

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA**

**U.O. COORDINAMENTO NO CAPTIVE E INGEGNERIA DI SISTEMA**

**PROGETTO DEFINITIVO**

**METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

**FV01 - STAZIONE CISTERNAZZI/OSPEDALE  
Pensilina di Accesso - relazione di calcolo fondazioni e elevazioni**

SCALA:

-

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

RS3Y 1B D 10 RH FV010C 002 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	F. Eusepi	Luglio 2021	D. Petrucci <i>[Signature]</i>	Luglio 2021	S. Vanfiori <i>[Signature]</i>	Luglio 2021	L. Berardi Luglio 2021 

File: RS3Y1BD10RHFV010C002A.doc

n. Elab.:



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di  
accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e  
elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	2 di 126



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	3 di 126

## INDICE

1	PREMESSA .....	5
2	INTRODUZIONE .....	6
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	12
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI .....	12
5	ANALISI DEI CARICHI .....	14
5.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1).....	14
5.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2).....	14
5.3	CARICO VARIABILE SU COPERTURA (QK) .....	16
5.4	AZIONE DELLA NEVE .....	17
5.5	AZIONE DEL VENTO .....	19
5.5.1	<i>Vento in direzione X</i> .....	24
5.5.2	<i>Vento in direzione Y</i> .....	32
5.6	VARIAZIONI TERMICHE.....	40
5.7	AZIONE AERODINAMICA DOVUTA AL TRAFFICO FERROVIARIO.....	41
5.8	AZIONE SISMICA .....	42
5.8.1	<i>Vita nominale</i> .....	42
5.8.2	<i>Classe d'uso</i> .....	43
5.8.3	<i>Periodo di riferimento</i> .....	43
5.8.4	<i>Valutazione dei parametri di pericolosità sismica</i> .....	44
5.8.5	<i>Categorie di Sottosuolo</i> .....	45
5.8.6	<i>Condizioni topografiche</i> .....	45
5.8.7	<i>Amplificazione Stratigrafica e Topografica</i> .....	45
5.8.8	<i>Parametri sismici di calcolo</i> .....	46
5.8.9	<i>Comportamento strutturale</i> .....	50



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	4 di 126

5.8.10	Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.....	50
5.8.11	Analisi dinamica lineare.....	50
6	COMBINAZIONI DI CARICO .....	51
7	MODELLO DI CALCOLO.....	55
8	VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE .....	59
8.1	VERIFICHE ALLO SLU .....	59
8.1.1	Pilastri HE400A .....	59
8.1.2	Travi trasversali IPE300 .....	68
8.1.3	Travi longitudinali IPE300.....	77
8.1.4	Travi secondarie IPE160 (arcarecci).....	85
8.1.5	Controventi di falda.....	93
8.1.6	Controventi di parete.....	94
8.2	VERIFICHE SLE .....	95
8.2.1	Verifiche di deformabilità.....	95
8.3	VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI .....	101
8.3.1	Giunto di base .....	101
9	VERIFICHE STRUTTURE DI FONDAZIONE .....	110
9.1	VERIFICA MICROPALI.....	110
9.1.1	Verifica in condizione di massimo sforzo normale.....	115
9.1.2	Verifica in condizione di minimo sforzo normale.....	118
9.1.3	Verifica in condizione di massimo taglio.....	121
9.2	VERIFICA DELLE TRAVI DI COLLEGAMENTO IN FONDAZIONE .....	124



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	5 di 126

## 1 PREMESSA

Il 23 Gennaio 2017 è stato siglato un Protocollo d'Intesa tra RFI, Regione Sicilia e Comune di Ragusa con il quale è stato istituito un gruppo di lavoro congiunto finalizzato alla realizzazione della "Metropolitana di superficie" nel territorio del comune di Ragusa, con la previsione della realizzazione di nuovi impianti per il servizio ferroviario passeggeri e l'adeguamento di impianti esistenti.

In data 15 Gennaio 2018 è stata sottoscritta la convenzione tra il Comune di Ragusa e la Presidenza del Consiglio dei Ministri per la realizzazione dell'intervento "Riqualficazione della periferia storica di Ragusa: ripristinare accessibilità e connessione con la città moderna attraverso la Ferrovia Urbana".

In particolare, la realizzazione degli interventi proposti è finalizzata al raggiungimento dei seguenti obiettivi:

- Maggiore competitività del trasporto ferroviario rispetto al trasporto collettivo su gomma;
- Maggiore accessibilità al sistema ferroviario;
- Sviluppo del servizio metropolitano nella zona urbana di Ragusa.

Le fermate della nuova linea "Metroferrovia" sono state concepite come un sistema omogeneo che si sviluppa sul territorio comunale.

In tutti gli interventi di fermata lungo la linea si è previsto di far interagire l'infrastruttura ferroviaria con l'area urbana, su cui si attesta, per creare aree di interesse per la comunità, come piccole piazze.

In tale intervento, è prevista la realizzazione della nuova stazione Cisternazzi/Ospedale.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	6 di 126

## 2 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive la progettazione strutturale del portale metallico, posto a copertura dei cancelli di accesso alla Stazione, presso la nuova Stazione Ospedale/Cisternazzi dove sono previsti i seguenti interventi:

- ✓ realizzazione di un nuovo binario attestato e relativi collegamenti al binario esistente con  $V=60\text{km/h}$
- ✓ realizzazione di un nuovo marciapiede a isola, a servizio di entrambi i binari,  $L=125\text{m}$  e  $h=55\text{cm}$
- ✓ realizzazione di una pensilina di lunghezza pari a  $35\text{m}$
- ✓ nuovo apparato tecnologico ACC

Per la relazione di calcolo della pensilina di banchina si rimanda invece all'elaborato specifico RS3Y1BD10RHFV010C001.

La struttura in acciaio presenta dimensioni complessive in pianta pari a  $4.2\text{ m} \times 6.4\text{ m}$ , con un'altezza complessiva dal piano banchina pari a  $3.6\text{ m}$  (vedi figure seguenti). Parallelamente ai lati lunghi sono disposti i cancelli di accesso, pertanto tali lati sono liberi da tamponature e elementi strutturali in modo da consentire l'accesso al perimetro della Stazione. La struttura si presenta pertanto come un portale, con i lati corti dotati di tamponatura mediante pannelli prefabbricati.

La struttura è costituita da 4 pilastri collegati tra loro da travi longitudinali e da travi trasversali. Queste ultime sostengono un'orditura di travi secondarie disposte in senso longitudinale. La copertura è realizzata con pannelli metallici direttamente fissati alle travi longitudinali secondarie. Si dispone una controventatura in pianta ed in elevazione, sui lati corti (longitudinali) della struttura.

Gli elementi strutturali che compongono il portale, la cui descrizione è riportata nel seguito, sono:

1. fondazioni;
2. colonne;
3. travi longitudinali;
4. travi trasversali;
5. travi secondarie longitudinali (arcarecci);
6. controventi di falda;
7. controventi di parete.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	7 di 126

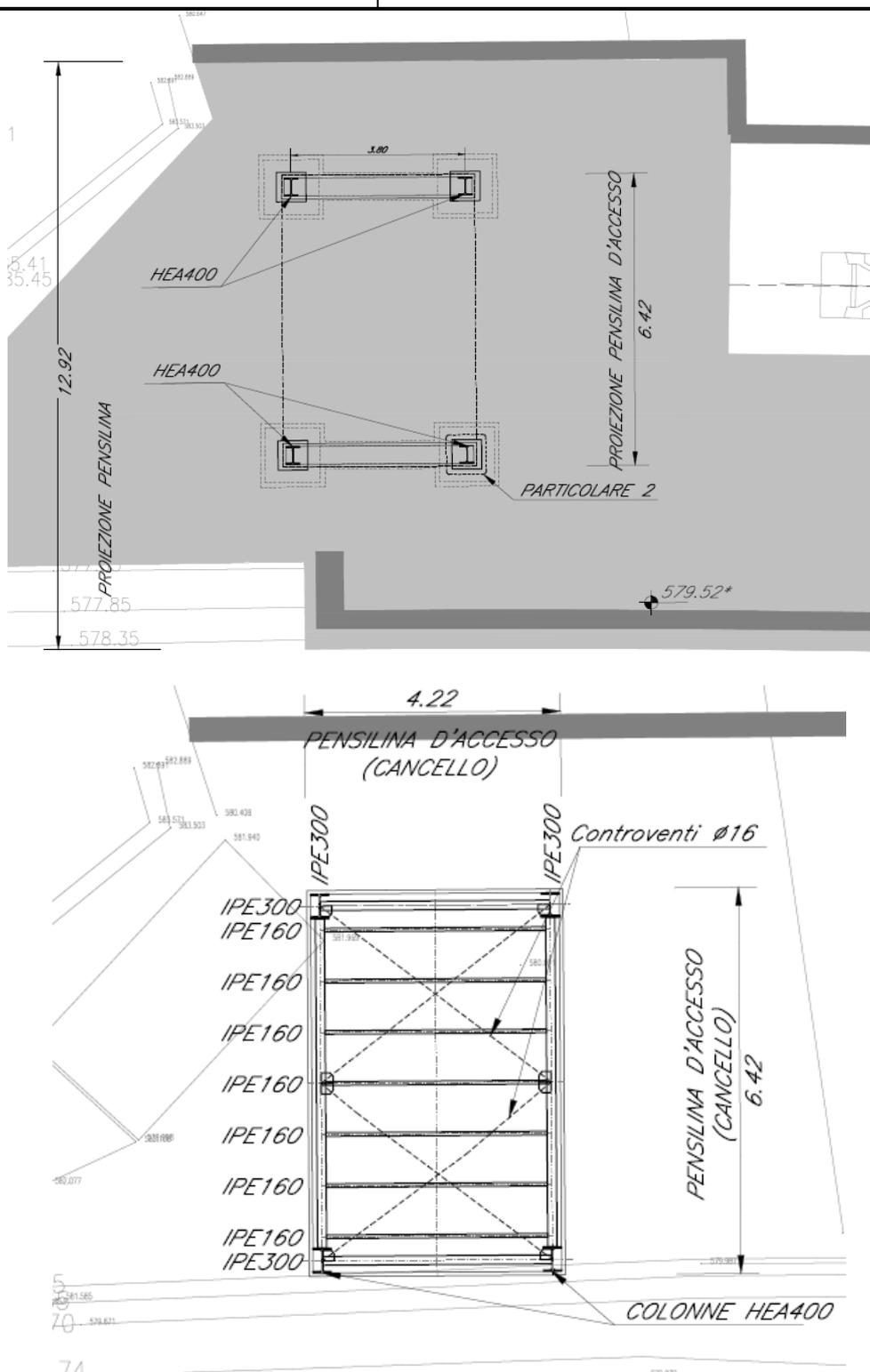


Figura 1: Stralcio della planimetria a piano banchina e pianta copertura con il posizionamento del portale

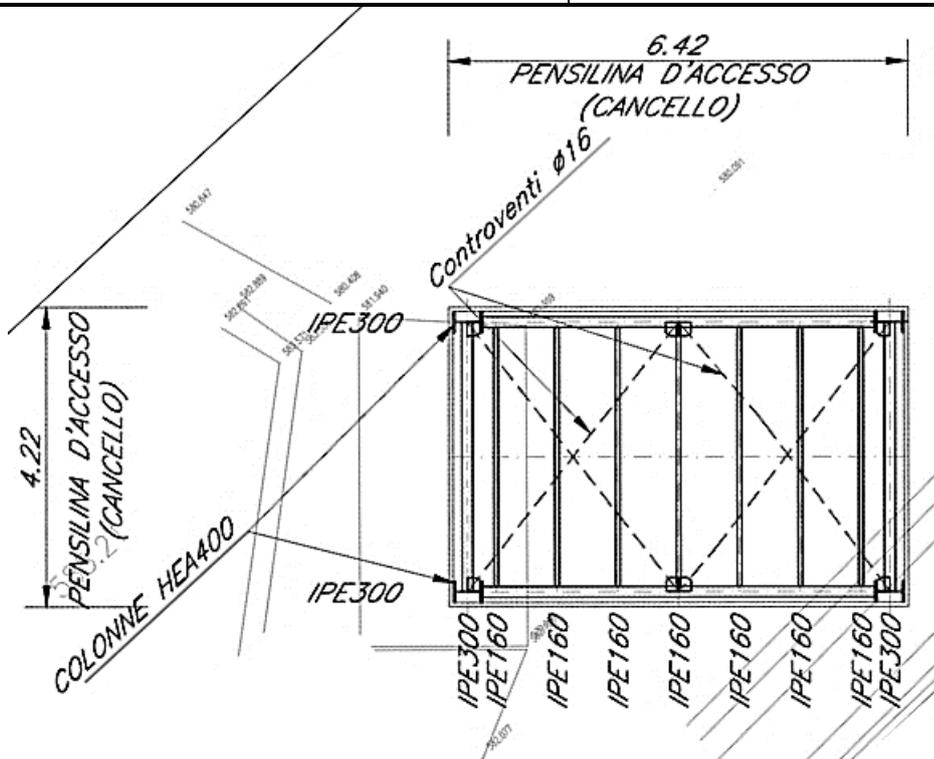


Figura 2 – Pianta Copertura

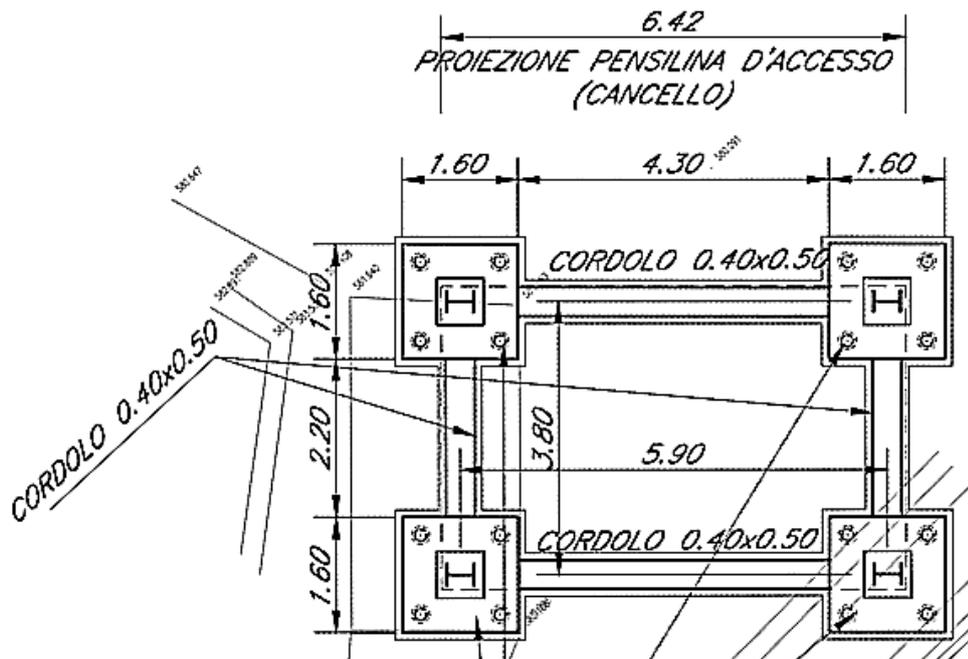


Figura 3 – Pianta fondazioni

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	9 di 126

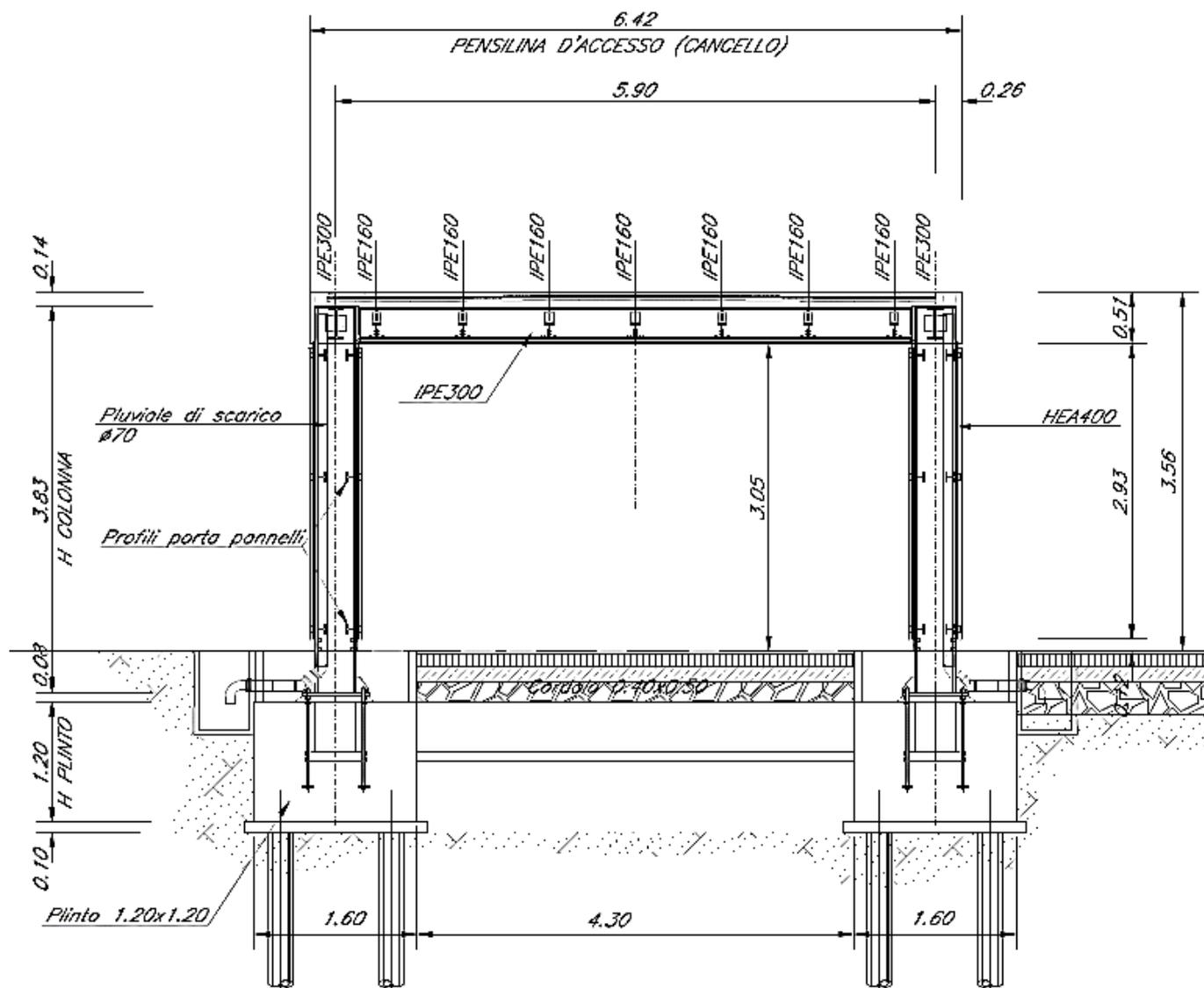


Figura 4- Sezione trasversale del portale

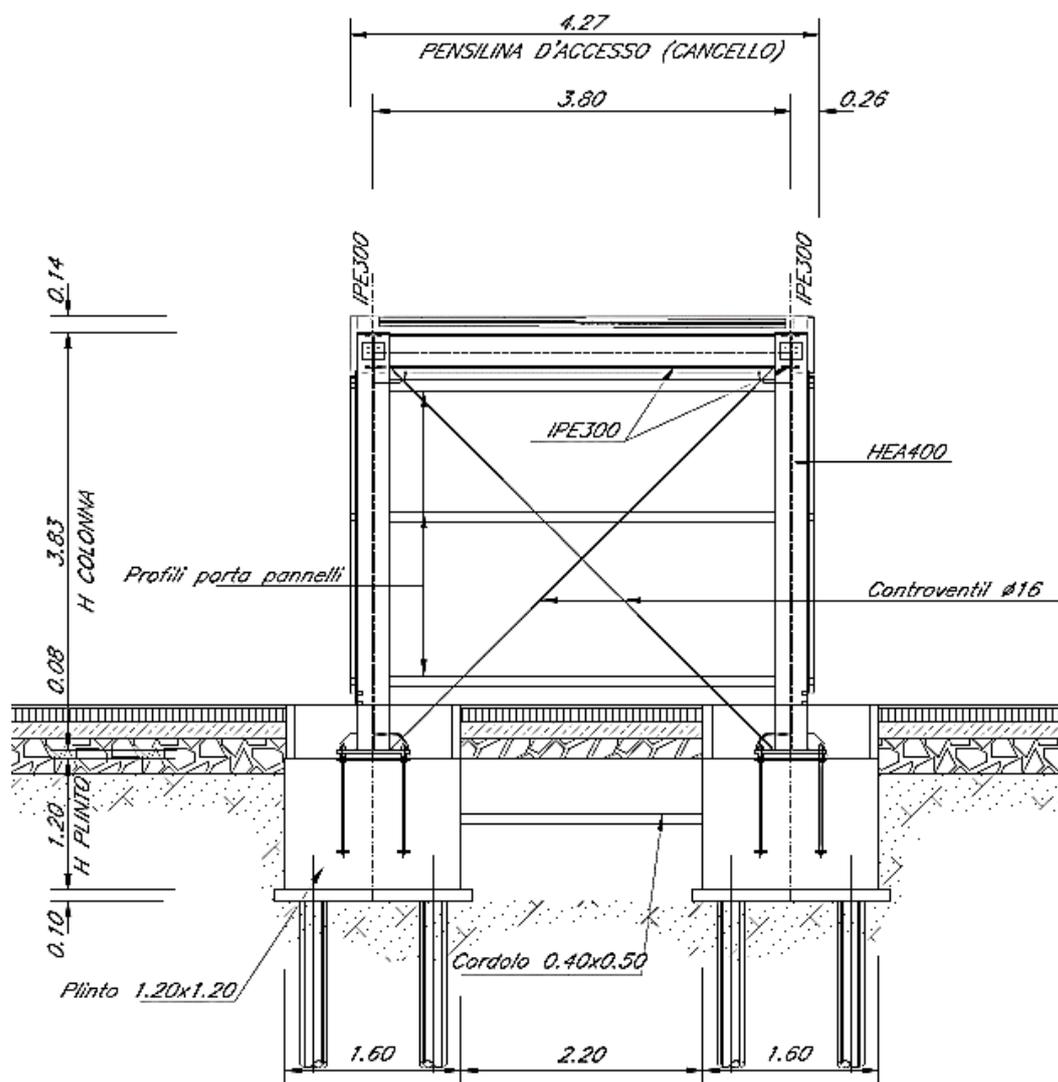


Figura 5 – Sezione longitudinale del portale

## Fondazioni

La fondazione è costituita da plinti su micropali  $\phi 250$  armati con profilati metallici; i plinti sono collegati, in senso longitudinale, da travi di collegamento come richiesto dalle NTC 2018. Il collegamento tra la colonna e la struttura di fondazione è realizzato per mezzo di una piastra di base in acciaio saldata all'estremità della colonna e provvista di tirafondi di ancoraggio, costituiti da barre tonde filettate, annegate nel getto di calcestruzzo del plinto. In fase di montaggio si stabilizza la colonna bloccando la piastra di base tra due dadi disposti al di sotto e al di sopra della piastra stessa e, successivamente, si procede al riempimento dell'intercapedine tra la piastra ed il cls con malta reoplastica antiritiro.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	11 di 126

## Colonne

Le colonne in acciaio sono realizzate con a doppio T tipo HE300A, con altezza totale pari 3950 mm. All'estremità inferiore del pilastro è saldata la piastra per l'ancoraggio ai tirafondi della fondazione. Alla piastra e al pilastro sono saldate le costole di irrigidimento.

