.L.U.														
IDENTIFICATIVO					DRENATE				NON DRENATE		RISULTATI			
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica
		A1/28	1,80	8,11	1800	417,2			55,5	7,52				OK
		A1/29	1,80	8,05	1800	408,2			55,8	7,32				OK
		A1/30	1,80	8,20	1800	423,2			56,2	7,53				OK
		A1/31	1,80	8,11	1800	416,6			55,2	7,55				OK
	X+	A1/32	1,76	7,88	1800	229,8			57,9	3,97	3,97	0,42	1,65	OK
	X-	A1/41	1,72	7,43	1800	211,0			24,5	8,62				OK
	Y+	A1/48	1,79	6,86	1800	234,6			46,2	5,08				OK
	Y-	A1/53	1,79	6,86	1800	234,6			46,2	5,08				OK

PARAMETRI GEOTECNICI TRAVI WINKLER - S.L.D.												
IDENTIFICATIVO				CONDIZIONE DRENATA							NON DRENATA	
Trave N.ro	Infiss m	Tipo Tabel	Gamma kg/mc	Fi' Grd	C' kg/cmq	Mod.El kg/cmq	Poiss on	P base kg/cmq	Indice Rigid.	IndRig Crit.	Cu kg/cmq	P base kg/cmq
1	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	109,64		
2	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	109,64		
3	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	102,98		
4	0,85	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,15	229,64	117,03		
5	0,85	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,15	229,64	117,03		
6	1,20	M1	1800	28,00	0,00	60,00	0,30	0,22	114,82	102,98		

COEFFICIENTI DI PORTANZA TRAVI WINKLER - CONDIZIONI DRENATE - S.L.D.																						
Trave N.ro	Brinch Hansen			IcTe Gc=Gg	Incl.PianoPosa			Comb N.ro	Ilgk Sism	CoeffIncl.Car.			Affondamento			Forma			Punzonamento			
	Nc	Nq	Ng		Bc	Bg	Bg			IcV	IqV	IqV	Dc	Dq	Dg	Sc	Sq	Sq	Psic	Psig	Psig	
1	25,80	14,72	16,72	1,00	1,00	1,00	1,00		SLD/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/4	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/5	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/6	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/7	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/8	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/9	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/10	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/11	1,00	0,95	0,96	0,94	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/12	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/13	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/14	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/15	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/16	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/17	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/18	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/19	1,00	0,95	0,96	0,94	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/20	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/21	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/22	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/23	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/24	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/25	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/26	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/27	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/28	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/29	1,00	0,95	0,96	0,94	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
SLD/30	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00									
SLD/31	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00									
X+	SLD/38	1,00	0,68	0,70	0,52	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00								
X-	SLD/47	1,00	0,68	0,70	0,52	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00								
Y+	SLD/48	1,00	0,55	0,58	0,43	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00								
Y-	SLD/54	1,00	0,55	0,58	0,43	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00								
2	25,80	14,72	16,72	1,00	1,00	1,00	1,00		SLD/1	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/2	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/3	1,00	1,00	1,00	1,00	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/4	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/5	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/6	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/7	1,00	0,98	0,98	0,97	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/8	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/9	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/10	1,00	0,97	0,97	0,96	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/11	1,00	0,95	0,96	0,94	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00
									SLD/12	1,00	0,99	0,99	0,98	1,21	1,20	1,00	1,08	1,07	0,95	1,00	1,00	1,00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

FABBRICATO FA-16 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REVISIONE	FOGLIO
RS3H	03	D 78 CL	FA 1600 001	A	123di 125