## Travi trasversali

Profilati a doppio T tipo IPE300. La trave è collegata alle colonne tramite unioni flangiate, realizzando, insieme ai pilastri, uno schema statico di telaio a nodi rigidi con luce di calcolo pari a 5.9 m e altezza di calcolo pari a 3.75m.

## Travi longitudinali

Trave a sezione a doppio T tipo IPE300. La trave è collegata alla colonna tramite unioni bullonate, realizzando uno schema di trave appoggiata su luce di 3.8 m.

## Travi secondarie longitudinali (arcarecci)

Profili a doppio T tipo IPE 160. Vengono disposte un totale di sette travi, ad interasse massimo di 1 m. Tali profilati sostengono direttamente i pannelli di copertura. In corrispondenza delle travi trasversali le travi secondarie sono collegate tramite giunti bullonati, previa opportuna sagomatura, realizzando uno schema di trave appoggiata su luce di 3.8 m.

## Controventi di falda

Controventi realizzati tramite tiranti Ø 16 in acciaio. Il collegamento del controvento all'orditura principale è realizzato attraverso piastre saldate. Si dispongono 4 controventi a croce, suddividendo la copertura in due campi controventati.

## Controventi di parete

Controventi realizzati tramite tiranti Ø 16 in acciaio. Il collegamento del controvento all'orditura principale è realizzato attraverso piastre saldate. Si dispongono controventi a croce su ciascuno dei lati dei corti della struttura.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	12 di 126

### 3 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- [1] Legge 5/11/1971, n.1086 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato normale e precompresso e a struttura metallica.
- [2] D.M. 17 gennaio 2018 (G.U. 20 febbraio 2018 n. 42) - Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni».
- [3] Circolare 21 Gennaio 2019 n. 7 C.S.LL.PP. (G.U. n. 35 del 11 febbraio 2019) - Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle «Norme tecniche per le costruzioni»» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018.
- [4] RFI DTC SI PS MA IFS 001 D - Manuale di Progettazione delle Opere Civili - Parte II - Sezione 2 – Ponti e Strutture.
- [5] 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° 776/2019 della Commissione del 16 maggio 2019.

### 4 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### CALCESTRUZZO (per plinti di fondazione e travi di collegamento)

Classe	C25/30		
$R_{ck} =$	30.00	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25.00	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$\gamma_M =$	1.5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14.17	MPa	resistenza di progetto

#### ACCIAIO PER ARMATURE ORDINARIE

B450 C			controllato in stabilimento
$f_{yk} \geq$	450.0	MPa	tensione caratteristica di snervamento
$\gamma_M =$	1.15	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU elastico
$f_{yd} =$	391.3	MPa	resistenza di progetto
$E_s =$	200000	MPa	modulo elastico



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	13 di 126

## COPRIFERRO NETTO

Si assume una classe di esposizione XC2 per le strutture di fondazione. Il copriferro netto di progetto per strutture di fondazione risulta  $c \geq 40$  mm.

## ACCIAIO DA CARPENTERIA

– Acciaio tipo S355J2 UNI EN 10025 con le seguenti caratteristiche fisiche e meccaniche:

- modulo di elasticità normale E 210.000 N/mm<sup>2</sup>
- modulo di elasticità tangenziale G 78.400 N/mm<sup>2</sup>
- coefficiente di *Poisson*  $\nu = 0.3$
- peso dell'unità di volume  $\gamma_s$  7.850 kg/m<sup>3</sup>

Per i laminati a caldo con profili a sezione aperta o cava, barre, larghi piatti, lamiere (con sp.  $\leq 40$ mm):

- tensione di rottura a trazione  $f_{tk}$  510 N/mm<sup>2</sup>
- tensione di snervamento  $f_{yk}$  355 N/mm<sup>2</sup>

## TIRAFONDI

- Barre interamente filettate con filettatura metrica ISO a passo grosso, di caratteristiche meccaniche di classe 8.8 secondo UNI EN ISO 898 parte I
- dadi con caratteristiche meccaniche di classe 8 secondo UNI EN 20898 parte II, UNI 5588
- rosette in acciaio C50 (UNI EN 10083) temperato e rinvenuto HRC 32,40, ISO 7089
- coppie di serraggio secondo NTC 2018 se non diversamente specificato

## Rivestimenti protettivi

Zincatura a caldo in accordo alla norma UNI EN ISO 1461.

Verniciatura secondo Istruzione FS 44/V.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	14 di 126

## 5 ANALISI DEI CARICHI

Sono state considerate le seguenti condizioni di carico elementari:

- 1) Peso proprio strutture;
- 2) Peso elementi fissi portati, impianti, etc.;
- 3) Sovraccarico variabile;
- 4) Sovraccarico dovuto alla neve;
- 5) Sovraccarico dovuto al vento;
- 6) Effetti aerodinamici associati al passaggio dei convogli;
- 7) Effetti dell'azione sismica;
- 8) Variazioni termiche;
- 9) Carichi introdotti dalla linea elettrica;
- 10) Effetti dovuti ad azioni eccezionali (Rottura catenaria).

Tali azioni sono state combinate in modo da determinare gli effetti più sfavorevoli ai fini delle verifiche dei singoli elementi strutturali.

### 5.1 Carichi permanenti strutturali (G1)

Il peso proprio degli elementi strutturali è stato calcolato considerando un peso specifico dell'acciaio di  $78.5 \text{ kN/m}^3$  incrementato del 10% per tenere in conto piatti, irrigidenti e bullonature non contemplati direttamente nel modello. Tale azione è determinata automaticamente nel modello agli elementi finiti della struttura, realizzato in SAP2000, per la cui descrizione si rimanda ai capitoli seguenti.

### 5.2 Carichi permanenti non strutturali (G2)

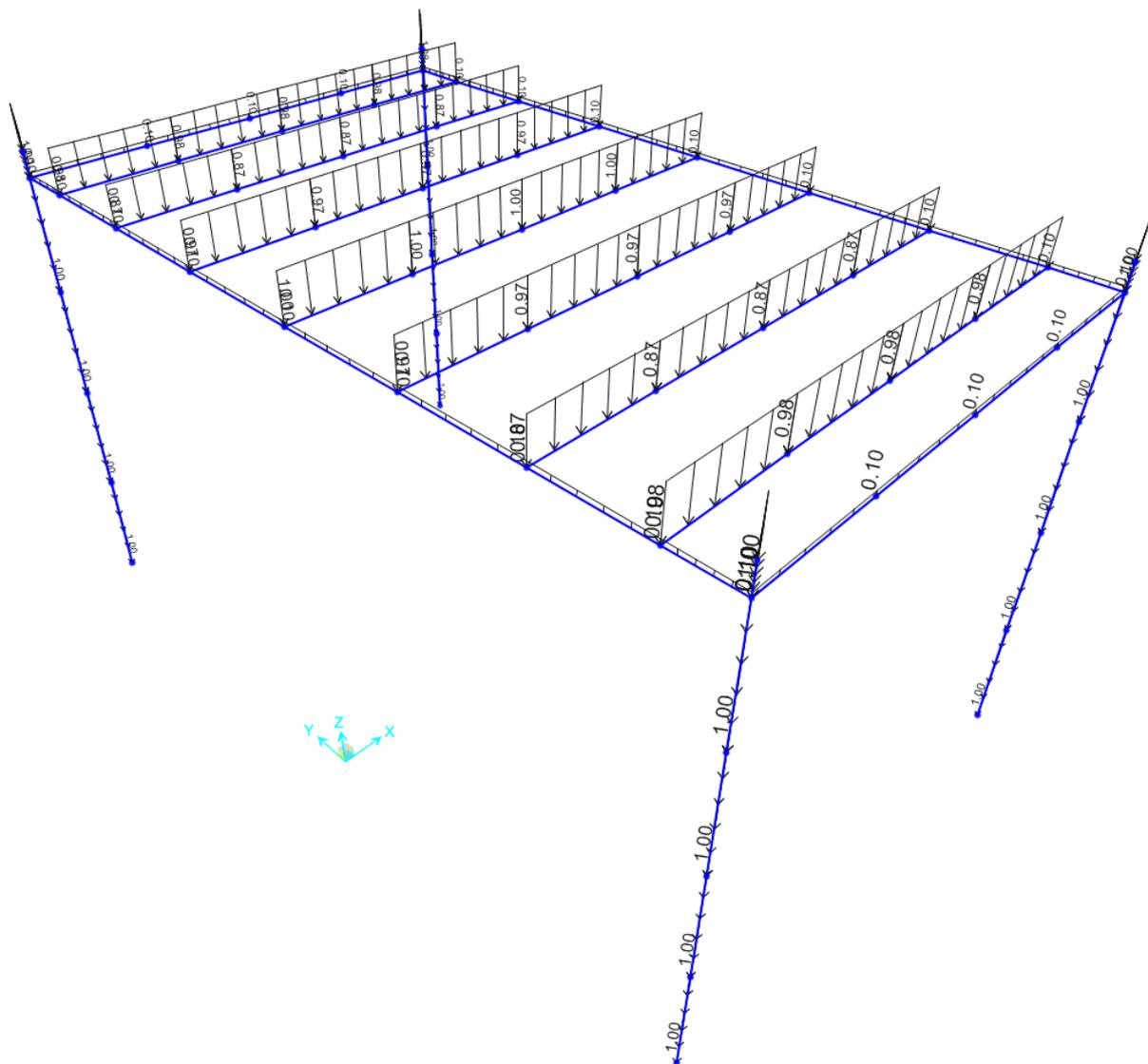
Tali carichi includono il peso dei pannelli di copertura e relativi fissaggi, del controsoffitto, degli impianti, etc. Ai fini del calcolo strutturale è stato considerato un carico uniformemente distribuito di valore forfaitario pari a:

$$G2 = 1 \text{ kN/m}^2$$

Tale carico è stato applicato come azione uniformemente distribuita sulle travi secondarie (arcarecci) per area di influenza, come mostrato nella figura seguente.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	15 di 126



**Figura 6 – schema applicazione carichi permanenti non strutturali (G2).**

Si è inoltre considerato un peso per unità di superficie dei pannelli di chiusura pari a  $0.2 \text{ kN/m}^2$ . Tale azione è stata applicata alle travi di bordo mediante un carico per unità di lunghezza pari a  $0.1 \text{ kN/m}$  (considerando lo spessore della copertura pari a circa  $0.5\text{m}$ ).

Si è infine considerato il peso delle tamponature laterali e dei relativi profilati di sostegno. Tale peso è stato applicato come un carico distribuito assiale sui pilastri, con intensità pari a  $1 \text{ kN/m}$ .

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

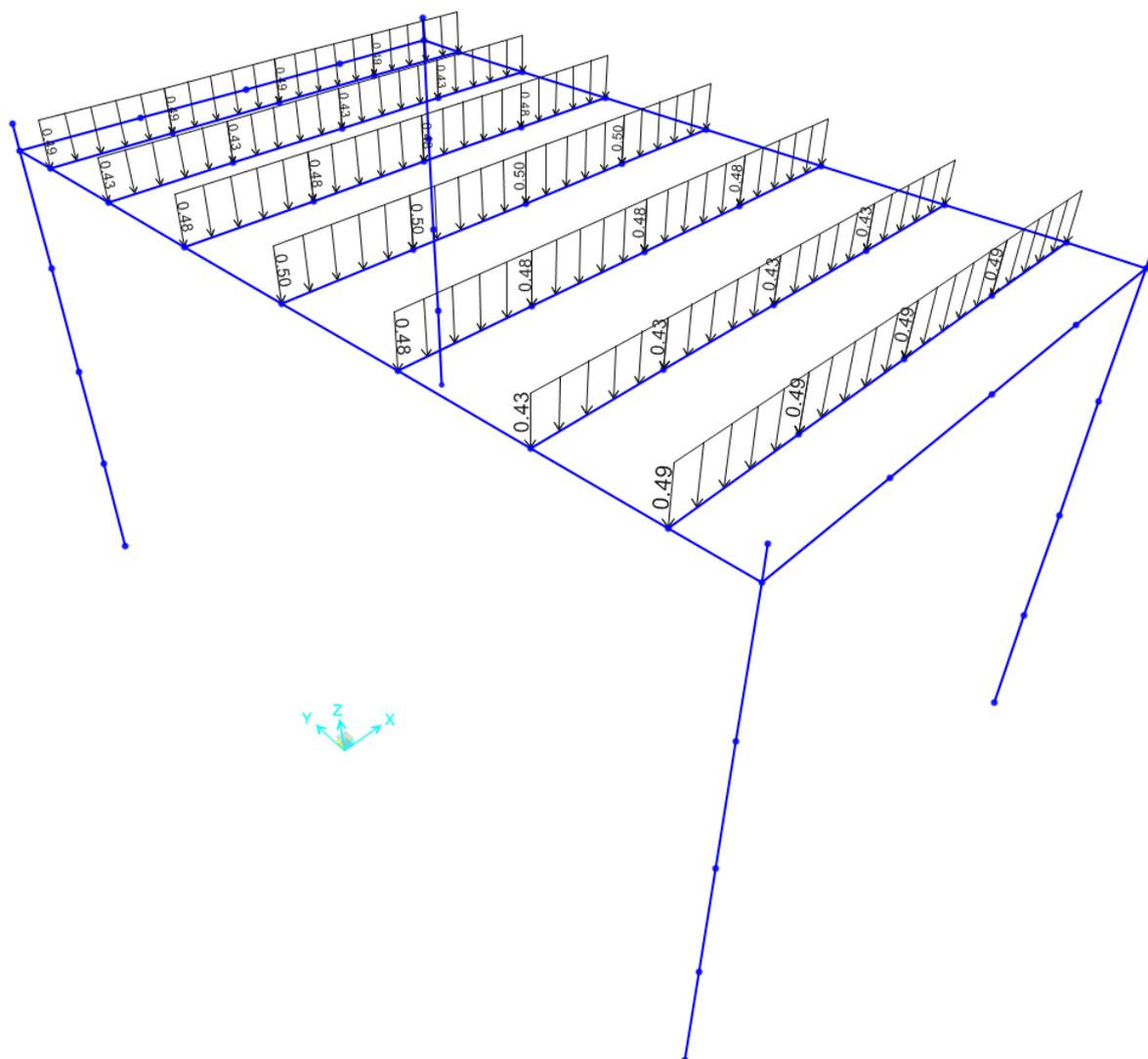
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	16 di 126

### 5.3 Carico variabile su copertura (qk)

In conformità al §3.14 delle NTC2018 si è considerato il sovraccarico per Categoria H: Coperture accessibili per sola manutenzione e riparazione.

$$q_k = 0.5 \text{ kN/m}^2$$

Tale carico è stato applicato come azione uniformemente distribuita sulle travi secondarie (arcarecci) per area di influenza.



**Figura 7 – Carico variabile su copertura**



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	17 di 126

#### 5.4 Azione della neve

Le azioni della neve sono definite al capitolo 3.4 delle NTC2018. Il carico provocato dalla neve sulle coperture è definito dall'espressione seguente:

$$q_s = \mu_i C_e C_t q_{sk}$$

dove:

$\mu_i$  - Coefficiente di forma della copertura;

$C_e$  - Coefficiente di esposizione;

$C_t$  - Coefficiente termico;

$q_{sk}$  - Valore di riferimento del carico neve al suolo.

Il carico neve al suolo dipende dalle condizioni locali di clima e di esposizione, considerata la variabilità delle precipitazioni nevose da zona a zona. In mancanza di adeguate indagini statistiche e specifici studi locali, esso viene valutato, per località poste a quota inferiore a 1500 m sul livello del mare, come descritto qui di seguito, con valori che corrispondono ad un periodo di ritorno pari a 50 anni.

Nel caso in esame, facendo riferimento ad un sito in Zona III e un'altezza sul livello del mare pari a 579 m s.l.m., risulta:

$$q_{sk} = 1.25 \text{ kN/m}^2$$

Il coefficiente di esposizione  $C_e$  può essere utilizzato per modificare il valore del carico neve in copertura in funzione delle caratteristiche specifiche dell'area in cui sorge l'opera. Valori del coefficiente di esposizione per diverse classi di topografia sono forniti in tabella 3.4.I. NTC2018. Per il caso in esame, si assume  $C_e = 1.0$ .

Il coefficiente termico  $C_t$  può essere utilizzato per tener conto della riduzione del carico neve a causa dello scioglimento della stessa, causata dalla perdita di calore della costruzione. Tale coefficiente tiene conto delle proprietà di isolamento termico del materiale utilizzato in copertura. In assenza di uno specifico e documentato studio, deve essere utilizzato (tanto più nel caso specifico in cui si tratta di una pensilina e non di un involucro edilizio con temperatura interna superiore a quella esterna):

$$C_t = 1.0 \text{ (3.4.5 - NTC2018).}$$

Per la definizione del coefficiente di forma, si è fatto riferimento ad una schematizzazione di copertura a singola falda, con un angolo di inclinazione  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ . Il coefficiente di forma risulta pari a 0.8.

**Tab. 3.4.II** – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
$\mu_1$	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nella figura seguente si riportano la condizione di carico prescritta dalle NTC2018:

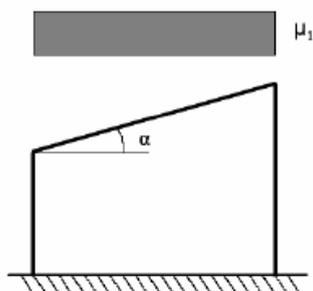


Fig. 3.4.2 - Condizioni di carico per coperture ad una falda

### Carico Neve

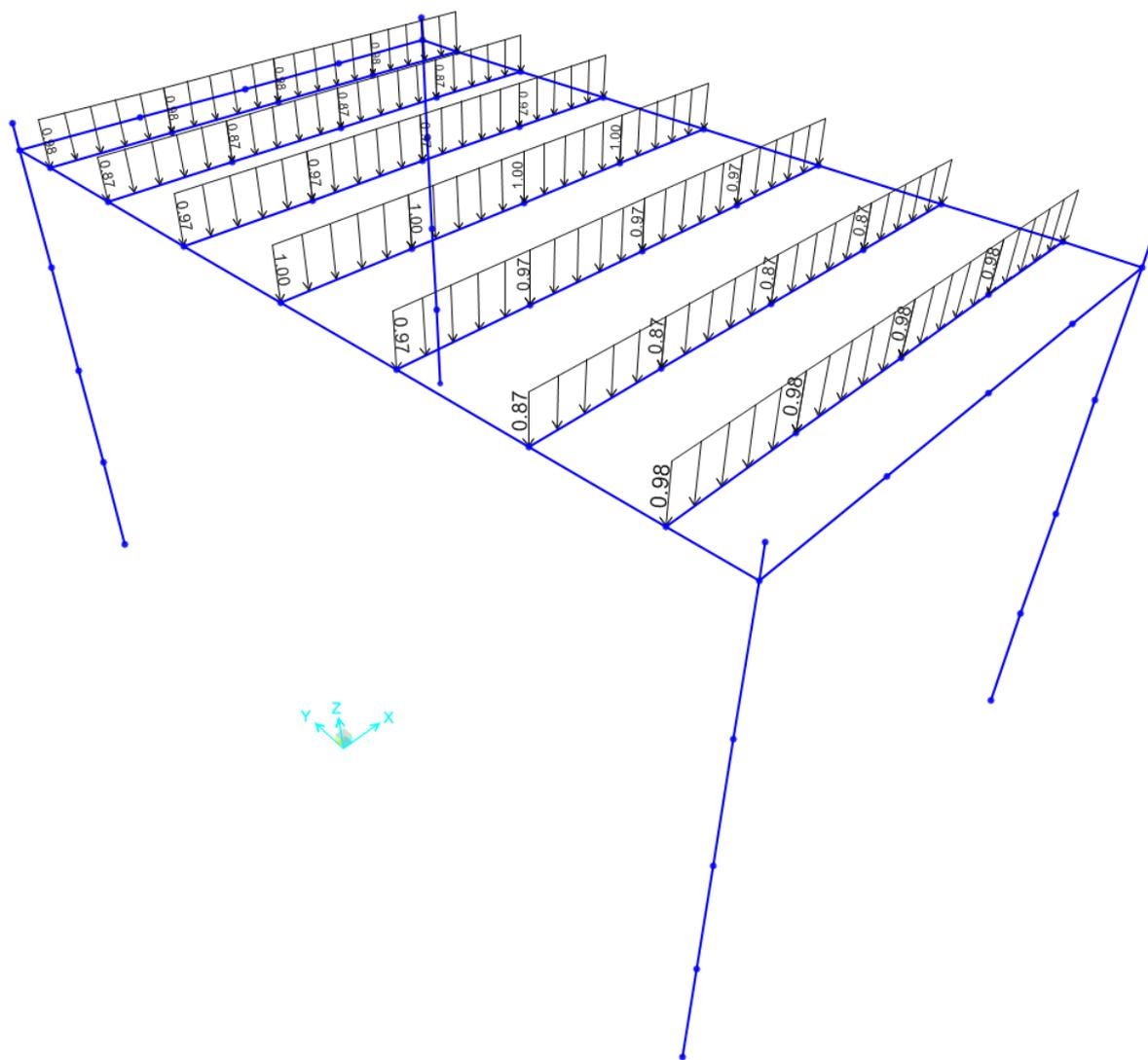
Zona	III	
as	579	m slm
qsk	1.25	kN/m <sup>2</sup>
Ce	1	
Ct	1	
pendenza trasversale	1%	
angolo falda	0.57	°
angolo falda considerato	-	°
$\mu_1$	0.8	per inclinazione minore di 30°
<b>caso 1</b>		
qs	1.00	kN/m <sup>2</sup>

Tabella 1 – Calcolo carico da neve

Tale carico è stato applicato come azione uniformemente distribuita sulle travi secondarie (arcarecci) per area di influenza.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	19 di 126



**Figura 8 – Carico da neve su copertura**

## 5.5 Azione del vento

Le azioni del vento sulla copertura e sulla struttura in elevazione sono state considerate in accordo al punto 3.3 – NTC2018.