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER - S.L.D.														
IDENTIFICATIVO					DRENATE				NON DRENATE		RISULTATI			
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica
		SLD/10	1,80	13,25	1800	668,1			108,3	6,17				OK
		SLD/11	1,80	13,25	1800	654,2			107,2	6,10				OK
		SLD/12	1,80	13,25	1800	680,9			112,9	6,03				OK
		SLD/13	1,80	13,25	1800	680,8			112,2	6,07				OK
		SLD/14	1,80	13,25	1800	680,6			109,6	6,21				OK
		SLD/15	1,80	13,25	1800	674,6			109,4	6,16				OK
		SLD/16	1,80	13,25	1800	668,7			111,5	6,00				OK
		SLD/17	1,80	13,25	1800	668,5			110,7	6,04				OK
		SLD/18	1,80	13,25	1800	668,1			108,1	6,18				OK
		SLD/19	1,80	13,25	1800	654,2			107,0	6,11				OK
		SLD/20	1,80	13,25	1800	680,6			109,4	6,22				OK
		SLD/21	1,80	13,25	1800	668,1			107,9	6,19				OK
		SLD/22	1,80	13,25	1800	680,9			113,4	6,00				OK
		SLD/23	1,80	13,25	1800	680,8			112,7	6,04				OK
		SLD/24	1,80	13,25	1800	680,6			110,0	6,19				OK
		SLD/25	1,80	13,25	1800	674,6			109,9	6,14				OK
		SLD/26	1,80	13,25	1800	668,7			111,9	5,97				OK
		SLD/27	1,80	13,25	1800	668,5			111,2	6,01				OK
		SLD/28	1,80	13,25	1800	668,1			108,6	6,15				OK
		SLD/29	1,80	13,25	1800	654,2			107,4	6,09				OK
		SLD/30	1,80	13,25	1800	680,6			110,2	6,18				OK
		SLD/31	1,80	13,25	1800	668,1			108,7	6,15				OK
	X+	SLD/38	1,80	13,25	1800	435,4			93,6	4,65				OK
	X-	SLD/47	1,80	13,25	1800	435,4			93,6	4,65				OK
	Y+	SLD/48	1,80	13,25	1800	359,9			38,2	9,43				OK
	Y-	SLD/54	1,80	13,25	1800	359,9			123,4	2,92	2,92	0,52	1,51	OK
2	4	SLD/1	1,80	13,25	1800	689,6			113,4	6,08				OK
		SLD/2	1,80	13,25	1800	689,6			112,6	6,12				OK
		SLD/3	1,80	13,25	1800	689,6			110,0	6,27				OK
		SLD/4	1,80	13,25	1800	680,9			113,2	6,02				OK
		SLD/5	1,80	13,25	1800	680,8			112,4	6,06				OK
		SLD/6	1,80	13,25	1800	680,6			109,8	6,20				OK
		SLD/7	1,80	13,25	1800	674,6			109,7	6,15				OK
		SLD/8	1,80	13,25	1800	668,7			117,6	5,68				OK
		SLD/9	1,80	13,25	1800	668,5			116,9	5,72				OK
		SLD/10	1,80	13,25	1800	668,1			114,3	5,85				OK
		SLD/11	1,80	13,25	1800	654,2			117,1	5,59				OK
		SLD/12	1,80	13,25	1800	680,9			112,9	6,03				OK
		SLD/13	1,80	13,25	1800	680,8			112,2	6,07				OK
		SLD/14	1,80	13,25	1800	680,6			109,6	6,21				OK
		SLD/15	1,80	13,25	1800	674,6			109,4	6,16				OK
		SLD/16	1,80	13,25	1800	668,7			117,4	5,70				OK
		SLD/17	1,80	13,25	1800	668,5			116,7	5,73				OK
		SLD/18	1,80	13,25	1800	668,1			114,0	5,86				OK
		SLD/19	1,80	13,25	1800	654,2			116,9	5,60				OK
		SLD/20	1,80	13,25	1800	680,6			109,4	6,22				OK
		SLD/21	1,80	13,25	1800	668,1			113,9	5,87				OK
		SLD/22	1,80	13,25	1800	680,9			113,4	6,00				OK
		SLD/23	1,80	13,25	1800	680,8			112,7	6,04				OK
		SLD/24	1,80	13,25	1800	680,6			110,0	6,19				OK
		SLD/25	1,80	13,25	1800	674,6			109,9	6,14				OK
		SLD/26	1,80	13,25	1800	668,7			117,9	5,67				OK
		SLD/27	1,80	13,25	1800	668,5			117,1	5,71				OK
		SLD/28	1,80	13,25	1800	668,1			114,5	5,83				OK
		SLD/29	1,80	13,25	1800	654,2			117,4	5,57				OK
		SLD/30	1,80	13,25	1800	680,6			110,2	6,18				OK
		SLD/31	1,80	13,25	1800	668,1			114,7	5,83				OK
	X+	SLD/35	1,80	13,25	1800	435,4			93,6	4,65				OK
	X-	SLD/42	1,80	13,25	1800	435,4			93,6	4,65				OK
	Y+	SLD/51	1,80	13,25	1800	359,9			123,4	2,92	2,92	0,52	1,51	OK
	Y-	SLD/53	1,80	13,25	1800	359,9			38,2	9,43				OK
3	7	SLD/1	1,80	8,20	1800	431,9			56,5	7,64				OK
		SLD/2	1,80	8,20	1800	431,9			56,3	7,68				OK
		SLD/3	1,80	8,20	1800	431,9			55,2	7,82				OK
		SLD/4	1,80	8,20	1800	423,9			54,6	7,76				OK
		SLD/5	1,80	8,20	1800	423,9			54,3	7,81				OK
		SLD/6	1,80	8,20	1800	423,7			53,3	7,95				OK
		SLD/7	1,80	8,20	1800	418,3			52,0	8,05				OK
		SLD/8	1,80	8,20	1800	422,9			57,0	7,42				OK
		SLD/9	1,80	8,20	1800	422,8			56,7	7,46				OK
		SLD/10	1,80	8,20	1800	422,6			55,7	7,59				OK
		SLD/11	1,80	8,20	1800	416,6			56,0	7,44				OK
		SLD/12	1,80	8,20	1800	423,9			55,0	7,71				OK
		SLD/13	1,80	8,20	1800	423,9			54,7	7,75				OK
		SLD/14	1,80	8,20	1800	423,7			53,7	7,89				OK