Per il calcolo dell'azione statica equivalente dovuta al vento, si è fatto riferimento al Comune di Ragusa sito in zona 4, con altezza sul livello del mare del sito di progetto pari a 579 m;



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	20 di 126

Pressione del vento:

La pressione del vento, considerata come azione statica agente normalmente alle superfici, è data dall'espressione:

$$p = q_r \cdot c_e \cdot c_p \cdot c_d$$

dove

$q_r$  - Pressione cinetica di riferimento

$c_e$  - Coefficiente di esposizione

$c_p$  - Coefficiente di forma (o coefficiente aerodinamico)

$c_d$  - Coefficiente dinamico che si assume unitario.

Pressione cinetica di riferimento:

La pressione cinetica di riferimento  $q_b$  in (N/m<sup>2</sup>) è data dall'espressione:

$$q_r = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_r^2$$

dove:

$v_r$  - Velocità di riferimento del vento;

$\rho$  - Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>.

In mancanza di indagini statistiche adeguate, la velocità di riferimento del vento  $v_b(T_R)$  riferita ad un generico periodo di ritorno  $T_R$  può essere valutata, nel campo compreso tra 10 e 500 anni, con l'espressione:

$$v_r(T_R) = c_R \cdot v_b$$

dove:

$v_b$  - Velocità di riferimento del vento associata ad un periodo di ritorno di 50 anni;

$c_R$  - Coefficiente funzione di  $T_R$  espresso in anni;

Il periodo di ritorno  $T_R$  al quale si è fatto riferimento per la valutazione della velocità di riferimento del vento risulta pari a 50 anni, quindi  $c_R = 1$ .

La velocità di riferimento del vento  $v_b$  si ricava come segue:

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	21 di 126

$$v_b = v_{b,0} \cdot c_a \quad [3.3.1]$$

$v_{b,0}$  è la velocità base di riferimento al livello del mare, assegnata nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

$c_a$  è il coefficiente di altitudine fornito dalla relazione:

$$c_a = 1 \quad \text{per } a_s \leq a_0$$

$$c_a = 1 + k_s \left( \frac{a_s}{a_0} - 1 \right) \quad \text{per } a_0 < a_s \leq 1500 \text{ m} \quad [3.3.1.b]$$

dove:

$a_0, k_s$  sono parametri forniti nella Tab. 3.3.I in funzione della zona in cui sorge la costruzione (Fig. 3.3.1);

$a_s$  è l'altitudine sul livello del mare del sito ove sorge la costruzione.

**Tab. 3.3.I - Valori dei parametri  $v_{b,0}$ ,  $a_0$ ,  $k_s$**

Zona	Descrizione	$v_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$k_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

Considerando che il sito ricade in zona 4, con altezza sul livello del mare del sito di progetto pari a 579 m, si ottiene  $v_b = 29.6$  m/s.

Coefficiente di esposizione:

Il coefficiente d'esposizione  $c_e$  dipende dall'altezza  $z$  sul suolo del punto considerato, dalla topografia del terreno, e dalla categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	22 di 126

$$c_e(z) = k_r^2 c_t \ln(z/z_0) \left[ 7 + c_t \ln(z/z_0) \right] \quad \text{per } z \geq z_{\min} \quad [3.3.7]$$

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

dove

$k_r, z_0, z_{\min}$  sono assegnati in Tab. 3.3.II in funzione della categoria di esposizione del sito ove sorge la costruzione;

$c_t$  è il coefficiente di topografia.

Tab. 3.3.II - Parametri per la definizione del coefficiente di esposizione

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$z_0$ [m]	$z_{\min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

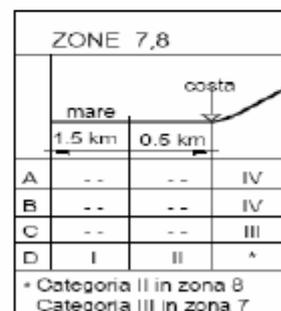
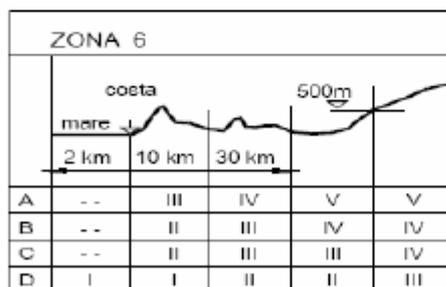
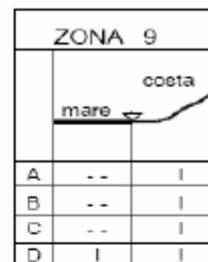
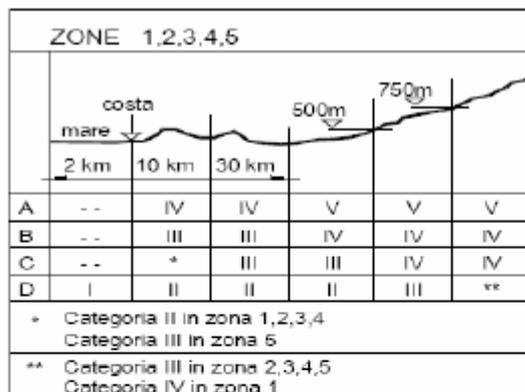
FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	23 di 126

**Tab. 3.3.III - Classi di rugosità del terreno**

Classe di rugosità del terreno	Descrizione
A	Aree urbane in cui almeno il 15% della superficie sia coperto da edifici la cui altezza media superi i 15 m
B	Aree urbane (non di classe A), suburbane, industriali e boschive
C	Aree con ostacoli diffusi (alberi, case, muri, recinzioni,...); aree con rugosità non riconducibile alle classi A, B, D
D	a) Mare e relativa fascia costiera (entro 2 km dalla costa); b) Lago (con larghezza massima pari ad almeno 1 km) e relativa fascia costiera (entro 1 km dalla costa) c) Aree prive di ostacoli o con al più rari ostacoli isolati (aperta campagna, aeroporti, aree agricole, pascoli, zone paludose o sabbiose, superfici innevate o ghiacciate, ....)

L'assegnazione della classe di rugosità non dipende dalla conformazione orografica e topografica del terreno. Si può assumere che il sito appartenga alla Classe A o B, purché la costruzione si trovi nell'area relativa per non meno di 1 km e comunque per non meno di 20 volte l'altezza della costruzione, per tutti i settori di provenienza del vento ampi almeno 30°. Si deve assumere che il sito appartenga alla Classe D, qualora la costruzione sorga nelle aree indicate con le lettere a) o b), oppure entro un raggio di 1 km da essa vi sia un settore ampio 30°, dove il 90% del terreno sia del tipo indicato con la lettera c). Laddove sussistano dubbi sulla scelta della classe di rugosità, si deve assegnare la classe più sfavorevole (l'azione del vento è in genere minima in Classe A e massima in Classe D).



**Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione**



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	24 di 126

Nel caso in esame (zona 4, classe di rugosità del terreno C, distanza dalla costa inferiore a 30 km) si può assumere per il sito la categoria d'esposizione III; il coefficiente di esposizione, per un'altezza massima del portale di 4.10 m, risulta pari ad 1.708.

### Coefficiente di forma (o aerodinamico):

I coefficienti di forma (3.3.10 Circolare 2009) ai quali si è fatto riferimento riguardano:

#### 5.5.1 Vento in direzione X

##### Azione normale sulla copertura

Per il vento che spira in direzione longitudinale (X), la struttura non presenta pareti ortogonali alla direzione del vento. Si è pertanto fatto riferimento al paragrafo C3.3.8.2 (Tettoie) della Circolare 2019. Si è cautelativamente considerato un grado di bloccaggio (rapporto tra l'area esposta al vento di eventuali ostruzioni presenti al di sotto della tettoia e l'area totale della superficie al di sotto della tettoia) pari a 0.5 in considerazione della presenza dei cancelli, di elementi di arredo e installazioni future. Secondo tale paragrafo l'azione del vento sulla copertura si schematizza come una pressione normale alla superficie della stessa, la cui risultante può essere diretta sia verso il basso che verso l'alto, con intensità tuttavia diverse nei due casi. La struttura è stata schematizzata come una tettoia a singola falda con giacitura sub-orizzontale. Il coefficiente di forza per tettoie a singola falda si ottiene come segue:

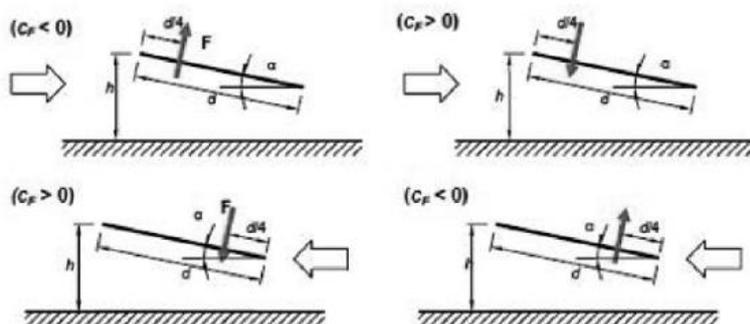
Tabella C3.3.XV - Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda ( $\alpha$  in  $^\circ$ ).

Valori positivi	Tutti i valori di $\varphi$	$c_F = +0,2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\varphi = 0$	$c_F = -0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30$
	$\varphi = 1$	$c_F = -1,4$

Per il calcolo della tettoia si considerano le condizioni di carico più gravose tra quelle indicate nella Figura C3.3.22, dove la forza risultante è considerata agente ad un quarto dell'estensione della copertura rispetto al bordo sopravvento.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	25 di 126



*Tettoie a semplice falda: posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza*

Figura C3.3.22

Tale carico è stato applicato come azione verticale uniformemente distribuita su metà dell'estensione longitudinale delle travi secondarie (arcarecci), in modo da posizionare la risultante a una quarto della luce, considerando le aree di influenza di ciascuna trave. Il calcolo è sintetizzato a seguire:



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	26 di 126

### Vento direzione X - copertura - C3.3.8.2 tettoie

φ (grado di bloccaggio)	0.5	assunto
pendenza trasversale	1%	
angolo falda	0.57	°
angolo falda considerato	0	°
cf+	0.20	
cf- fi=0	-0.5	
cf- fi=1	-1.4	
cf- interpolato	-0.95	

#### Vento normale copertura

quota estradosso copertura	4.1	m
Ce (z)	1.708	
pressione verso il basso (cf+)	0.19	kN/m <sup>2</sup>
pressione verso l'alto (cf-)	-0.89	kN/m <sup>2</sup>
lunghezza f.t. copertura	4.25	m
larghezza f.t. copertura	6.92	m
Azione totale verso il basso su copertura	5.51	kN
Azione totale verso l'alto su copertura	-26.15	kN
n. travi secondarie	7.00	
carico concentrato verso il basso	0.79	kN
carico concentrato verso l'alto	-3.74	kN
lunghezza di applicazione carico	1.90	m
carico distribuito verso il basso	0.41	kN/m
carico distribuito verso l'alto	-1.97	kN/m

si considera un carico su L/2 in modo da avere la risultante ad L/4

#### Azione sul bordo sopravento della copertura

Sulla faccia sopravento della chiusura laterale della copertura (spessore 0.5 m) è stata applicata l'azione normale del vento. Per il coefficiente di pressione si è fatto riferimento a una trave isolata a sezione piena (Circolare 2019 – C3.3.8.6.1). Tale azione è stata applicata come carico orizzontale uniformemente distribuito sulle travi di bordo.



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	27 di 126

**Vento su faccia sopravvento copertura**

Cp	2.4	trave piena
spessore f.t. copertura	0.5	m
Ce (z)	1.708	
Pressione normale P	2.25	kN/m <sup>2</sup>
carico lineare	1.12	kN/m

**Azione tangenziale del vento sulla copertura**

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_r \cdot C_e \cdot C_f$$

dove:

$q_r$ ,  $C_e$  sono stati definiti precedentemente;

$C_f$  - coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Facendo riferimento ai coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.XIX (Circolare 2019) si assume un valore di 0.04, relativo a superficie molto scabra (ondulata, etc.).

Tale azione è stata applicata come carico orizzontale uniformemente distribuito sulle travi di bordo.

Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene il seguente valore.

**Vento tangenziale copertura - X**

Cf	0.04	sup molto scabra
quota estradosso copertura	4.1	m
lunghezza f.t. copertura	4.25	m
larghezza f.t. copertura	6.92	m
numero superfici (sopra sotto)	2	
Ce (z)	1.708	
Pressione tangenziale Pf	0.04	kN/m <sup>2</sup>
Azione totale su copertura	2.20	kN
carico su trave di bordo sopravvento	0.344	kN/m

**Azione sulle colonne**

Sulla superficie laterale delle colonne è stata applicata l'azione normale del vento. Per il coefficiente di pressione si è fatto riferimento a Torri e pali a sezione circolare o rettangolare (Circolare 2019 – C3.3.8.7). Tale azione è stata applicata come carico orizzontale uniformemente distribuito sull'altezza delle colonne.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	28 di 126

<b>Vento su pilastro dir X</b>			
quota sommità pilastro	4	m	
Cp	2.8	palo non circolare	
larghezza sezione pilastro	0.51	m	inclusa baraccatura
Ce (z)	1.708		
Pressione normale P	2.62	kN/m <sup>2</sup>	
carico lineare	1.34	kN/m	

### Azione tangenziale del vento sulle pareti laterali

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_r \cdot C_e \cdot C_f$$

dove:

$q_r$ ,  $C_e$  sono stati definiti precedentemente;

$C_f$  - coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Facendo riferimento ai coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.XIX (Circolare 2019) si assume un valore di 0.04, relativo a superficie molto scabra (ondulata, etc.).

Tale azione è stata applicata come carico orizzontale uniformemente distribuito sulle colonne.

Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene il seguente valore.

#### Vento tangenziale parete longitudinale - X

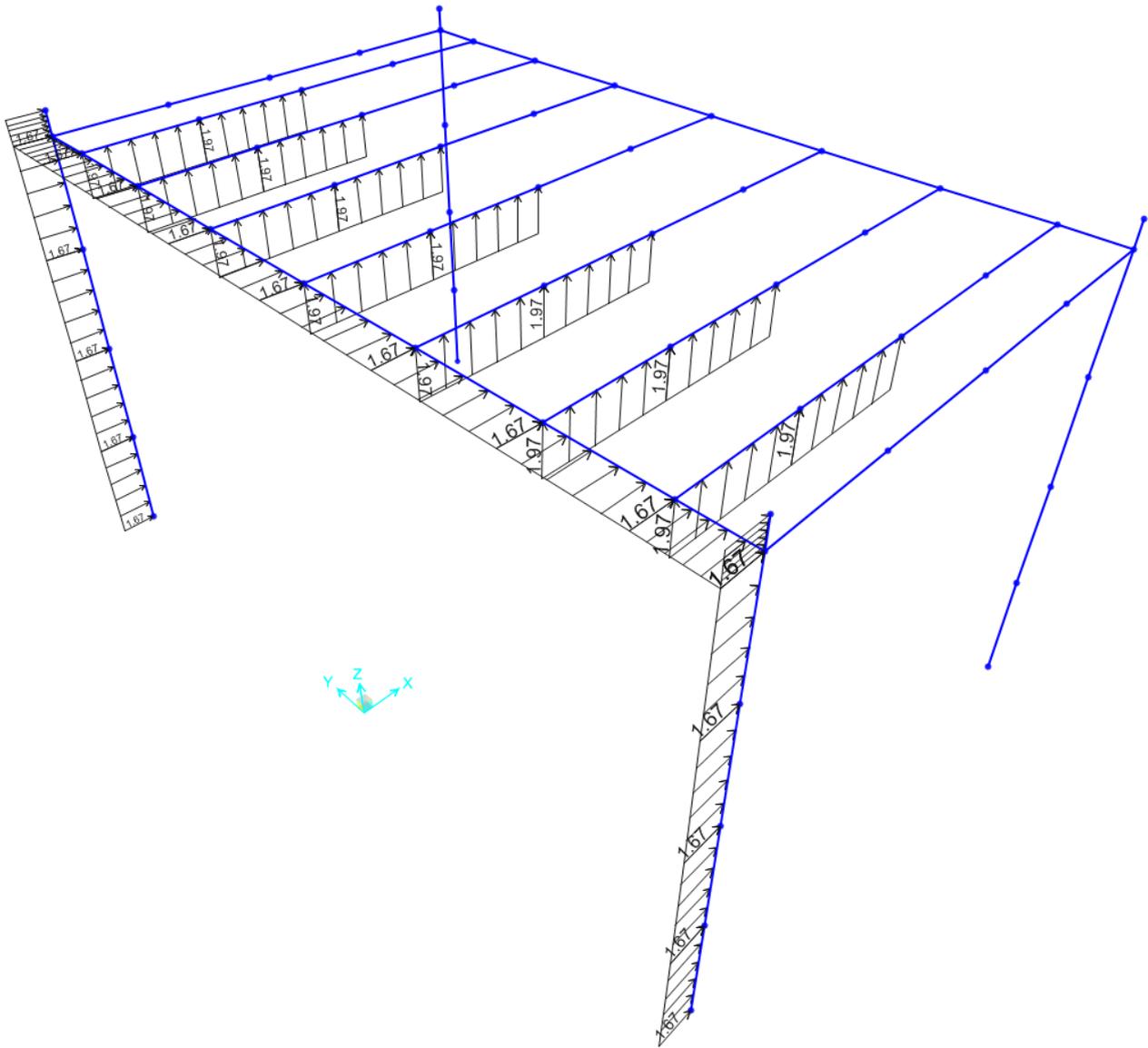
Cf	0.04	sup molto scabra
quota estradosso copertura	4.1	m
lunghezza parete	4.25	m
numero superfici (esterna interna)	2	
Ce (z)	1.708	
Pressione tangenziale Pf	0.04	kN/m <sup>2</sup>
Azione totale su parete	1.30	kN
carico su pilastro sopravento	0.330	kN/m

### Combinazione dei contributi

Le azioni del vento descritte sopra sono da ritenersi contemporanee tra loro, pertanto sono state applicate simultaneamente nel modello di calcolo, considerando di volta in volta le condizioni di carico che producono le sollecitazioni massime sulle varie membrature, per un totale di 4 casi di vento in direzione longitudinale, come illustrato nelle figure successive.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

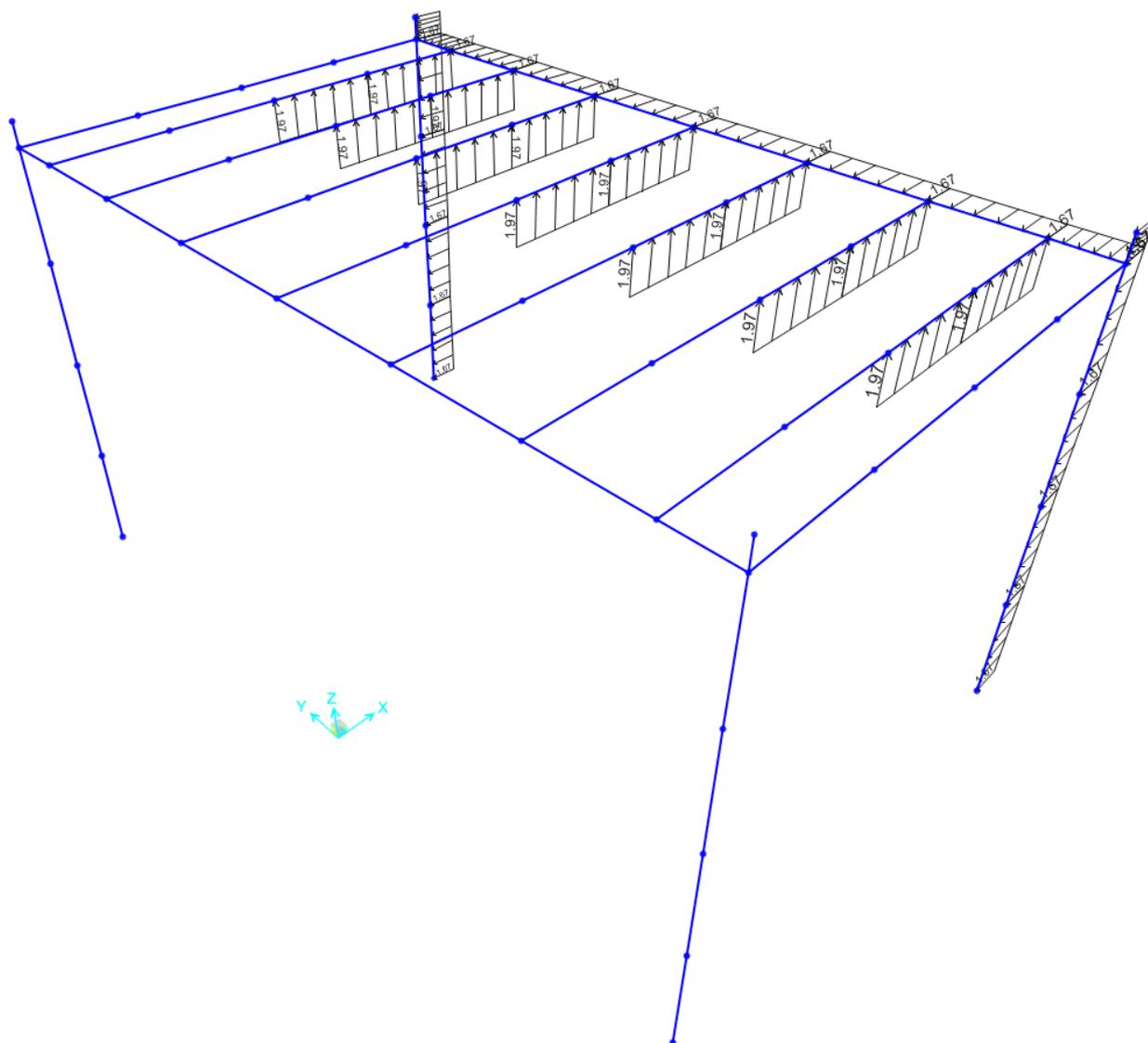
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	29 di 126



**Figura 9 – Vento in direzione longitudinale (caso 1)**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

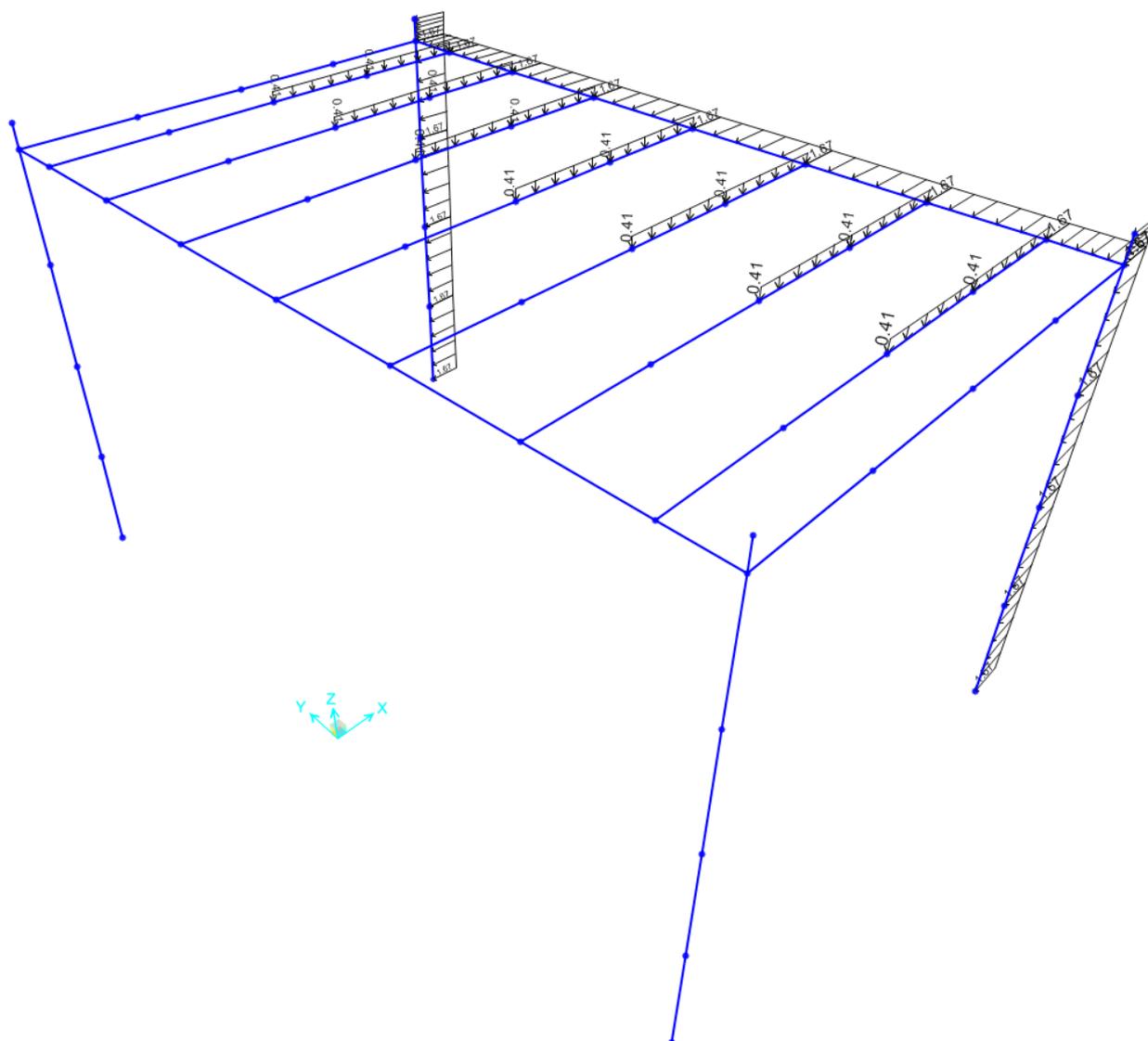
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	30 di 126



**Figura 10 – Vento in direzione longitudinale (caso 2)**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

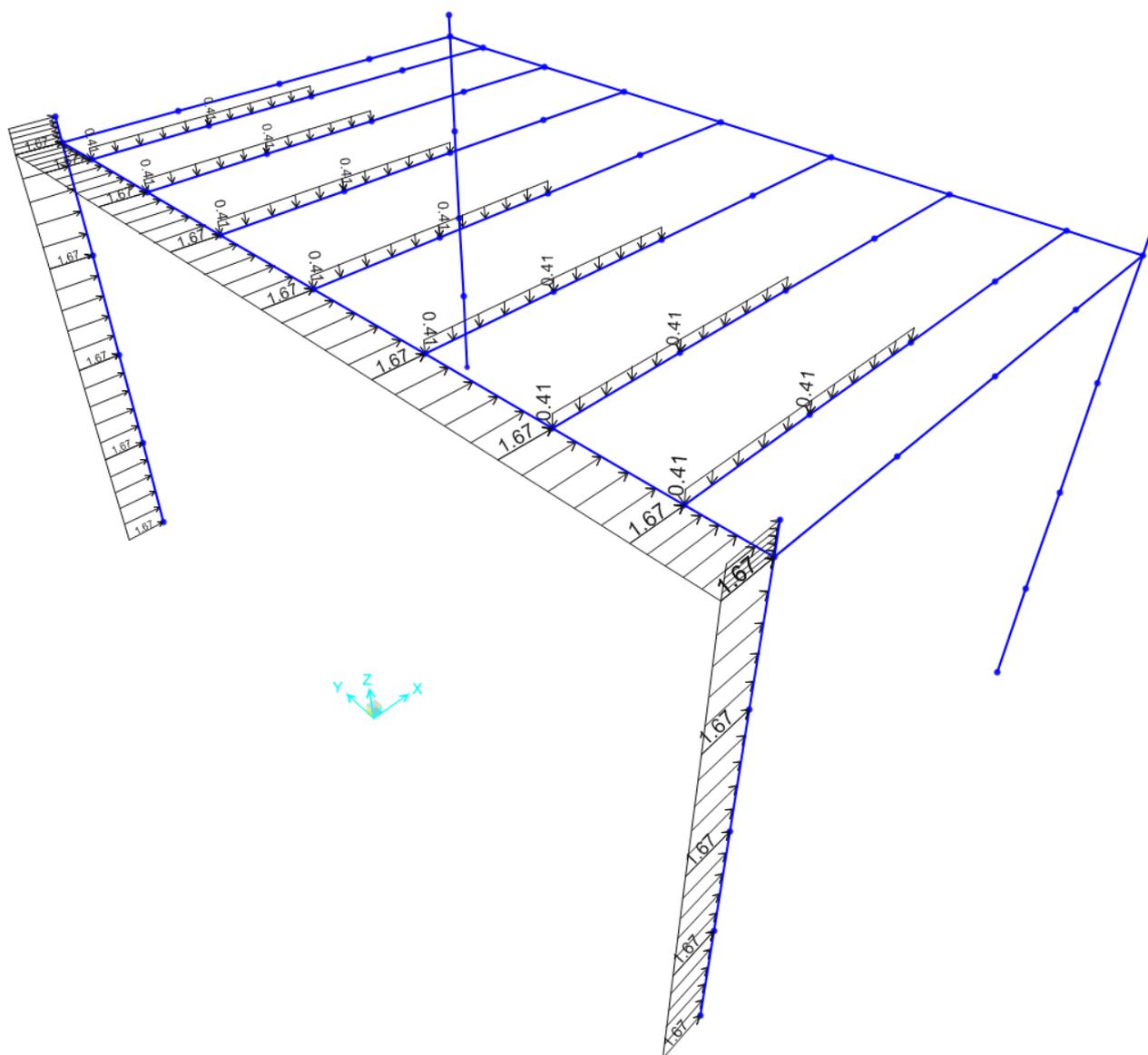
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	31 di 126



**Figura 11 – Vento in direzione longitudinale (caso 3)**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	32 di 126



**Figura 12 – Vento in direzione longitudinale (caso 4)**

## 5.5.2 Vento in direzione Y

### Azione normale sulla copertura

Per il vento che spira in direzione trasversale (Y), la struttura presenta pareti ortogonali alla direzione del vento. Tuttavia, in accordo alle prescrizioni della Circolare 2019, ai fini del calcolo delle pressioni sulla

copertura si fa nuovamente riferimento al paragrafo C3.3.8.2 (Tettoie), dal momento che le aperture su due facce dell'edificio sono superiori al 30% della superficie totale.

#### C3.3.8.5 PRESSIONI INTERNE

Le pressioni interne agli edifici dipendono dalla superficie delle aperture che questi presentano verso l'esterno. Si possono verificare i tre casi seguenti:

##### Caso 1

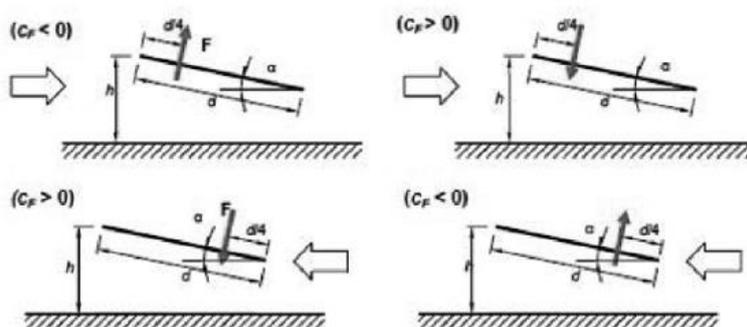
Se per almeno due facce dell'edificio l'area totale delle aperture presenti su ciascuna faccia supera il 30% della superficie totale della faccia stessa si applicano le prescrizioni riportate nel § C3.3.8.2 (tettoie).

In questo caso è stato cautelativamente considerato un grado di bloccaggio (rapporto tra l'area esposta al vento di eventuali ostruzioni presenti al di sotto della tettoia e l'area totale della superficie al di sotto della tettoia) pari a 1, corrispondente a una situazione in cui lo spazio al di sotto della tettoia risulta completamente ostruito. L'azione del vento sulla copertura si schematizza come una pressione normale alla superficie della stessa, la cui risultante può essere diretta sia verso il basso che verso l'alto, con intensità tuttavia diverse nei due casi. La struttura è stata schematizzata come una tettoia a singola falda con giacitura sub-orizzontale. Il coefficiente di forza per tettoie a singola falda si ottiene come segue:

Tabella C3.3.XV - Coefficienti di forza per tettoie a semplice falda ( $\alpha$  in  $^\circ$ ).

Valori positivi	Tutti i valori di $\varphi$	$c_F = +0,2 + \alpha/30$
Valori negativi	$\varphi = 0$	$c_F = -0,5 - 1,3 \cdot \alpha/30$
	$\varphi = 1$	$c_F = -1,4$

Per il calcolo della tettoia si considerano le condizioni di carico più gravose tra quelle indicate nella Figura C3.3.22, dove la forza risultante è considerata agente ad un quarto dell'estensione della copertura rispetto al bordo sopravvento.



Tettoie a semplice falda: posizione del punto di applicazione della forza risultante in funzione della direzione di provenienza del vento e della direzione della forza

Figura C3.3.22

Tale carico è stato applicato come azione verticale uniformemente distribuita sulle tre travi secondarie più esterne in direzione Y, in modo da posizionare la risultante a un quarto della luce della copertura in direzione trasversale, considerando le aree di influenza di ciascuna trave. Il calcolo è sintetizzato a seguire:

### Vento direzione Y - copertura - C3.3.8.2 tettoie

$\varphi$ (grado di bloccaggio)	1	assunto
pendenza trasversale	1%	
angolo falda	0.57	°
angolo falda considerato	0	°

cf+	0.20
cf- fi=0	-0.5
cf- fi=1	-1.4
cf- interpolato	-1.4

#### Vento normale copertura

quota estradosso copertura	4.1	m
Ce (z)	1.708	
pressione verso il basso (cf+)	0.19	kN/m <sup>2</sup>
pressione verso l'alto (cf-)	-1.31	kN/m <sup>2</sup>
lunghezza f.t. copertura	4.25	m
larghezza f.t. copertura	6.92	m

Azione totale verso il basso su copertura	5.51	kN
Azione totale verso l'alto su copertura	-38.54	kN

d	6.92	m
d/4	1.73	m
posiz. Trasversale carico	1.73	m

si applica il carico sui tre travetti esterni

n. travi secondarie	3.00	
L travi secondarie	3.80	m
carico distribuito verso il basso	0.48	kN/m
carico distribuito verso l'alto	-3.38	kN/m



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	35 di 126

### Azione sul bordo sopravento della copertura

Sulla faccia sopravento della chiusura laterale della copertura (spessore 0.5 m) è stata applicata l'azione normale del vento. Per il coefficiente di pressione si è fatto riferimento a una trave isolata a sezione piena (Circolare 2019 – C3.3.8.6.1). Tale azione è stata applicata come carico orizzontale uniformemente distribuito sulle travi di bordo.

#### Vento su faccia sopravento copertura

Cp	2.4	trave piena
spessore f.t. copertura	0.5	m
Ce (z)	1.708	
Pressione normale P	2.25	kN/m <sup>2</sup>
carico lineare	1.12	kN/m

### Azione tangenziale del vento sulla copertura

L'azione tangente per unità di superficie parallela alla direzione del vento è data dall'espressione:

$$p_f = q_r \cdot C_e \cdot C_f$$

dove:

$q_r$ ,  $C_e$  sono stati definiti precedentemente;

$C_f$  - coefficiente d'attrito, funzione della scabrezza della superficie sulla quale il vento esercita l'azione tangente.

Facendo riferimento ai coefficienti d'attrito riportati in tabella C3.3.XIX (Circolare 2019) si assume un valore di 0.04, relativo a superficie molto scabra (ondulata, etc.).

Tale azione è stata applicata come carico orizzontale uniformemente distribuito sulle travi di bordo.

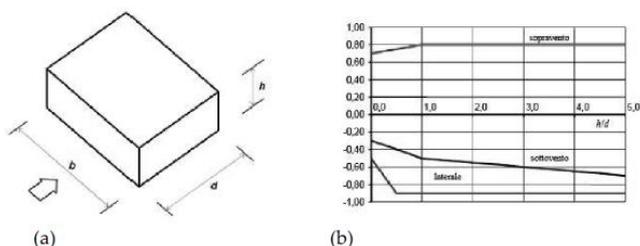
Pertanto, sviluppando l'espressione relativa all'azione tangenziale del vento si ottiene il seguente valore.

#### Vento tangenziale copertura - Y

Cf	0.04	sup molto scabra
quota estradosso copertura	4.1	m
lunghezza f.t. copertura	4.25	m
larghezza f.t. copertura	6.92	m
numero superfici (sopra)	2	
Ce (z)	1.708	
Pressione tangenziale Pf	0.04	kN/m <sup>2</sup>
Azione totale su copertura	2.20	kN
carico su trave di bordo sopravento	0.579	kN/m

### Azione normale sulle pareti verticali

Per il vento che spira in direzione trasversale (Y), la struttura presenta pareti ortogonali alla direzione del vento. Su tali pareti l'azione normale del vento è stata calcolata in conformità al §3.3.8.1.1 della Circolare 2019.



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

Viste le aperture presenti sulle facce laterali, entrambe le pareti tamponate sono state cautelativamente considerate sopravvento, pertanto si adottato il corrispondente coefficiente di pressione.

Tale azione è stata applicata alle quattro colonne come un carico uniformemente distribuito in direzione trasversale.

#### Pareti Verticali - C3.3.8.1

Altezza fabbricato h	4.1	m
dimensione parallela al vento d	6.92	m
h/d	0.59	
Cpe faccia sopravvento	0.76	

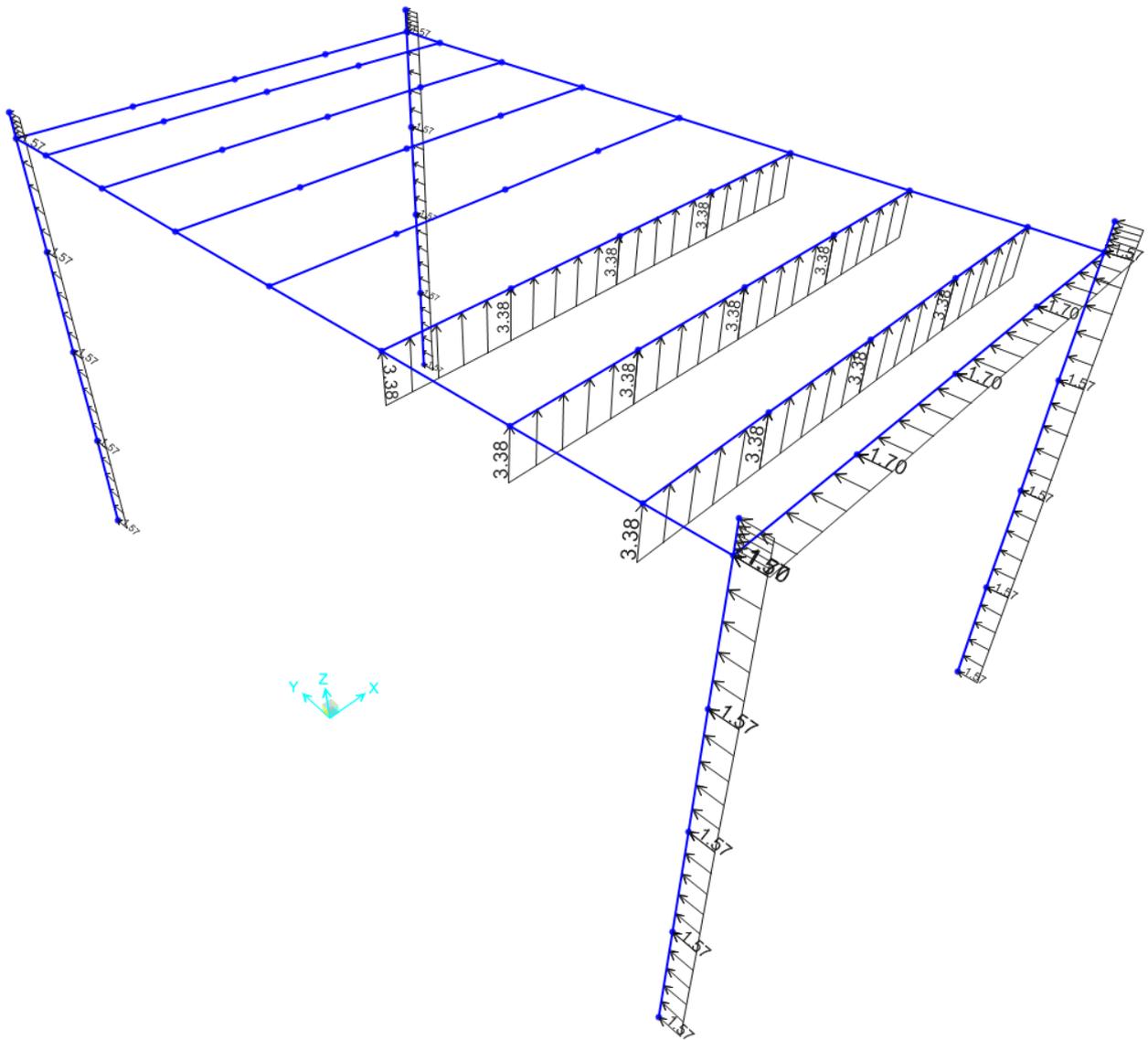
vista l'area delle aperture, si considera il caso tettoia.

Per le due pareti chiuse si considera il coefficiente di pressione per parete sopravvento

Ce (z)	1.708	
Pressione normale P	0.71	kN/m <sup>2</sup>
quota estradosso copertura	4.1	m
lunghezza parete	4.25	m
azione totale	12.38	kN
Carico su pilastri (4)	1.57	kN/m

### Combinazione dei contributi

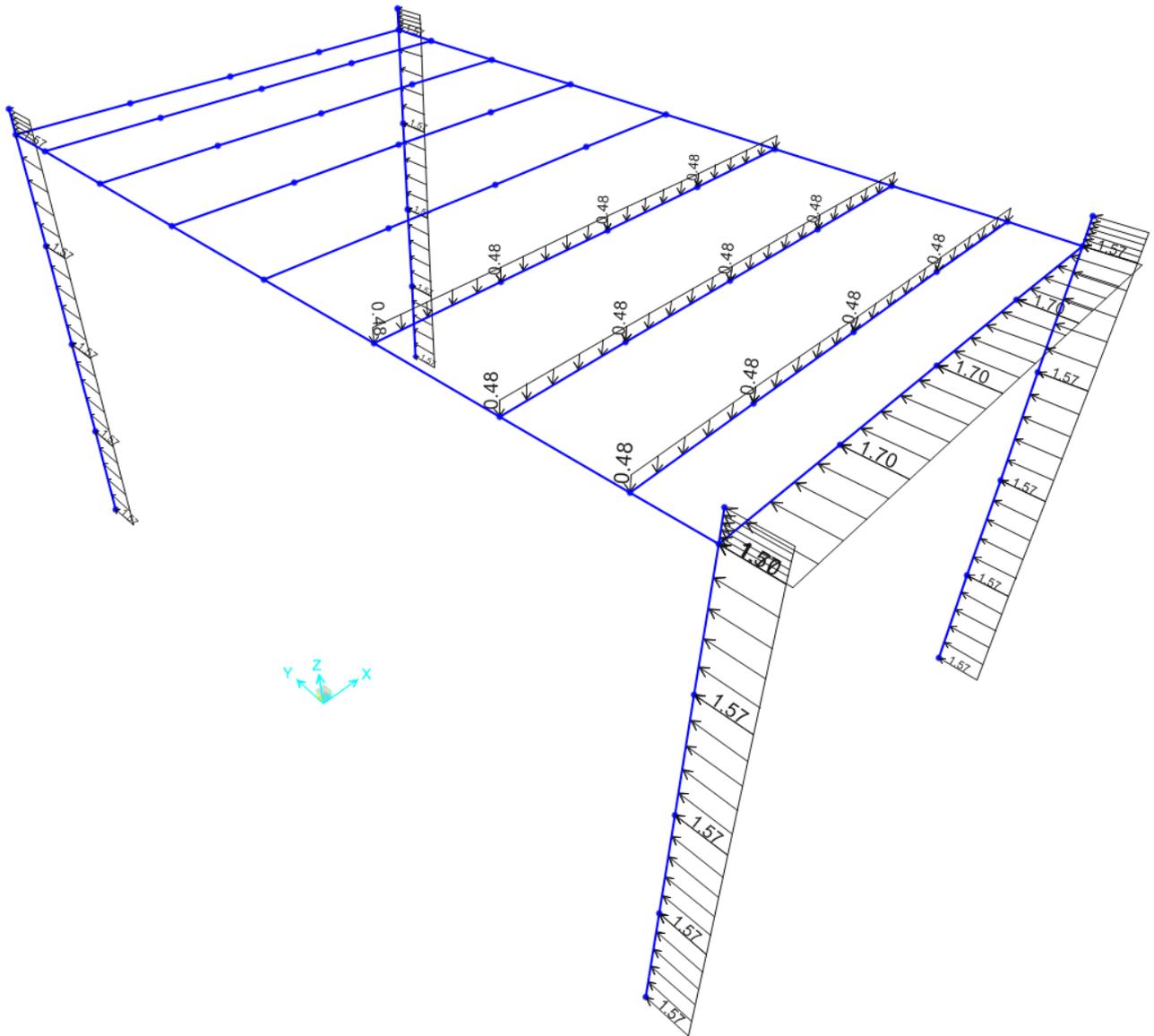
Le azioni del vento descritte sopra sono da ritenersi contemporanee tra loro, pertanto sono state applicate simultaneamente nel modello di calcolo, considerando di volta in volta le condizioni di carico che producono le sollecitazioni massime sulle varie membrature, per un totale di 4 casi di vento in direzione trasversale, come illustrato nelle figure successive.