CARICO LIMITE TRAVI WINKLER - S.L.D.															
IDENTIFICATIVO					DRENATE				NON DRENATE		RISULTATI				
Trave N.ro	Asta3d N.ro	Comb N.ro	Bx' m	By' m	GamEf kg/mc	QLimV (t)	GamEf kg/mc	QLimV (t)	N (t)	Coeff. Sicur.	Minimo CoeSic	N/Ar kg/cmq	QLim/Ar kg/cmq	Status Verifica	
		SLD/20	0,40	8,20	1800	51,6			11,7	4,42				OK	
		SLD/21	0,40	8,20	1800	51,6			11,7	4,42				OK	
		SLD/22	0,40	8,20	1800	51,6			12,4	4,15				OK	
		SLD/23	0,40	8,20	1800	51,6			12,4	4,17				OK	
		SLD/24	0,40	8,20	1800	51,6			12,2	4,23				OK	
		SLD/25	0,40	8,20	1800	50,9			12,2	4,17				OK	
		SLD/26	0,40	8,20	1800	51,7			12,4	4,15				OK	
		SLD/27	0,40	8,20	1800	51,7			12,4	4,17				OK	
		SLD/28	0,40	8,20	1800	51,6			12,2	4,23				OK	
		SLD/29	0,40	8,20	1800	51,1			12,3	4,16				OK	
		SLD/30	0,40	8,20	1800	51,6			12,3	4,19				OK	
		SLD/31	0,40	8,20	1800	51,6			12,3	4,18				OK	
	X+	SLD/32	0,40	8,20	1800	28,7			10,1	2,85				OK	
	X-	SLD/40	0,40	8,20	1800	28,7			7,8	3,68				OK	
	Y+	SLD/48	0,40	8,20	1800	36,0			9,3	3,88				OK	
	Y-	SLD/52	0,40	8,20	1800	36,0			9,3	3,88				OK	
6	10	SLD/1	1,80	8,20	1800	431,9			56,8	7,60				OK	
		SLD/2	1,80	8,20	1800	431,9			56,5	7,64				OK	
		SLD/3	1,80	8,20	1800	431,9			55,5	7,79				OK	
		SLD/4	1,80	8,20	1800	423,9			58,3	7,27				OK	
		SLD/5	1,80	8,20	1800	423,9			58,0	7,31				OK	
		SLD/6	1,80	8,20	1800	423,7			56,9	7,44				OK	
		SLD/7	1,80	8,20	1800	418,3			57,9	7,22				OK	
		SLD/8	1,80	8,20	1800	422,9			57,3	7,38				OK	
		SLD/9	1,80	8,20	1800	422,8			57,0	7,42				OK	
		SLD/10	1,80	8,20	1800	422,6			55,9	7,56				OK	
		SLD/11	1,80	8,20	1800	416,6			56,2	7,41				OK	
		SLD/12	1,80	8,20	1800	423,9			58,7	7,22				OK	
		SLD/13	1,80	8,20	1800	423,9			58,4	7,26				OK	
		SLD/14	1,80	8,20	1800	423,7			57,4	7,39				OK	
		SLD/15	1,80	8,20	1800	418,3			58,3	7,17				OK	
		SLD/16	1,80	8,20	1800	422,9			57,7	7,33				OK	
		SLD/17	1,80	8,20	1800	422,8			57,4	7,37				OK	
		SLD/18	1,80	8,20	1800	422,6			56,3	7,50				OK	
		SLD/19	1,80	8,20	1800	416,6			56,6	7,36				OK	
		SLD/20	1,80	8,20	1800	423,7			57,6	7,35				OK	
		SLD/21	1,80	8,20	1800	422,6			56,6	7,46				OK	
		SLD/22	1,80	8,20	1800	423,9			57,9	7,33				OK	
		SLD/23	1,80	8,20	1800	423,9			57,6	7,36				OK	
		SLD/24	1,80	8,20	1800	423,7			56,5	7,50				OK	
		SLD/25	1,80	8,20	1800	418,3			57,5	7,27				OK	
		SLD/26	1,80	8,20	1800	422,9			56,8	7,44				OK	
		SLD/27	1,80	8,20	1800	422,8			56,5	7,48				OK	
		SLD/28	1,80	8,20	1800	422,6			55,5	7,62				OK	
		SLD/29	1,80	8,20	1800	416,6			55,8	7,47				OK	
		SLD/30	1,80	8,20	1800	423,7			56,2	7,53				OK	
		SLD/31	1,80	8,20	1800	422,6			55,2	7,66				OK	
	X+	SLD/32	1,80	8,20	1800	230,0			61,3	3,75	3,75	0,42	1,56	OK	
	X-	SLD/40	1,80	8,20	1800	230,0			21,0	10,93				OK	
	Y+	SLD/48	1,80	8,20	1800	270,0			47,2	5,72				OK	
	Y-	SLD/52	1,80	8,20	1800	270,0			47,2	5,72				OK	