**Figura 13 – Vento in direzione trasversale (caso 1)**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

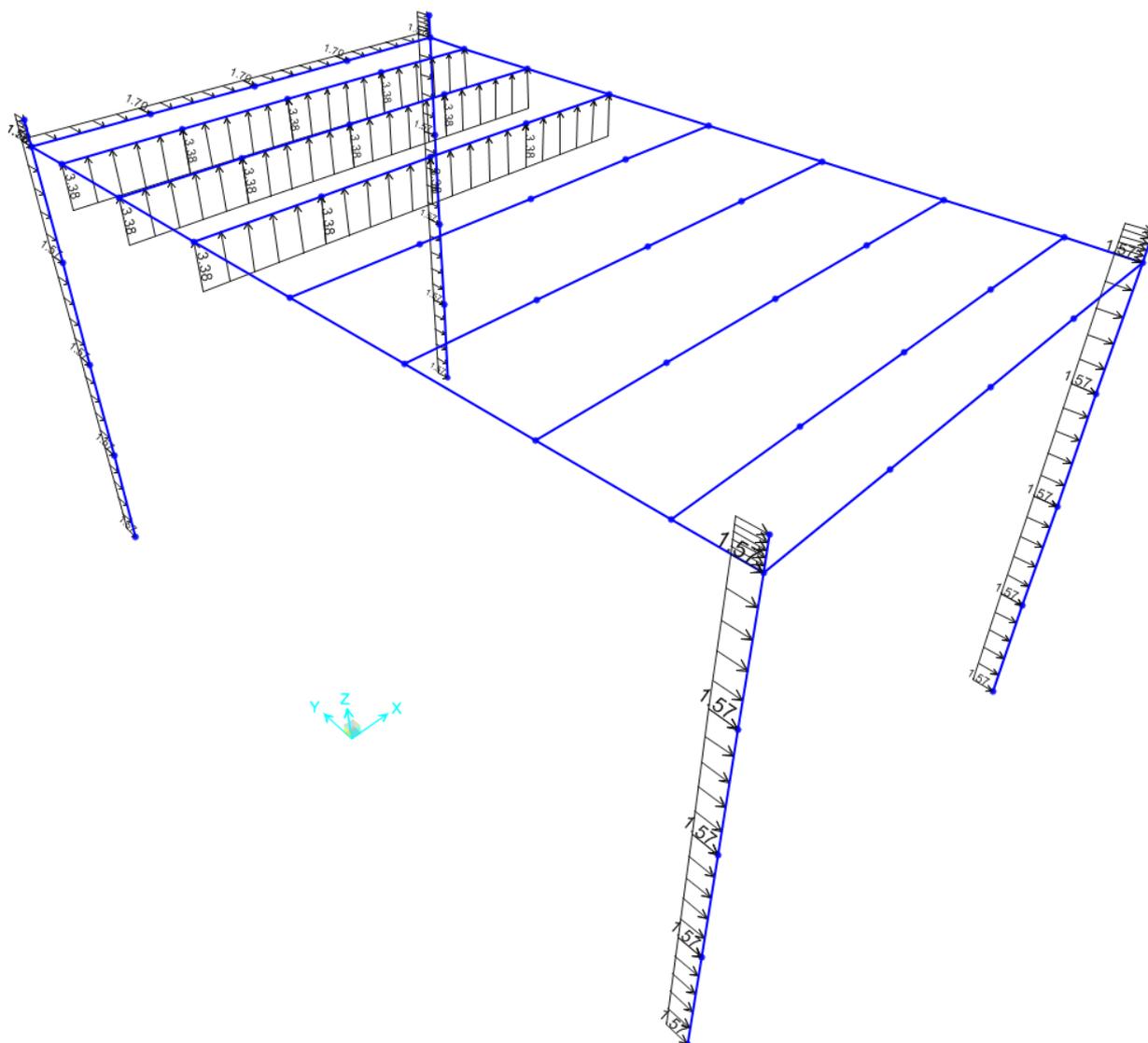
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	38 di 126



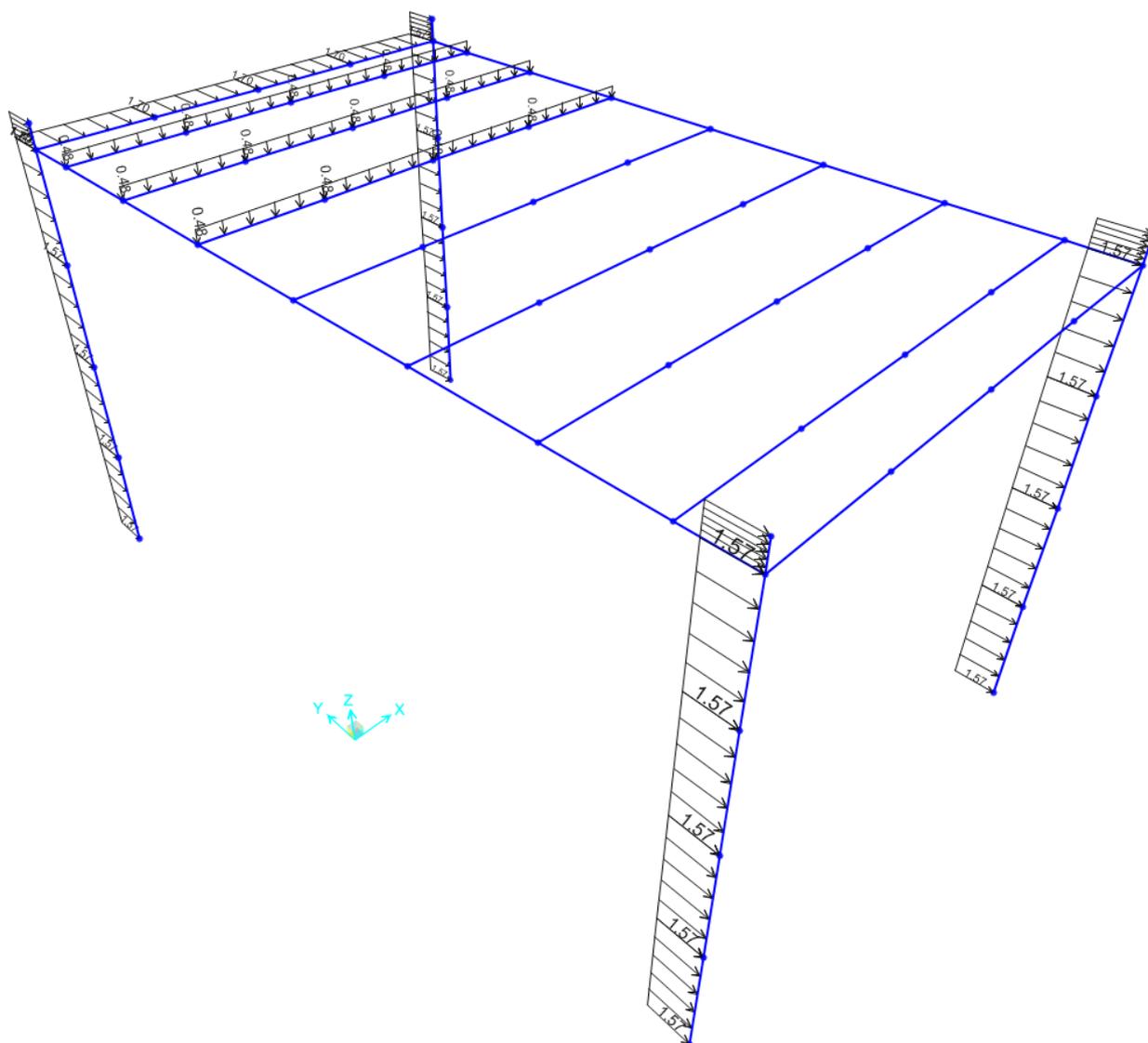
**Figura 14 – Vento in direzione trasversale (caso 2)**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	39 di 126



**Figura 15 – Vento in direzione trasversale (caso 3)**



**Figura 16 – Vento in direzione trasversale (caso 4)**

## 5.6 Variazioni termiche

Nel caso in cui la temperatura non costituisca azione fondamentale per la sicurezza o per la efficienza funzionale della struttura è consentito tener conto, per gli edifici, della sola componente  $T_u$ , ricavandola direttamente dalla Tab. 3.5.II delle NTC 2018 che viene riportata nel seguito.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	41 di 126

Tabella 3.5.II – Valori di  $\Delta T_u$  per gli edifici

Tipo di struttura	$\Delta T_u$
Strutture in c.a. e c.a.p. esposte	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in c.a. e c.a.p. protette	$\pm 10 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio esposte	$\pm 25 \text{ }^\circ\text{C}$
Strutture in acciaio protette	$\pm 15 \text{ }^\circ\text{C}$

Si considerano pertanto le due condizioni di carico elementare:

**Temp+)**  $\Delta T = +25 \text{ }^\circ\text{C}$

**Temp-)**  $\Delta T = -25 \text{ }^\circ\text{C}$

## 5.7 Azione aerodinamica dovuta al traffico ferroviario

Tale azione è stata trascurata in quanto la velocità di progetto della linea risulta ampiamente inferiore rispetto alla velocità minima (120 km/h) per cui tali azioni sono specificate.

	<b>LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA</b> <b>P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA</b> <b>LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI</b>					
	FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni	COMMESSA <b>RS3Y</b>	LOTTO 1B	CODIFICA D 10 RH	DOCUMENTO FV 01 0C 002	REV. A

## 5.8 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.

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:

$a_g$  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.

Gli spettri di risposta di progetto sono stati definiti per tutti gli stati limite considerati, e, note la latitudine e la longitudine del sito, si sono ricavati i valori dei parametri necessari alla definizione dell’azione sismica e quindi del relativo spettro di risposta. Più avanti sono indicati i valori di  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T_c^*$  necessari per la determinazione delle azioni sismiche.

### 5.8.1 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. Per la definizione della Vita Nominale da assegnare ad ogni singolo manufatto facente parte di una infrastruttura ferroviaria si rimanda al “MANUALE DI PROGETTAZIONE DELLE OPERE CIVILI” - RFI DTC SI AM MA IFS 001 A del 28.03.2018.

TIPO DI COSTRUZIONE <sup>(1)</sup>	Vita Nominale [ $V_N$ ] <sup>(1)</sup>
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITA’ 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	$\geq 100$ <sup>(2)</sup>
(1) - La medesima $V_N$ si applica anche ad apparecchi di appoggio, coprigiunti e impermeabilizzazione delle stesse opere. (2) - Da definirsi per il singolo progetto a cura di RFI.	

**Tabella 2: Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione.**

Tenendo conto delle indicazioni precedenti le strutture di progetto avranno **Vita Nominale  $V_N = 50$  anni**.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	43 di 126

### 5.8.2 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.

TIPO DI COSTRUZIONE	Classe d'uso	Coefficiente d'uso [C <sub>U</sub> ]
GRANDI STAZIONI	C IV	2,0
OPERE D'ARTE DEL SISTEMA DI GRANDE VIABILITÀ FERROVIARIA	C III	1,5
ALTRE OPERE D'ARTE	C II	1,0

**Tabella 3: Tabella Classe d'uso Coeff. d'uso in funzione del tipo di costruzione per l'infrastruttura ferroviaria.**

Per le strutture di progetto si considera una **classe d'uso tipo III con coefficiente d'uso C<sub>U</sub>=1.5 per la Stazione Ospedale/Cisternazzi**, in quanto si è assunto cautelativamente che le banchine siano potenzialmente suscettibili di grande affollamento.

### 5.8.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V<sub>R</sub> che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V<sub>N</sub> per il coefficiente d'uso C<sub>U</sub> :

$$V_R = V_N \cdot C_U = 50 \cdot 1.5 = 75 \text{ anni (Stazione Ospedale /Cisternazzi).}$$

#### 5.8.4 Valutazione dei parametri di pericolosità sismica

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 l'espressione:

$$T_R = -\frac{V_R}{\ln(1 - P_{VR})} = -\frac{Cu \cdot V_N}{\ln(1 - P_{VR})}$$

	STATO LIMITE	$P_{VR}$ : probabilità di superamento nel periodo di riferimento
<b>SLE</b>	SLO - Stato Limite di Operatività	81%
	SLD - Stato Limite di Danno	63%
<b>SLU</b>	SLV - Stato Limite di salvaguardia della Vita	10%
	SLC - Stato Limite di prevenzione del Collasso	5%

**Tabella 4: Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato.**

da cui si ottiene la seguente Tab.:

Stati limite		Valori in anni del periodo di ritorno $T_R$ al variare del periodo di riferimento $V_R$ (anni)
<b>SLE</b>	<b>SLO</b>	45
	<b>SLD</b>	75
<b>SLU</b>	<b>SLV</b>	712
	<b>SLC</b>	1462

**Tabella 5: Probabilità di superamento  $P_{VR}$  al variare dello stato limite considerato.**

Per il sito in esame, in base ai parametri precedentemente adottati, il periodo  $T_R$  in corrispondenza dello stato limite ultimo SLV è pari a  $T_R = 712$  anni.

Le strutture di progetto avranno quindi i seguenti parametri sismici:

- vita nominale  $V_N = 50$ ;
- periodo di riferimento pari a  $V_R = 75$ ;
- il periodo  $T_R$  in corrispondenza dello SLV sarà pari a  $T_R = 712$  anni.

### 5.8.5 Categorie di Sottosuolo

I terreni di progetto possono essere caratterizzati come appartenenti a terreni di **Categoria B**.

### 5.8.6 Condizioni topografiche

In condizioni topografiche superficiali semplici si può adottare la seguente classificazione:

Categoria	Caratteristiche della superficie topografica
T1	Superficie pianeggiante, pendii e rilievi isolati con inclinazione media $i \leq 15^\circ$
T2	Pendii con inclinazione media $i > 15^\circ$
T3	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $15^\circ \leq i \leq 30^\circ$
T4	Rilievi con larghezza in cresta molto minore che alla base e inclinazione media $i > 30^\circ$

**Tabella 6: Classificazione topografica superfici.**

Le categorie topografiche appena definite si riferiscono a configurazioni geometriche prevalentemente bidimensionali, creste o dorsali allungate, e devono essere considerate nella definizione dell'azione sismica se di altezza maggiore di 30 m. L'area interessata risulta classificabile come **T1**.

### 5.8.7 Amplificazione Stratigrafica e Topografica

In riferimento a quanto indicato nelle NTC2018 per la definizione dello spettro elastico in accelerazione è necessario valutare il valore del coefficiente  $S = S_S \cdot S_T$  e di  $C_C$  in base alla categoria di sottosuolo e alle condizioni topografiche; si fa riferimento nella valutazione dei coefficienti che sono riportati di seguito:

Categoria sottosuolo	$S_S$	$C_C$
A	1,00	1,00
B	$1,00 \leq 1,40 - 0,40 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \leq 1,70 - 0,60 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \leq 2,40 - 1,50 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,80$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \leq 2,00 - 1,10 \cdot F_0 \cdot \frac{a_g}{g} \leq 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

**Tabella 7: Tabella delle espressioni per  $S_S$  e  $C_C$ .**

	<b>LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI</b>					
	FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni	COMMESSA RS3Y	LOTTO 1B	CODIFICA D 10 RH	DOCUMENTO FV 01 0C 002	REV. A

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera dell'intervento	S <sub>T</sub>
T1	-	1,0
T2	In corrispondenza della sommità del pendio	1,2
T3	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,2
T4	In corrispondenza della cresta del rilievo	1,4

**Tabella 8: Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S<sub>T</sub>.**

### 5.8.8 Parametri sismici di calcolo

**FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO**

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 
LATITUDINE:

Ricerca per comune
 REGIONE: 
PROVINCIA: 
COMUNE:

**Elaborazioni grafiche**

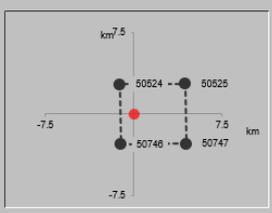
Grafici spettri di risposta

Variabilità dei parametri

**Elaborazioni**

Tabella parametri

**Nodi del reticolo intorno al sito**



**Reticolo di riferimento**

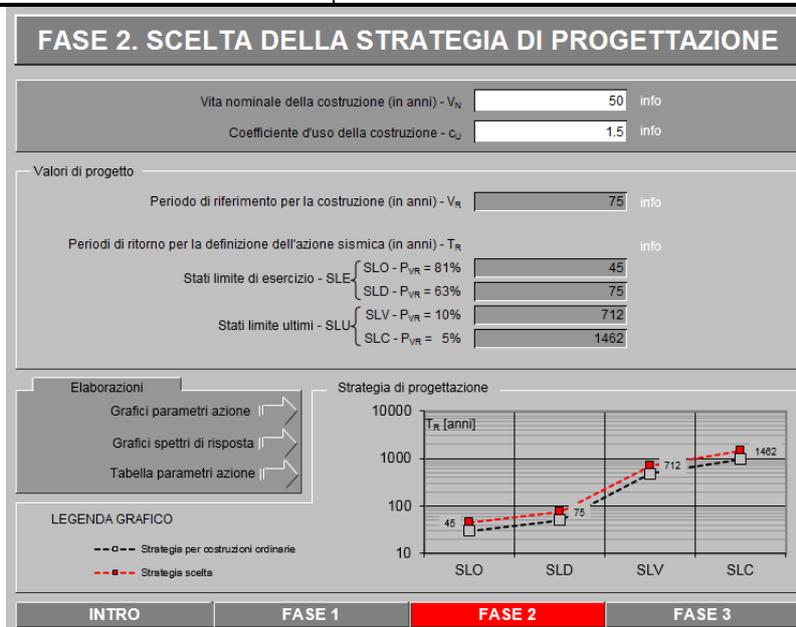


Sito esterno al reticolo  
 Interpolazione su 3 nodi  
 Interpolazione corretta

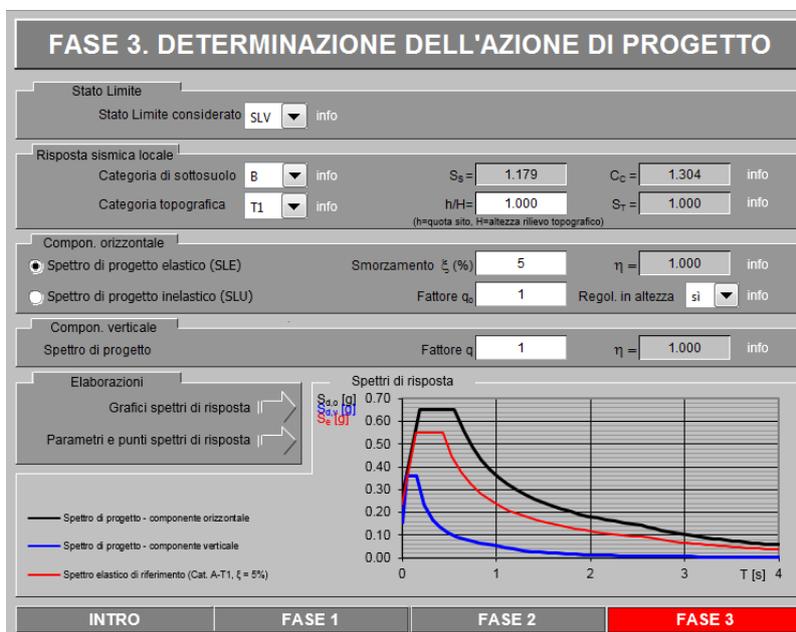
Interpolazione:

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, a "Ricerca per coordinate".

**Figura 17: Individuazione della pericolosità del sito (Fase 1).**



**Figura 18: Scelta della strategia di progettazione (Fase 2).**



**Figura 19: Determinazione dell'azione di progetto (Fase 3).**

**Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato \$LV**

**Parametri indipendenti**

STATO LIMITE	SLV
$a_g$	0.236 g
$F_o$	2.346
$T_c$	0.428 s
$S_s$	1.179
$C_c$	1.304
$S_T$	1.000
$q$	1.000

**Parametri dipendenti**

$S$	1.179
$\eta$	1.000
$T_B$	0.186 s
$T_C$	0.558 s
$T_D$	2.543 s

**Espressioni dei parametri dipendenti**

$$S = S_s \cdot S_T \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.5})$$

$$\eta = \sqrt{10/(5+\xi)} \geq 0,55; \eta = 1/q \quad (\text{NTC-08 Eq. 3.2.6; §. 3.2.3.5})$$

$$T_B = T_c / 3 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.8})$$

$$T_C = C_c \cdot T_c \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.7})$$

$$T_D = 4,0 \cdot a_g / g + 1,6 \quad (\text{NTC-07 Eq. 3.2.9})$$

**Espressioni dello spettro di risposta (NTC-08 Eq. 3.2.4)**

$$0 \leq T < T_B \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left[ \frac{T}{T_B} + \frac{1}{\eta \cdot F_o} \left( 1 - \frac{T}{T_B} \right) \right]$$

$$T_B \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o$$

$$T_C \leq T < T_D \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C}{T} \right)$$

$$T_D \leq T \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_o \cdot \left( \frac{T_C T_D}{T^2} \right)$$

Lo spettro di progetto  $S_e(T)$  per le verifiche agli Stati Limite Ultimi è ottenuto dalle espressioni dello spettro elastico  $S_e(T)$  sostituendo  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura. (NTC-08 § 3.2.3.5)

**Punti dello spettro di risposta**

	T [s]	Se [g]
	0.000	0.278
$T_B$ ←	0.186	0.652
$T_C$ ←	0.558	0.652
	0.652	0.558
	0.747	0.487
	0.841	0.432
	0.936	0.389
	1.031	0.353
	1.125	0.323
	1.220	0.298
	1.314	0.277
	1.409	0.258
	1.503	0.242
	1.598	0.228
	1.692	0.215
	1.787	0.204
	1.881	0.193
	1.976	0.184
	2.071	0.176
	2.165	0.168
	2.260	0.161
	2.354	0.155
	2.449	0.149
$T_D$ ←	2.543	0.143
	2.613	0.136
	2.682	0.129
	2.751	0.122
	2.821	0.116
	2.890	0.111
	2.959	0.106
	3.029	0.101
	3.098	0.096
	3.168	0.092
	3.237	0.088
	3.306	0.085
	3.376	0.081
	3.445	0.078
	3.514	0.075
	3.584	0.072
	3.653	0.069
	3.723	0.067
	3.792	0.064
	3.861	0.062
	3.931	0.060
	4.000	0.058

**Figura 20: Spettro orizzontale di progetto: valori.**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	49 di 126

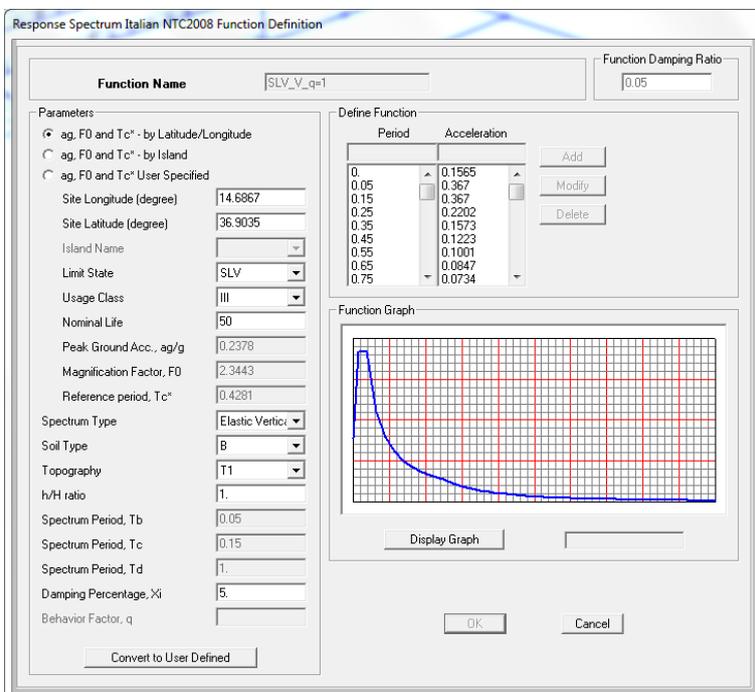
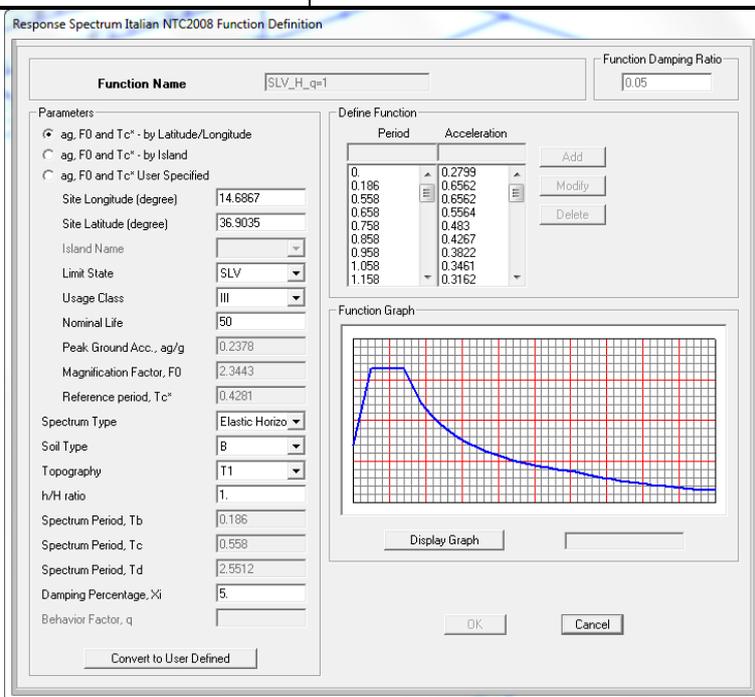


Figura 21: Implementazione Spettri di risposta SLV nel modello di calcolo



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	50 di 126

### 5.8.9 Comportamento strutturale

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 3.2.4 - NTC2018  $\eta$  con  $1/q$ , dove  $q$  è il fattore di struttura.

Vista la tipologia della struttura si ritiene ragionevole considerare un comportamento strutturale non dissipativo e quindi adottare un coefficiente di struttura  $q=1$ .

### 5.8.10 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

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

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

Per quanto concerne le aliquote di carico dovute alle azioni accidentali la NTC2018 prevede di utilizzare dei coefficienti di combinazione ( $\psi_{2j}$ ) che per quanto riguarda la neve risultano pari a 0.0. In questo modo le masse significative per la determinazione degli effetti sismici sono quelle dovute ai soli carichi permanenti.

### 5.8.11 Analisi dinamica lineare

Nell'analisi dinamica lineare o analisi modale con spettro di risposta 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.

Devono essere considerati tutti i modi di vibrare con massa partecipante significativa, ovvero tutti i modi con massa partecipante superiore al 5% e comunque un numero di modi la cui massa partecipante totale sia superiore all'85%. Nel caso in esame sono stati considerati 100 modi. 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 punto 7.3.3.1 delle NTC2018.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	51 di 126

La risposta della struttura viene calcolata separatamente per ciascuna delle componenti dell'azione sismica; gli effetti sulla struttura, in termini di sollecitazioni e spostamenti, sono poi combinati applicando la seguente espressione:

$$1.00 \cdot E_x + 0.30 \cdot E_y + 0.30 \cdot E_z$$

con rotazione dei coefficienti moltiplicativi.

## 6 COMBINAZIONI DI CARICO

Le verifiche degli elementi strutturali vengono condotte in accordo con le NTC2018 secondo il metodo agli stati limite.

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni (2.5.3 – NTC2018).

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

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

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili:

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

- Combinazione caratteristica (frequente), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

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

- Combinazione caratteristica (quasi permanente), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine (SLE):

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

- Combinazione sismica impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E:

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

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A<sub>d</sub>:

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	52 di 126

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

Dove:

- Azioni Permanenti (G);
- Azioni Variabili (Q);
- Azioni di Precompressione (P);
- Azioni Eccezionali (A);
- Azioni Sismiche (E);

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

		Coefficiente	EQU	A1	A2
		$\gamma_F$			
Carichi permanenti $G_1$	Favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	Sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali $G_2^{(1)}$	Favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,8	0,8	0,8
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Azioni variabili Q	Favorevoli	$\gamma_{Q1}$	0,0	0,0	0,0
	Sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

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

**Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Le combinazioni delle azioni che sono state adottate per lo SLU e lo SLE sono riportate nella tabella seguente, indicando nella casella, corrispondente all'azione coinvolta, il moltiplicatore dei carichi in funzione della combinazione considerata. Si precisa che, data la simmetria della struttura, si sono individuate le combinazioni delle azioni tali da risultare maggiormente gravose e sbilanciati per la costruzione in esame. Inoltre, per la valutazione degli effetti più gravosi ai fini delle verifiche, per le sollecitazioni per cui sussistono più casi di carico come da analisi dei carichi precedente (vento, termica, etc.) è stato di volta in volta effettuato il numero rilevante di combinazioni di carico (che qui non si riportano per brevità) e valutato il caso peggiore.

Per quanto concerne la combinazione delle altre azioni con l'azione sismica è necessario garantire il rispetto degli stati limite, quali definiti al punto 3.2.1 – NTC2018, effettuando opportune verifiche di sicurezza. Ciascuna di esse garantisce, per ogni stato limite, quindi per il corrispettivo livello di azione sismica, il raggiungimento di una data prestazione da parte della costruzione nel suo complesso. Le verifiche di sicurezza da effettuare sono riepilogate in funzione della classe d'uso nella tabella C7.3.III – Circolare 2019. A riguardo, si evidenzia che le verifiche allo stato limite di collasso (SLC) devono essere eseguite necessariamente sulle sole costruzioni provviste di isolamento sismico. Pertanto, per la struttura, allo stato limite ultimo, si è proceduto alla sola verifica nei confronti dello stato limite di salvaguardia della Vita (SLV).



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	54 di 126

## SLE CARATTERISTICA

Combo	1	2	3	4
G1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1
q_copertura	1	0	0	0
Q_neve	0.5	1	0.5	0.5
Vento	0.6	0.6	1	0.6
Termica	0.6	0.6	0.6	1

## SLU

Combo	1	2	3	4
G1	1.3	1.3	1.3	1.3
G2	1.5	1.5	1.5	1.5
q_copertura	1.5	0	0	0
Q_neve	0.75	1.5	0.75	0.75
Vento	0.9	0.9	1.5	0.9
Termica	0.9	0.9	0.9	1.5

## SLV

Combo	1	2	3	4	5	6
G1	1	1	1	1	1	1
G2	1	1	1	1	1	1
SLV_X	1	0.3	0.3	-1	-0.3	-0.3
SLV_Y	0.3	1	0.3	-0.3	-1	-0.3
SLV_Z	0.3	0.3	1	-0.3	-0.3	-1



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	55 di 126

## 7 MODELLO DI CALCOLO

### Descrizione del modello di calcolo

Il sistema costruttivo che caratterizza la struttura in acciaio è formato da un insieme coordinato di profili in acciaio collegati tra loro essenzialmente attraverso l'utilizzo di piatti, piastre ed unioni meccaniche bullonate. Il metodo utilizzato per la determinazione delle caratteristiche di sollecitazione e delle deformazioni per i vari elementi strutturali prevede un approccio preliminare basato sulla modellazione della struttura attraverso un processo di discretizzazione agli elementi finiti con riferimento ad un modello elastico. Il modello utilizzato nell'analisi strutturale è di tipo spaziale, elaborato mediante il software *SAP2000 v.15.2.1* in grado di implementare una struttura tridimensionale.

Gli elementi strutturali sono stati schematizzati mediante l'utilizzo di elementi monodimensionali tipo *frame*. Essi presentano caratteristiche meccaniche in accordo con le proprietà dei materiali e delle sezioni che li rappresentano. Ciascuna asta è stata posizionata in corrispondenza dell'asse baricentrico degli elementi strutturali.

Le colonne in acciaio si considerano incastrate alla base. Le colonne sono collegate in testa alle travi trasversali, le quali presentano una sezione a doppio T. Il collegamento che si ottiene può essere assimilato ad un vincolo di continuità a completo ripristino.

Le travi longitudinali hanno anche esse sezione a doppio T e sono collegate alle colonne con giunti assimilabili ad un semplice appoggio.

Le travi secondarie sono formate da profili a doppio T tipo IPE 160. In corrispondenza delle travi trasversali, le travi secondarie sono collegate tramite giunti bullonati, previa opportuna sagomatura, realizzando uno schema di trave appoggiata su luce di 3.8 m.

Laddove i vincoli sono schematizzabili come cerniere, nel modello di calcolo sono stati applicati opportuni rilasci ai gradi di libertà corrispondenti.

I controventi di falda e di parete sono collegati all'orditura principale in modo da non trasmettere torsione e momento.

Il materiale considerato nel modello è rappresentativo dell'acciaio utilizzato per la carpenteria metallica.

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	56 di 126

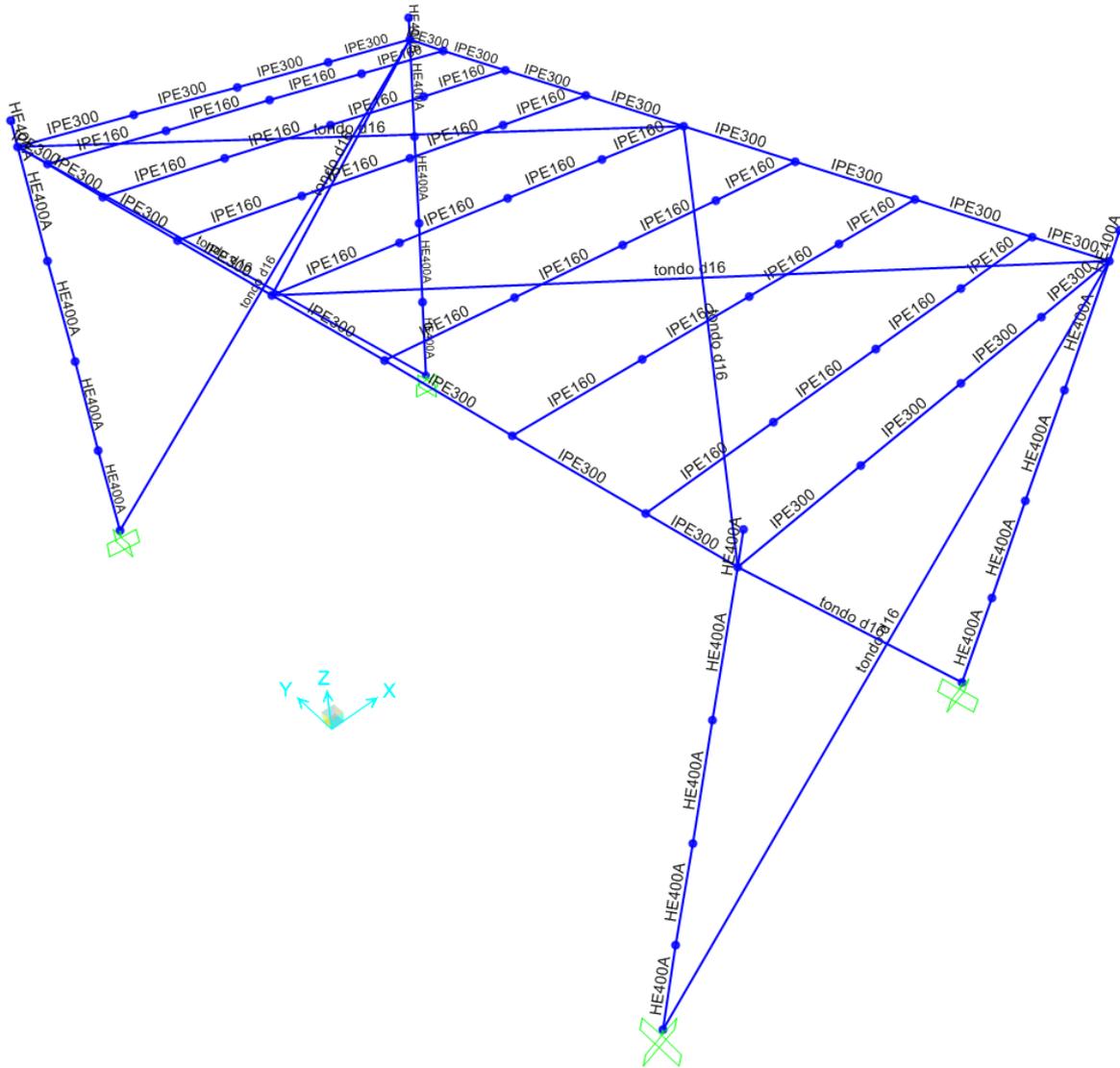
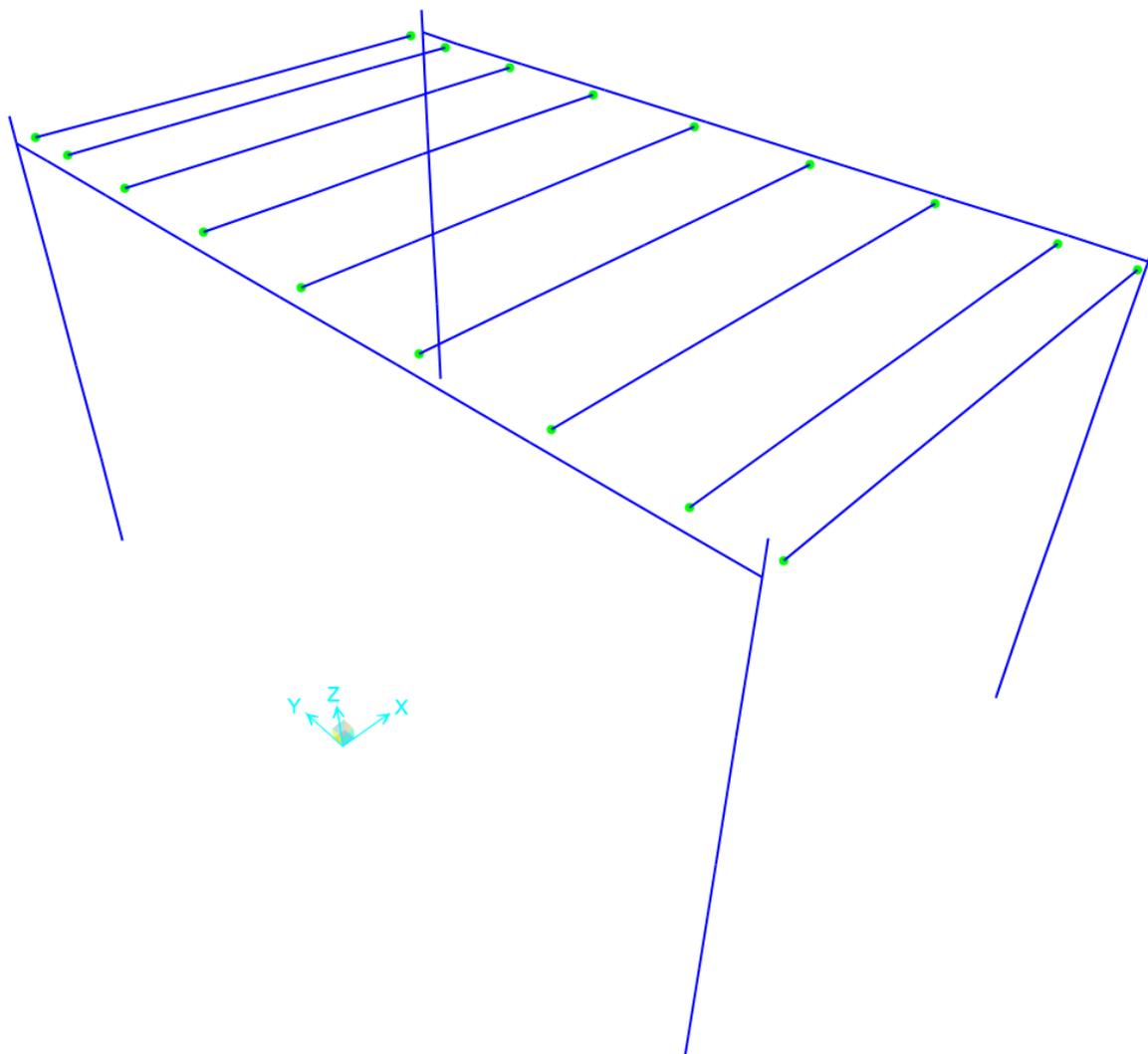


Figura 22 - Assi degli elementi strutturali

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	57 di 126



**Figura 23: Indicazione dei rilasci sui gradi di libertà flessionali (controventi rimossi dalla vista per maggiore chiarezza)**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di  
accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e  
elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	58 di 126

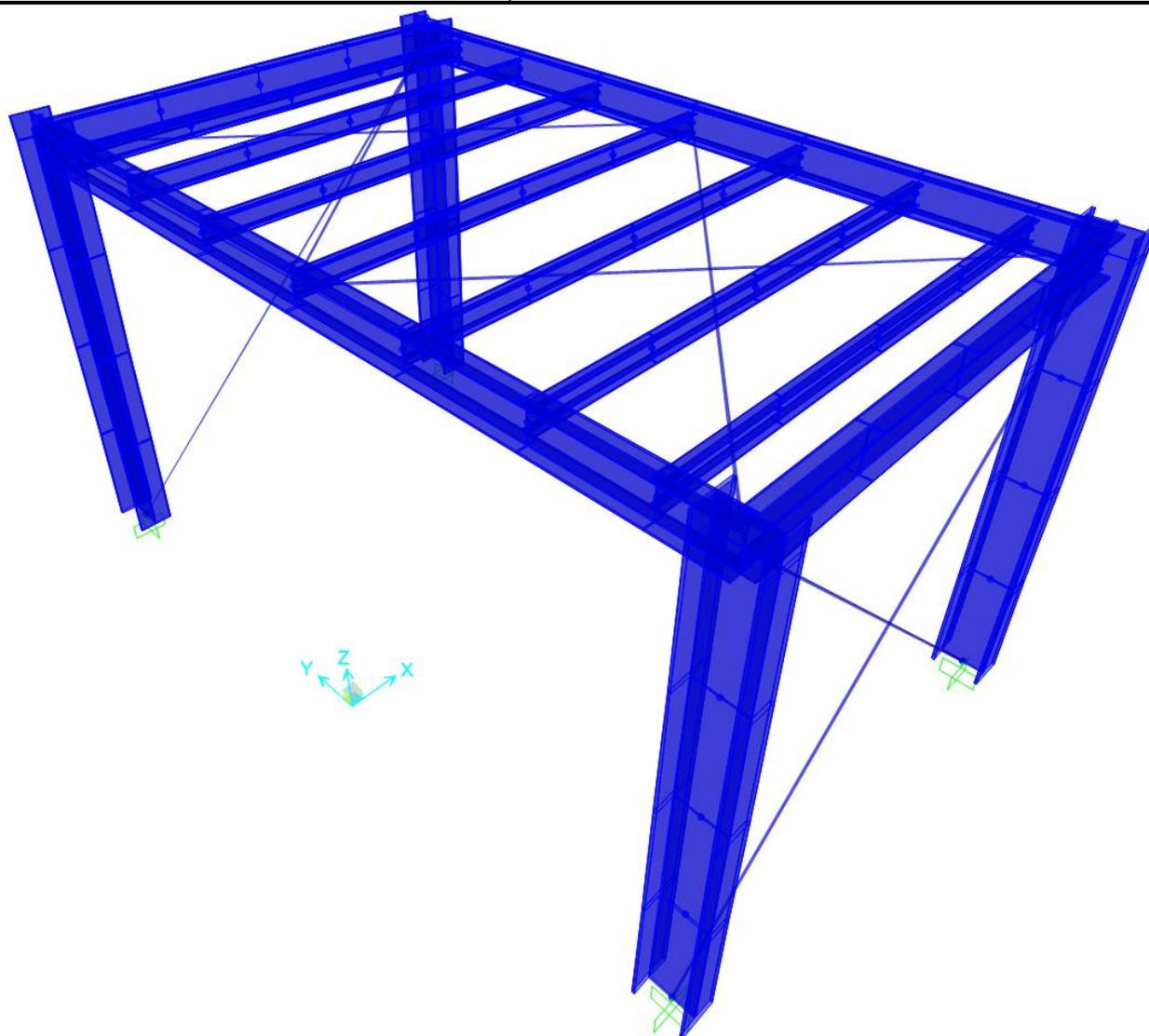


Figura 24 - Vista estrusa del modello



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	59 di 126

## 8 VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE

### 8.1 Verifiche allo SLU

Nel paragrafo seguente si riportano le verifiche di resistenza per gli elementi strutturali in elevazione.