Verifica allo scorrimento.

La verifica allo scorrimento delle fondazioni superficiali è stata condotta calcolando la resistenza limite secondo la seguente relazione, che tiene in conto sia il contributo ad attrito che quello coesivo:

$$V_{res} = \frac{N}{\gamma_r} \times \frac{tg\varphi}{\gamma_\varphi} + \frac{A}{\gamma_r} \times \frac{C}{\gamma_C}$$

in cui:

γ_φ, γ_C : Coefficienti parziali per i parametri geotecnici (NTC Tabella 6.2.II)

γ_r : Coefficienti parziali SLU fondazioni superficiali (NTC Tabella 6.4.I)

Si riporta di seguito la spiegazione delle sigle usate nella precedente relazione e nella relativa tabella di stampa.

- Comb.** : Numero combinazione a cui si riferisce la verifica
- Tipo Elem.** : Tipo di elemento strutturale: Trave/Plinto/Piastra
- Elem. N.ro** : Numero dell'elemento strutturale (numero Travata/Filo/Nodo3D) in base al tipo elemento (Asta Winkler/Plinto/Platea)
- N** : Scarico verticale
- tg ϕ / $g\phi$** : Coefficiente attrito di progetto
- g_r**
- C/ g_c / g_r** : Adesione di progetto
- Area** : Area ridotta
- Vres** : Resistenza allo scorrimento dell' elemento strutturale
- Fh** : Azione orizzontale trasmessa dall' elemento strutturale
- Verifica Locale** : Flag di verifica allo scorrimento del singolo elemento. Se l'elemento è collegato al resto della fondazione, la condizione di slittamento del singolo elemento non pregiudica la verifica globale della intera fondazione
- S(Vres)** : Somma dei contributi resistenti dei vari elementi strutturali
- S(Fh)** : Somma dei contributi delle azioni orizzontali trasmesse dai vari elementi strutturali
- Verifica Globale** : Flag di verifica globale allo scorrimento della intera fondazione

VERIFICA ALLO SCORRIMENTO - CONDIZIONI DRENATE												
IDENTIFICATIVO			RISULTATI									
Combinazione N.ro	Tipo Elem.	Elem N.ro	N (t)	Tg(fi)/ Gfi/Gr	C/Gc/Gr t/mq	Area mq	Vres (t)	Fh (t)	Verifica Locale	S(Vres) (t)	S(Fh) (t)	Verifica Globale
A1 / 39	TRAVE	1	91,38	0,295	0,00	20,150	26,99	21,61	OK	26,99	21,61	
	TRAVE	2	70,16	0,295	0,00	20,093	20,72	16,59	OK	47,72	38,21	
	TRAVE	3	24,30	0,295	0,00	12,784	7,18	5,75	OK	54,89	43,95	
	TRAVE	4	7,98	0,295	0,00	3,167	2,36	1,89	OK	57,25	45,84	
	TRAVE	5	9,86	0,295	0,00	3,193	2,91	2,33	OK	60,16	48,17	
	TRAVE	6	57,88	0,295	0,00	13,893	17,10	13,69	OK	77,26	61,86	OK