#### 8.1.1 Pilastri HE400A

##### 8.1.1.1 Sezione di sommità

Nelle tabelle seguente sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	P	V2	V3	T	M2	M3
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	18.0	0.0	0.5	0.0	-0.1	-11.8
SLU_2	-30.3	-3.9	0.3	0.0	-0.1	21.7
SLU_3	-27.9	-2.3	0.8	0.0	-0.1	17.5
SLU_4	-26.9	1.1	-0.1	0.0	-0.1	16.0
SLU_5	8.0	7.3	1.8	0.0	-0.1	-8.3
SLU_6	-24.1	-15.4	0.6	0.0	-0.1	27.6
SLU_7	-20.2	-15.1	0.6	0.0	-0.1	25.2
SLU_8	-18.1	-16.9	0.9	0.0	-0.1	24.0
SLV_1	-3.1	-1.4	1.3	0.1	-0.1	11.6
SLV_2	-6.5	2.3	0.4	0.0	-0.1	14.4
SLV_3	-5.4	-0.5	0.4	0.0	-0.1	14.0
SLV_4	-18.6	-5.5	-1.2	-0.1	-0.1	7.0
SLV_5	-15.2	-9.3	-0.3	0.0	-0.1	4.1
SLV_6	-16.4	-6.4	-0.3	0.0	-0.1	4.5

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
<b>HE 400 A</b>	125	390	300	11	19	27	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	IT (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
159	45070	2311	2562	16.84	8564	570.9	872.9	7.34	189	2942000



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	60 di 126

## Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	16.90	kN
Av,z	5735.00	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	1119.47	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.02</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	1.83	kN
Av,y	12028.00	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	2347.86	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	872900	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	295.12	kNm
Med,z	0.13	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	15900	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	5375.71	kN
Ned	30.31	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	61 di 126

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	144.50	mm	sbalzo ala
t	19.00	mm	spessore ala
ε	0.81		
C/t	7.61		
limite classe 1	7.32		
limite classe 2	8.14		
limite classe 3	11.39		
Classe profilo	2	(flessione)	
proprietà sezione	plastico		
W,y	2562000	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
Mc,Rd,y	866.20	kNm	
Med,y	27.64	kNm	
Med/Mc,Rd	<b>0.03</b>		
Check	<b>ok</b>		

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.283	
---	-------	--

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	17.95	11.82	0.08	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	30.31	21.74	0.11	0.01	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	27.90	17.47	0.11	0.01	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	26.92	15.98	0.11	0.01	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	8.01	8.27	0.13	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	24.14	27.64	0.11	0.00	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	20.23	25.15	0.11	0.00	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	18.13	24.04	0.11	0.00	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	3.08	11.61	0.06	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	6.54	14.42	0.08	0.00	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	5.36	14.04	0.07	0.00	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	18.64	6.95	0.11	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	15.19	4.15	0.09	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	16.37	4.52	0.09	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	62 di 126

## Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	15900	mm <sup>2</sup>
Wy	2311000	mm <sup>3</sup>
Wz	570900	mm <sup>3</sup>
Avz	5735.00	mm <sup>2</sup>
Avy	12028	mm <sup>2</sup>

	$\sigma_N$	$\sigma_{M2}$	$\sigma_{M3}$	$\sigma_{Max}$	$\tau_{V2}$	$\tau_{V3}$	$\sigma_{VM}$	$\sigma_{VM}/f_{yd}$	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	1.13	0.15	5.11	6.39	0.00	0.05	6.39	0.02	ok
SLU_2	-1.91	0.19	9.41	-11.50	0.68	0.02	11.56	0.03	ok
SLU_3	-1.75	0.19	7.56	-9.50	0.40	0.06	9.53	0.03	ok
SLU_4	-1.69	0.19	6.92	-8.80	0.19	0.01	8.80	0.03	ok
SLU_5	0.50	0.23	3.58	4.31	1.28	0.15	4.86	0.01	ok
SLU_6	-1.52	0.19	11.96	-13.67	2.69	0.05	14.44	0.04	ok
SLU_7	-1.27	0.19	10.88	-12.35	2.63	0.05	13.16	0.04	ok
SLU_8	-1.14	0.19	10.40	-11.73	2.95	0.07	12.80	0.04	ok
SLV_1	-0.19	0.10	5.02	-5.32	0.24	0.11	5.34	0.02	ok
SLV_2	-0.41	0.13	6.24	-6.78	0.41	0.03	6.82	0.02	ok
SLV_3	-0.34	0.13	6.08	-6.54	0.09	0.03	6.55	0.02	ok
SLV_4	-1.17	0.19	3.01	-4.37	0.96	0.10	4.68	0.01	ok
SLV_5	-0.96	0.16	1.79	-2.91	1.61	0.03	4.04	0.01	ok
SLV_6	-1.03	0.16	1.96	-3.14	1.11	0.03	3.69	0.01	ok



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	63 di 126

### 8.1.1.2 Sezione di base

Nelle tabelle seguente sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
<b>SLU_1</b>	9.8	8.8	0.5	0.0	2.0	4.8
<b>SLU_2</b>	-42.6	-3.9	0.3	0.0	0.9	7.1
<b>SLU_3</b>	-40.2	-2.3	0.8	0.0	2.7	8.8
<b>SLU_4</b>	-39.2	1.1	-0.1	0.0	-0.4	20.0
<b>SLU_5</b>	-0.1	7.3	-7.5	0.0	-10.8	19.2
<b>SLU_6</b>	-36.5	-20.7	0.6	0.0	2.0	-40.2
<b>SLU_7</b>	-32.6	-23.9	0.6	0.0	2.0	-48.1
<b>SLU_8</b>	-30.5	-22.2	0.9	0.0	3.3	-49.3
<b>SLV_1</b>	-11.9	-1.2	2.3	0.1	6.8	2.1
<b>SLV_2</b>	-15.3	2.9	0.7	0.0	2.1	14.1
<b>SLV_3</b>	-13.9	-0.3	0.7	0.0	2.1	3.0
<b>SLV_4</b>	-27.6	-5.7	-2.3	-0.1	-6.7	-9.5
<b>SLV_5</b>	-24.2	-9.8	-0.7	0.0	-2.0	-21.5
<b>SLV_6</b>	-25.6	-6.6	-0.7	0.0	-2.0	-10.4

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
<b>HE 400 A</b>	125	390	300	11	19	27	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	IT (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
159	45070	2311	2562	16.84	8564	570.9	872.9	7.34	189	2942000

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	64 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	23.94	kN
Av,z	5735.00	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	1119.47	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.02</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd <= 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	7.55	kN
Av,y	12028.00	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	2347.86	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd <= 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	144.50	mm
t	19.00	mm
ε	0.81	
C/t	7.61	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	2	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	2562000	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	866.20	kNm
Med,y	49.29	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.06</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala

modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	872900	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	295.12	kNm
Med,z	10.85	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.04</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	15900	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	5375.71	kN
Ned	42.63	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	65 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.283
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	9.80	4.80	1.96	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	42.63	7.14	0.88	0.01	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	40.22	8.79	2.71	0.01	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	39.24	19.99	0.40	0.01	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.14	19.24	10.85	0.00	866.20	295.12	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	36.46	40.16	1.97	0.01	866.20	295.12	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	32.55	48.05	1.97	0.01	866.20	295.12	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	30.45	49.29	3.25	0.01	866.20	295.12	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	11.88	2.14	6.81	0.00	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	15.33	14.15	2.07	0.00	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	13.94	3.01	2.07	0.00	866.20	295.12	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	27.65	9.52	6.73	0.01	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	24.20	21.52	1.99	0.00	866.20	295.12	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	25.58	10.39	1.99	0.00	866.20	295.12	<b>0.02</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	15900	mm <sup>2</sup>
Wy	2311000	mm <sup>3</sup>
Wz	570900	mm <sup>3</sup>
Avz	5735.00	mm <sup>2</sup>
Avy	12028	mm <sup>2</sup>

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	0.62	3.43	2.08	6.13	1.54	0.05	6.68	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	-2.68	1.54	3.09	-7.31	0.68	0.02	7.40	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	-2.53	4.74	3.80	-11.08	0.40	0.06	11.10	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	-2.47	0.70	8.65	-11.82	0.19	0.01	11.82	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	-0.01	19.00	8.32	-27.34	1.28	0.63	27.45	<b>0.08</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	-2.29	3.46	17.38	-23.13	3.61	0.05	23.96	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	-2.05	3.46	20.79	-26.30	4.17	0.05	27.27	<b>0.08</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	-1.92	5.70	21.33	-28.94	3.87	0.07	29.71	<b>0.09</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	-0.75	11.94	0.93	-13.61	0.21	0.19	13.62	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	-0.96	3.63	6.12	-10.72	0.51	0.06	10.75	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	-0.88	3.63	1.30	-5.81	0.05	0.06	5.82	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-1.74	11.79	4.12	-17.65	1.00	0.19	17.74	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	-1.52	3.49	9.31	-14.32	1.71	0.05	14.63	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	-1.61	3.49	4.50	-9.59	1.15	0.05	9.80	<b>0.03</b>	<b>ok</b>



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	66 di 126

### Verifica stabilità compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.3.1 - asse forte

L	3950	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	1.0		coefficiente per schema statico
LO	3950.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>y</sub>	450'700'000.00	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia
A	15900	mm <sup>2</sup>	
N <sub>cr,y</sub>	59870.43408	kN	N critico euleriano
$\lambda$	0.31		snellezza normalizzata
h/b	1.30		
curva instabilità	a		
$\alpha$	0.21		fattore di imperfezione
$\Phi$	0.558		
X	0.976		
N <sub>b,Rd</sub>	5007.39	kNm	
N <sub>ed</sub>	42.63	kNm	
N <sub>ed</sub> /N <sub>b,Rd</sub>	<b>0.01</b>		
Check	<b>ok</b>		

### Verifica stabilità compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.3.1 - asse debole

L	3950	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	1.0		coefficiente per schema statico
LO	3950.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	85'640'000.00	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia
A	15900	mm <sup>2</sup>	
N <sub>cr,z</sub>	11'376.31	kN	N critico euleriano
$\lambda$	0.70		snellezza normalizzata
h/b	1.30		
curva instabilità	b		
$\alpha$	0.34		fattore di imperfezione
$\Phi$	0.834		
X	0.781		
N <sub>b,Rd</sub>	4008.75	kNm	
N <sub>ed</sub>	42.63	kNm	
N <sub>ed</sub> /N <sub>b,Rd</sub>	<b>0.01</b>		
Check	<b>ok</b>		

### Verifica stabilità pressoflessione - circolare NTC 2018 §C4.2.4.1.3.3.1

A	15900	mm <sup>2</sup>
W <sub>y</sub>	2562000	mm <sup>3</sup>
W <sub>z</sub>	872900	mm <sup>3</sup>
X <sub>min</sub>	0.781	
N <sub>cr,y</sub>	59870.43408	kN
N <sub>cr,z</sub>	11'376.31	kN

$$\frac{N_{Ed} \cdot \gamma_{M1}}{\chi_{min} \cdot f_{yk} \cdot A} + \frac{M_{y_{eq,Ed}} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_y \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,y}}\right)} + \frac{M_{z_{eq,Ed}} \cdot \gamma_{M1}}{f_{yk} \cdot W_z \cdot \left(1 - \frac{N_{Ed}}{N_{cr,z}}\right)} \leq 1$$



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	67 di 126

	Ned	M,z_base	M,z_sommità	M,z_a	M,z_b	Mz_eq,ED	M,y_base	M,y_sommità	M,y_a	M,y_b	M,y_eq,ED	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	-9.8	2.0	0.1	2.0	0.1	1.1	4.8	11.8	11.8	4.8	5.2	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	42.6	0.9	0.1	0.9	0.1	0.5	7.1	21.7	21.7	7.1	10.2	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	40.2	2.7	0.1	2.7	0.1	1.6	8.8	17.5	17.5	8.8	7.0	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	39.2	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2	20.0	16.0	20.0	16.0	8.0	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.1	10.8	0.1	10.8	0.1	6.5	19.2	8.3	19.2	8.3	8.2	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	36.5	2.0	0.1	2.0	0.1	1.1	40.2	27.6	40.2	27.6	16.1	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	32.6	2.0	0.1	2.0	0.1	1.1	48.1	25.2	48.1	25.2	19.2	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	30.5	3.3	0.1	3.3	0.1	1.9	49.3	24.0	49.3	24.0	20.0	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	11.9	6.8	0.1	6.8	0.1	4.1	2.1	11.6	11.6	2.1	6.1	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	15.3	2.1	0.1	2.1	0.1	1.2	14.1	14.4	14.4	14.1	5.8	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	13.9	2.1	0.1	2.1	0.1	1.2	3.0	14.0	14.0	3.0	7.2	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	27.6	6.7	0.1	6.7	0.1	4.0	9.5	7.0	9.5	7.0	3.8	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	24.2	2.0	0.1	2.0	0.1	1.2	21.5	4.1	21.5	4.1	11.3	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	25.6	2.0	0.1	2.0	0.1	1.2	10.4	4.5	10.4	4.5	4.4	<b>0.02</b>	<b>ok</b>



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	68 di 126

## 8.1.2 Travi trasversali IPE300

### 8.1.2.1 Sezione in campata

Nelle tabelle seguente sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
<b>SLU_1</b>	-5.5	3.4	1.8	0.0	0.9	16.5
<b>SLU_2</b>	-5.5	3.4	1.8	0.0	0.9	16.5
<b>SLU_3</b>	-5.0	2.8	3.1	0.0	1.5	14.4
<b>SLU_4</b>	-0.5	2.7	1.8	0.0	0.9	14.8
<b>SLU_5</b>	-4.3	-1.1	3.1	0.0	1.5	-5.5
<b>SLU_6</b>	-8.0	0.3	3.1	0.0	1.5	0.6
<b>SLU_7</b>	-9.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	3.5
<b>SLU_8</b>	-9.0	-0.9	0.0	0.0	0.0	3.5
<b>SLV_1</b>	0.5	1.8	3.1	0.0	2.3	6.4
<b>SLV_2</b>	-1.3	2.7	0.9	0.0	0.7	6.4
<b>SLV_3</b>	-0.9	2.4	0.9	0.0	0.7	8.2
<b>SLV_4</b>	-7.4	0.5	-3.1	0.0	-2.3	4.8
<b>SLV_5</b>	-5.6	-0.4	-0.9	0.0	-0.7	4.9
<b>SLV_6</b>	-6.0	0.0	-0.9	0.0	-0.7	3.1

## Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
<b>IPE 300</b>	42.2	300	150	7.1	10.7	15	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	IT (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
53.81	8356	557.1	628.4	12.46	603.8	80.5	125.2	3.35	20.12	125900



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	69 di 126

## Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
γm0	1.05	
γm1	1.10	
γm2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	70 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	3.38	kN
Av,z	2567.97	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	3.11	kN
Av,y	3402.94	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	664.25	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	71.45	mm
t	10.70	mm
ε	0.81	
C/t	6.68	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	628400	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	212.46	kNm
Med,y	16.52	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.08</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala

modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	125200	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	42.33	kNm
Med,z	2.26	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.05</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	5381	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	1819.29	kN
Ned	8.99	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	71 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.403
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	5.46	16.52	0.90	0.00	212.46	42.33	<b>0.10</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	5.47	16.52	0.90	0.00	212.46	42.33	<b>0.10</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	4.98	14.40	1.51	0.00	212.46	42.33	<b>0.10</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.54	14.75	0.90	0.00	212.46	42.33	<b>0.09</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	4.30	5.49	1.51	0.00	212.46	42.33	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	8.02	0.64	1.51	0.00	212.46	42.33	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	8.99	3.48	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	8.99	3.48	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.52	6.43	2.26	0.00	212.46	42.33	<b>0.08</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	1.27	6.40	0.68	0.00	212.46	42.33	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.89	8.18	0.68	0.00	212.46	42.33	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	7.37	4.83	2.26	0.00	212.46	42.33	<b>0.08</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	5.59	4.86	0.68	0.00	212.46	42.33	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	5.96	3.08	0.68	0.00	212.46	42.33	<b>0.03</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm <sup>2</sup>
Wy	557100	mm <sup>3</sup>
Wz	80500	mm <sup>3</sup>
Avz	2567.97	mm <sup>2</sup>
Avy	3402.94	mm <sup>2</sup>

	$\sigma_N$	$\sigma_{M2}$	$\sigma_{M3}$	$\sigma_{Max}$	$\tau_{V2}$	$\tau_{V3}$	$\sigma_{VM}$	$\sigma_{VM}/f_{yd}$	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	-1.02	11.24	29.65	-41.90	1.32	0.54	41.98	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	-1.02	11.24	29.65	-41.91	1.32	0.54	41.98	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	-0.92	18.70	25.85	-45.48	1.11	0.90	45.55	<b>0.13</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	-0.10	11.21	26.48	-37.79	1.04	0.54	37.85	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	-0.80	18.72	9.85	-29.37	0.44	0.90	29.42	<b>0.09</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	-1.49	18.74	1.15	-21.39	0.12	0.90	21.45	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	-1.67	0.05	6.25	-7.97	0.36	0.00	7.99	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	-1.67	0.05	6.25	-7.97	0.36	0.00	7.99	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.10	28.07	11.55	39.72	0.70	0.91	39.77	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	-0.24	8.44	11.50	-20.17	1.06	0.27	20.26	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	-0.17	8.44	14.68	-23.29	0.92	0.28	23.35	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-1.37	28.03	8.67	-38.07	0.20	0.91	38.11	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	-1.04	8.40	8.72	-18.16	0.16	0.27	18.17	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	-1.11	8.40	5.54	-15.05	0.02	0.27	15.05	<b>0.04</b>	<b>ok</b>



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	72 di 126

## Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	6400	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L <sub>0</sub>	3200.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	6038000	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia asse debole
J <sub>t</sub>	201200	mm <sup>4</sup>	inerzia torsionale primaria
J <sub><math>\omega</math></sub>	1.259E+11	mm <sup>6</sup>	inerzia torsionale secondaria
M <sub>cr</sub>	225.839	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
W <sub>y</sub>	628400	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
$\lambda_{LT}$	0.99		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
$\alpha_{LT}$	0.34		fattore di imperfezione
$\beta$	0.75		
K <sub>x</sub>	1.00		
$\lambda_{LT0}$	0.40		
$\Psi$	0.90		diagramma momenti SLU
k <sub>c</sub>	0.968		
f	0.985		
$\Phi_{LT}$	0.971		
X <sub>LT</sub>	0.714		fattore di riduzione per instabilità
M <sub>b,Rd</sub>	144.79	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	16.52	kNm	
Med/M <sub>b,Rd</sub>	<b>0.11</b>		
Check	<b>ok</b>		



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	73 di 126

### 8.1.2.2 Sezione in appoggio

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
<b>SLU_1</b>	-15.0	-24.0	0.0	0.0	0.0	-27.6
<b>SLU_2</b>	-15.0	-24.0	0.0	0.0	0.0	-27.6
<b>SLU_3</b>	-14.5	-20.1	0.0	0.0	0.0	-25.2
<b>SLU_4</b>	-16.5	-19.3	0.1	0.0	0.0	-24.0
<b>SLU_5</b>	4.3	17.6	0.0	0.0	0.0	15.1
<b>SLU_6</b>	1.6	-3.4	1.7	0.0	0.0	-1.8
<b>SLU_7</b>	0.6	7.5	0.0	0.0	0.0	5.0
<b>SLU_8</b>	0.6	7.5	0.0	0.0	0.0	5.0
<b>SLV_1</b>	1.7	-7.9	2.4	0.0	0.1	-6.9
<b>SLV_2</b>	2.8	-6.9	0.7	0.0	0.0	-4.1
<b>SLV_3</b>	0.3	-5.7	0.7	0.0	0.0	-4.5
<b>SLV_4</b>	-8.6	-10.7	-2.4	0.0	-0.1	-11.6
<b>SLV_5</b>	-9.7	-11.7	-0.7	0.0	0.0	-14.4
<b>SLV_6</b>	-7.2	-12.8	-0.7	0.0	0.0	-14.0

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
<b>IPE 300</b>	42.2	300	150	7.1	10.7	15	0

A (cm <sup>2</sup> )	I <sub>y</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>y</sub> (cm <sup>3</sup> )	W <sub>pl,y</sub> (cm <sup>3</sup> )	i <sub>y</sub> (cm)	I <sub>z</sub> (cm <sup>4</sup> )	W <sub>z</sub> (cm <sup>3</sup> )	W <sub>pl,z</sub> (cm <sup>3</sup> )	i <sub>z</sub> (cm)	I <sub>T</sub> (cm <sup>4</sup> )	I <sub>w</sub> (cm <sup>6</sup> )
53.81	8356	557.1	628.4	12.46	603.8	80.5	125.2	3.35	20.12	125900

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
γ <sub>m0</sub>	1.05	
γ <sub>m1</sub>	1.10	
γ <sub>m2</sub>	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	74 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	24.03	kN
Av,z	2567.97	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.05</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	2.43	kN
Av,y	3402.94	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	664.25	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	71.45	mm
t	10.70	mm
ε	0.81	
C/t	6.68	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	628400	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	212.46	kNm
Med,y	27.64	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.13</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala

modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	125200	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	42.33	kNm
Med,z	0.06	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	5381	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	1819.29	kN
Ned	16.48	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	75 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.403
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	15.02	27.64	0.00	0.01	212.46	42.33	<b>0.13</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	15.02	27.64	0.00	0.01	212.46	42.33	<b>0.13</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	14.51	25.17	0.00	0.01	212.46	42.33	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	16.48	24.04	0.00	0.01	212.46	42.33	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	4.32	15.12	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	1.56	1.79	0.04	0.00	212.46	42.33	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.60	5.03	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.60	5.03	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	1.74	6.92	0.06	0.00	212.46	42.33	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	2.82	4.11	0.02	0.00	212.46	42.33	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.32	4.50	0.02	0.00	212.46	42.33	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	8.59	11.59	0.06	0.00	212.46	42.33	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	9.67	14.40	0.02	0.01	212.46	42.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	7.17	14.02	0.02	0.00	212.46	42.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm <sup>2</sup>
Wy	557100	mm <sup>3</sup>
Wz	80500	mm <sup>3</sup>
Avz	2567.97	mm <sup>2</sup>
Avy	3402.94	mm <sup>2</sup>

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	-2.79	0.00	49.61	-52.41	9.36	0.01	54.86	<b>0.16</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	-2.79	0.00	49.61	-52.41	9.36	0.01	54.86	<b>0.16</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	-2.70	0.00	45.18	-47.88	7.83	0.01	49.76	<b>0.15</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	-3.06	0.01	43.14	-46.21	7.52	0.02	48.01	<b>0.14</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.80	0.00	27.14	27.94	6.85	0.01	30.36	<b>0.09</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.29	0.46	3.22	3.97	1.32	0.51	4.66	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.11	0.00	9.04	9.15	2.90	0.01	10.44	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.11	0.00	9.04	9.15	2.90	0.01	10.44	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.32	0.80	12.43	13.55	3.07	0.71	14.61	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.52	0.24	7.38	8.15	2.68	0.21	9.39	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.06	0.24	8.07	8.37	2.24	0.21	9.23	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-1.60	0.80	20.81	-23.20	4.17	0.71	24.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	-1.80	0.24	25.85	-27.89	4.55	0.21	28.98	<b>0.09</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	-1.33	0.24	25.17	-26.74	5.00	0.21	28.11	<b>0.08</b>	<b>ok</b>



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	76 di 126

## Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	6400	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L <sub>0</sub>	3200.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	6038000	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia asse debole
J <sub>t</sub>	201200	mm <sup>4</sup>	inerzia torsionale primaria
J <sub><math>\omega</math></sub>	1.259E+11	mm <sup>6</sup>	inerzia torsionale secondaria
M <sub>cr</sub>	225.839	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
W <sub>y</sub>	628400	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
$\lambda_{LT}$	0.99		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
$\alpha_{LT}$	0.34		fattore di imperfezione
$\beta$	0.75		
K <sub>x</sub>	1.00		
$\lambda_{LT0}$	0.40		
$\Psi$	0.90		diagramma momenti SLU
k <sub>c</sub>	0.968		
f	0.985		
$\Phi_{LT}$	0.971		
X <sub>LT</sub>	0.714		fattore di riduzione per instabilità
M <sub>b,Rd</sub>	144.79	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
M <sub>ed</sub>	27.64	kNm	
M <sub>ed</sub> /M <sub>b,Rd</sub>	<b>0.19</b>		
Check	<b>ok</b>		



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	77 di 126

### 8.1.3 Travi longitudinali IPE300

#### 8.1.3.1 Sezione in campata

Nelle tabelle seguente sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	P	V2	V3	T	M2	M3
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	1.7	0.0	0.0	0.0	2.8	1.4
SLU_2	1.7	0.0	0.0	0.0	2.8	1.4
SLU_3	1.7	0.0	0.0	0.0	4.6	1.4
SLU_4	2.6	0.0	0.0	0.0	2.8	1.4
SLU_5	1.4	0.0	0.0	0.0	4.6	1.0
SLU_6	1.5	0.0	0.0	0.0	4.6	1.4
SLU_7	1.5	0.0	0.0	0.0	4.6	1.4
SLU_8	1.5	0.0	0.0	0.0	4.6	1.4
SLV_1	0.2	0.0	0.1	0.0	0.3	1.1
SLV_2	0.2	0.0	0.3	0.0	1.1	1.1
SLV_3	0.2	0.1	0.1	0.0	0.4	1.4
SLV_4	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.3	0.9
SLV_5	0.0	0.0	-0.3	0.0	-1.1	0.9
SLV_6	0.0	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	0.7

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
IPE 300	42.2	300	150	7.1	10.7	15	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	IT (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
53.81	8356	557.1	628.4	12.46	603.8	80.5	125.2	3.35	20.12	125900

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	78 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	0.11	kN
Av,z	2567.97	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	0.35	kN
Av,y	3402.94	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	664.25	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	71.45	mm
t	10.70	mm
ε	0.81	
C/t	6.68	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	628400	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	212.46	kNm
Med,y	1.38	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala  
modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	125200	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	42.33	kNm
Med,z	4.60	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.11</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	5381	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	1819.29	kN
Ned	2.65	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	79 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.403
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	1.70	1.36	2.76	0.00	212.46	42.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	1.70	1.36	2.76	0.00	212.46	42.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	1.67	1.36	4.60	0.00	212.46	42.33	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	2.65	1.36	2.76	0.00	212.46	42.33	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	1.41	0.98	4.60	0.00	212.46	42.33	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	1.49	1.36	4.60	0.00	212.46	42.33	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	1.49	1.36	4.60	0.00	212.46	42.33	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	1.49	1.36	4.60	0.00	212.46	42.33	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.22	1.13	0.35	0.00	212.46	42.33	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.15	1.14	1.15	0.00	212.46	42.33	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.15	1.38	0.35	0.00	212.46	42.33	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	0.08	0.91	0.35	0.00	212.46	42.33	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	0.01	0.90	1.15	0.00	212.46	42.33	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	0.01	0.65	0.35	0.00	212.46	42.33	<b>0.01</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm <sup>2</sup>
Wy	557100	mm <sup>3</sup>
Wz	80500	mm <sup>3</sup>
Avz	2567.97	mm <sup>2</sup>
Avy	3402.94	mm <sup>2</sup>

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	0.32	34.31	2.44	37.06	0.00	0.00	37.06	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	0.32	34.31	2.44	37.06	0.00	0.00	37.06	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	0.31	57.18	2.44	59.93	0.00	0.00	59.93	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.49	34.31	2.44	37.24	0.00	0.00	37.24	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.26	57.18	1.76	59.20	0.00	0.00	59.20	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.28	57.18	2.44	59.90	0.00	0.00	59.90	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.28	57.18	2.44	59.90	0.00	0.00	59.90	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.28	57.18	2.44	59.90	0.00	0.00	59.90	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.04	4.29	2.03	6.36	0.01	0.03	6.36	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.03	14.23	2.04	16.30	0.02	0.10	16.30	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.03	4.35	2.48	6.86	0.04	0.03	6.86	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-0.01	4.29	1.63	-5.93	0.01	0.03	5.93	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	0.00	14.23	1.61	-15.84	0.02	0.10	15.84	<b>0.05</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	0.00	4.35	1.17	-5.52	0.04	0.03	5.52	<b>0.02</b>	<b>ok</b>



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	80 di 126

## Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3800	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L <sub>0</sub>	1900.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	6038000	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia asse debole
J <sub>t</sub>	201200	mm <sup>4</sup>	inerzia torsionale primaria
J <sub><math>\omega</math></sub>	1.259E+11	mm <sup>6</sup>	inerzia torsionale secondaria
M <sub>cr</sub>	553.997	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
W <sub>y</sub>	628400	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
$\lambda_{LT}$	0.63		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
$\alpha_{LT}$	0.34		fattore di imperfezione
$\beta$	0.75		
K <sub>x</sub>	1.00		
$\lambda_{LT0}$	0.40		
$\Psi$	0.94		diagramma momenti SLU
k <sub>c</sub>	0.981		
f	0.991		
$\Phi_{LT}$	0.691		
X <sub>LT</sub>	0.910		fattore di riduzione per instabilità
M <sub>b,Rd</sub>	184.47	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	1.38	kNm	
Med/M <sub>b,Rd</sub>	<b>0.01</b>		
Check	<b>ok</b>		



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	81 di 126

### 8.1.3.2 Sezione in appoggio

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	<b>P</b>	<b>V2</b>	<b>V3</b>	<b>T</b>	<b>M2</b>	<b>M3</b>
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	1.7	-1.4	-2.9	0.0	0.0	0.0
SLU_2	1.7	-1.4	-2.9	0.0	0.0	0.0
SLU_3	1.7	-1.4	-4.8	0.0	0.0	0.0
SLU_4	2.6	-1.4	-2.9	0.0	0.0	0.0
SLU_5	1.4	-1.0	-4.8	0.0	0.0	0.0
SLU_6	1.5	-1.4	-4.8	0.0	0.0	0.0
SLU_7	1.5	-1.4	-4.8	0.0	0.0	0.0
SLU_8	1.5	-1.4	-4.8	0.0	0.0	0.0
SLV_1	0.5	-1.0	0.3	0.0	0.0	0.0
SLV_2	0.2	-1.0	0.9	0.0	0.0	0.0
SLV_3	0.2	-0.8	0.3	0.0	0.0	0.0
SLV_4	-0.3	-1.2	-0.3	0.0	0.0	0.0
SLV_5	-0.1	-1.2	-0.9	0.0	0.0	0.0
SLV_6	-0.1	-1.3	-0.3	0.0	0.0	0.0

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
<b>IPE 300</b>	42.2	300	150	7.1	10.7	15	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	IT (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
53.81	8356	557.1	628.4	12.46	603.8	80.5	125.2	3.35	20.12	125900

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	82 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	1.43	kN
Av,z	2567.97	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	4.85	kN
Av,y	3402.94	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	664.25	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	71.45	mm
t	10.70	mm
ε	0.81	
C/t	6.68	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	628400	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	212.46	kNm
Med,y	0.00	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala

modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	125200	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	42.33	kNm
Med,z	0.00	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	5381	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	1819.29	kN
Ned	2.65	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	83 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.403
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	1.70	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	1.70	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	1.67	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	2.65	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	1.41	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	1.49	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	1.49	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	1.49	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.49	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.23	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.23	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	0.35	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	0.09	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	0.09	0.00	0.00	0.00	212.46	42.33	<b>0.00</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm <sup>2</sup>
Wy	557100	mm <sup>3</sup>
Wz	80500	mm <sup>3</sup>
Avz	2567.97	mm <sup>2</sup>
Avy	3402.94	mm <sup>2</sup>

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	0.32	0.00	0.00	0.32	0.56	0.85	1.80	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	0.32	0.00	0.00	0.32	0.56	0.85	1.80	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	0.31	0.00	0.00	0.31	0.56	1.42	2.67	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.49	0.00	0.00	0.49	0.56	0.85	1.83	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.26	0.00	0.00	0.26	0.40	1.42	2.58	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.28	0.00	0.00	0.28	0.56	1.42	2.66	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.28	0.00	0.00	0.28	0.56	1.42	2.66	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.28	0.00	0.00	0.28	0.56	1.42	2.66	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.09	0.00	0.00	0.09	0.39	0.08	0.69	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.04	0.00	0.00	0.04	0.38	0.25	0.80	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.04	0.00	0.00	0.04	0.31	0.08	0.56	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-0.06	0.00	0.00	-0.06	0.45	0.08	0.79	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.45	0.25	0.90	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	-0.02	0.00	0.00	-0.02	0.52	0.08	0.92	<b>0.00</b>	<b>ok</b>



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	84 di 126

## Verifica stabilità flesso-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3800	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L <sub>0</sub>	1900.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	6038000	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia asse debole
J <sub>t</sub>	201200	mm <sup>4</sup>	inerzia torsionale primaria
J <sub><math>\omega</math></sub>	1.259E+11	mm <sup>6</sup>	inerzia torsionale secondaria
M <sub>cr</sub>	553.997	kNm	Mcritico instabilità flesso-torsionale
W <sub>y</sub>	628400	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
$\lambda_{LT}$	0.63		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
$\alpha_{LT}$	0.34		fattore di imperfezione
$\beta$	0.75		
K <sub>x</sub>	1.00		
$\lambda_{LT0}$	0.40		
$\Psi$	0.94		diagramma momenti SLU
k <sub>c</sub>	0.981		
f	0.991		
$\Phi_{LT}$	0.691		
X <sub>LT</sub>	0.910		fattore di riduzione per instabilità
M <sub>b,Rd</sub>	184.47	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
M <sub>ed</sub>	0.00	kNm	
M <sub>ed</sub> /M <sub>b,Rd</sub>	<b>0.00</b>		
Check	<b>ok</b>		



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	85 di 126

### 8.1.4 Travi secondarie IPE160 (arcarecci)

#### 8.1.4.1 Sezione in campata

Nelle tabelle seguente sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	P	V2	V3	T	M2	M3
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
SLU_2	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	6.5
SLU_3	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.7
SLU_4	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	5.2
SLU_5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-7.4
SLU_6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.8
SLU_7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.8
SLU_8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-4.8
SLV_1	0.3	0.1	0.2	0.0	0.6	2.5
SLV_2	0.1	0.2	0.6	0.0	1.9	2.8
SLV_3	0.1	0.3	0.2	0.0	0.6	3.2
SLV_4	-0.3	-0.1	-0.2	0.0	-0.6	1.6
SLV_5	-0.1	-0.2	-0.6	0.0	-1.9	1.4
SLV_6	-0.1	-0.3	-0.2	0.0	-0.6	0.9

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
IPE 160	15.8	160	82	5	7.4	9	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	IT (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
20.09	869.3	108.7	123.9	6.58	68.31	16.66	26.1	1.84	3.6	3960

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	86 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	0.35	kN
Av,z	965.60	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	188.48	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	0.57	kN
Av,y	1283.00	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	250.44	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	38.50	mm
t	7.40	mm
ε	0.81	
C/t	5.20	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	123900	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	41.89	kNm
Med,y	7.42	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.18</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala

modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	26100	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	8.82	kNm
Med,z	1.91	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.22</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	2009	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	679.23	kN
Ned	0.34	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	87 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.396
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	0.06	6.49	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.16</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	0.06	6.49	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.16</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	0.06	5.69	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.14</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.09	5.17	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.05	7.42	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.05	4.76	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.05	4.76	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.05	4.76	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.11</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.34	2.51	0.57	0.00	41.89	8.82	<b>0.12</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.10	2.79	1.91	0.00	41.89	8.82	<b>0.28</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.11	3.25	0.57	0.00	41.89	8.82	<b>0.14</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	0.33	1.65	0.57	0.00	41.89	8.82	<b>0.10</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	0.10	1.37	1.91	0.00	41.89	8.82	<b>0.25</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	0.10	0.92	0.57	0.00	41.89	8.82	<b>0.09</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	2009	mm <sup>2</sup>
Wy	108700	mm <sup>3</sup>
Wz	16660	mm <sup>3</sup>
Avz	965.60	mm <sup>2</sup>
Avy	1283	mm <sup>2</sup>

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	0.03	0.00	59.74	59.77	0.00	0.00	59.77	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	0.03	0.00	59.74	59.77	0.00	0.00	59.77	<b>0.18</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	0.03	0.00	52.32	52.35	0.00	0.00	52.35	<b>0.15</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.04	0.00	47.54	47.58	0.00	0.00	47.58	<b>0.14</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.02	0.00	68.29	68.31	0.00	0.00	68.31	<b>0.20</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.02	0.00	43.83	43.85	0.00	0.00	43.85	<b>0.13</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.02	0.00	43.83	43.85	0.00	0.00	43.85	<b>0.13</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.02	0.00	43.83	43.85	0.00	0.00	43.85	<b>0.13</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.17	34.40	23.13	57.70	0.14	0.13	57.70	<b>0.17</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.05	114.61	25.68	140.35	0.22	0.44	140.35	<b>0.42</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.05	34.43	29.88	64.36	0.36	0.13	64.37	<b>0.19</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-0.17	34.40	15.18	-49.74	0.14	0.13	49.74	<b>0.15</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	-0.05	114.61	12.63	-127.30	0.22	0.44	127.30	<b>0.38</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	-0.05	34.43	8.43	-42.92	0.36	0.13	42.92	<b>0.13</b>	<b>ok</b>



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	88 di 126

## Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3800	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L <sub>0</sub>	1900.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	683100	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia asse debole
J <sub>t</sub>	36000	mm <sup>4</sup>	inerzia torsionale primaria
J <sub><math>\omega</math></sub>	3960000000	mm <sup>6</sup>	inerzia torsionale secondaria
M <sub>cr</sub>	45.078	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
W <sub>y</sub>	123900	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
$\lambda_{LT}$	0.99		snellezza normalizzata
h/b	1.95		
curva instabilità	b		
$\alpha_{LT}$	0.34		fattore di imperfezione
$\beta$	0.75		
K <sub>x</sub>	1.00		
$\lambda_{LT0}$	0.40		
$\Psi$	0.94		diagramma momenti SLU
k <sub>c</sub>	0.981		
f	0.991		
$\Phi_{LT}$	0.966		
X <sub>LT</sub>	0.714		fattore di riduzione per instabilità
M <sub>b,Rd</sub>	28.53	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
M <sub>ed</sub>	7.42	kNm	
M <sub>ed</sub> /M <sub>b,Rd</sub>	<b>0.26</b>		
Check	<b>ok</b>		



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	89 di 126

### 8.1.4.2 Sezione in appoggio

Nelle tabelle seguenti sono indicati i valori delle sollecitazioni per le combinazioni che massimizzano sforzo normale, momento e taglio. Si riportano inoltre le caratteristiche del profilo, del materiale e tabelle riepilogative delle principali verifiche ai sensi delle normative vigenti.

	P	V2	V3	T	M2	M3
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	0.1	-6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_2	0.1	-6.8	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_3	0.1	-6.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_4	0.1	-5.4	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_5	0.0	7.8	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_6	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_7	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SLU_8	0.0	5.0	0.0	0.0	0.0	0.0
SLV_1	1.1	-1.9	0.4	0.0	0.0	0.0
SLV_2	0.3	-1.7	1.4	0.0	0.0	0.0
SLV_3	0.3	-1.3	0.4	0.0	0.0	0.0
SLV_4	-1.1	-2.5	-0.4	0.0	0.0	0.0
SLV_5	-0.3	-2.7	-1.4	0.0	0.0	0.0
SLV_6	-0.3	-3.1	-0.4	0.0	0.0	0.0

### Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
<b>IPE 160</b>	15.8	160	82	5	7.4	9	0

A (cm <sup>2</sup> )	Iy (cm <sup>4</sup> )	Wy (cm <sup>3</sup> )	Wpl,y (cm <sup>3</sup> )	iy (cm)	Iz (cm <sup>4</sup> )	Wz (cm <sup>3</sup> )	Wpl,z (cm <sup>3</sup> )	iz (cm)	It (cm <sup>4</sup> )	Iw (cm <sup>6</sup> )
20.09	869.3	108.7	123.9	6.58	68.31	16.66	26.1	1.84	3.6	3960

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
γm0	1.05	
γm1	1.10	
γm2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	90 di 126

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse forte

Ved,z	7.81	kN
Av,z	965.60	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,z	188.48	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.04</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4 - asse debole

Ved,y	1.45	kN
Av,y	1283.00	mm <sup>2</sup>
Vc,Rd,y	250.44	kN
Ved/Vc,Rd	<b>0.01</b>	
Check	<b>ok</b>	
Interazione	no	

se Ved/Vc,Rd ≤ 0.5, non è necessario considerare l'interazione con la flessione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse forte

C	38.50	mm
t	7.40	mm
ε	0.81	
C/t	5.20	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W,y	123900	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,y	41.89	kNm
Med,y	0.00	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	

sbalzo ala  
spessore ala

modulo resistente sezione

### Verifica a Flessione Retta - NTC 2018 §4.2.4.1.2.3 - asse debole

W,z	26100	mm <sup>3</sup>
Mc,Rd,z	8.82	kNm
Med,z	0.00	kNm
Med/Mc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	

modulo resistente sezione

### Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	2009	mm <sup>2</sup>
Nc,Rd	679.23	kN
Ned	1.07	kN
Ned/Nc,Rd	<b>0.00</b>	
Check	<b>ok</b>	



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	91 di 126

### Verifica a Pressoflessione biassiale - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

a	0.396
---	-------

	N,Ed	My,Ed	Mz,Ed	Ned/Nc,Rd	Mny,Rd	Mnz,Rd	Verifica	Check
<b>Combo</b>	kN	kNm	kNm	-	kNm	kNm	-	-
<b>SLU_1</b>	0.06	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	0.06	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	0.06	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.09	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.05	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.05	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.05	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.05	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	1.07	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.32	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.32	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	1.06	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	0.32	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	0.32	0.00	0.00	0.00	41.89	8.82	<b>0.00</b>	<b>ok</b>

### Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	2009	mm <sup>2</sup>
Wy	108700	mm <sup>3</sup>
Wz	16660	mm <sup>3</sup>
Avz	965.60	mm <sup>2</sup>
Avy	1283	mm <sup>2</sup>

	$\sigma_N$	$\sigma_{M2}$	$\sigma_{M3}$	$\sigma_{Max}$	$\tau_{V2}$	$\tau_{V3}$	$\sigma_{VM}$	$\sigma_{VM}/f_{yd}$	Check
<b>Combo</b>	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
<b>SLU_1</b>	0.03	0.00	0.00	0.03	7.08	0.00	12.26	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_2</b>	0.03	0.00	0.00	0.03	7.08	0.00	12.26	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_3</b>	0.03	0.00	0.00	0.03	6.20	0.00	10.74	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_4</b>	0.04	0.00	0.00	0.04	5.63	0.00	9.76	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_5</b>	0.02	0.00	0.00	0.02	8.09	0.00	14.02	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_6</b>	0.02	0.00	0.00	0.02	5.19	0.00	8.99	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_7</b>	0.02	0.00	0.00	0.02	5.19	0.00	8.99	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLU_8</b>	0.02	0.00	0.00	0.02	5.19	0.00	8.99	<b>0.03</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_1</b>	0.53	0.00	0.00	0.53	1.93	0.34	3.43	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_2</b>	0.16	0.00	0.00	0.16	1.71	1.13	3.56	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_3</b>	0.16	0.00	0.00	0.16	1.36	0.34	2.43	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_4</b>	-0.53	0.00	0.00	-0.53	2.61	0.34	4.59	<b>0.01</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_5</b>	-0.16	0.00	0.00	-0.16	2.83	1.13	5.27	<b>0.02</b>	<b>ok</b>
<b>SLV_6</b>	-0.16	0.00	0.00	-0.16	3.18	0.34	5.55	<b>0.02</b>	<b>ok</b>

## Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3800	mm	luce di calcolo elemento
$\beta_{LO}$	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L <sub>0</sub>	1900.00	mm	luce libera di inflessione
I <sub>z</sub>	683100	mm <sup>4</sup>	Momento di inerzia asse debole
J <sub>t</sub>	36000	mm <sup>4</sup>	inerzia torsionale primaria
J <sub><math>\omega</math></sub>	3960000000	mm <sup>6</sup>	inerzia torsionale secondaria
M <sub>cr</sub>	45.078	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
W <sub>y</sub>	123900	mm <sup>3</sup>	modulo resistente sezione
$\lambda_{LT}$	0.99		snellezza normalizzata
h/b	1.95		
curva instabilità	b		
$\alpha_{LT}$	0.34		fattore di imperfezione
$\beta$	0.75		
K <sub>x</sub>	1.00		
$\lambda_{LT0}$	0.40		
$\Psi$	0.94		diagramma momenti SLU
k <sub>c</sub>	0.981		
f	0.991		
$\Phi_{LT}$	0.966		
X <sub>LT</sub>	0.714		fattore di riduzione per instabilità
M <sub>b,Rd</sub>	28.53	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
M <sub>ed</sub>	0.00	kNm	
M <sub>ed</sub> /M <sub>b,Rd</sub>	<b>0.00</b>		
Check	<b>ok</b>		



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	93 di 126

### 8.1.5 Controventi di falda

Per le verifiche di resistenza dei controventi di falda, costituiti da profili tondi di diametro pari a 16mm, si è fatto riferimento al solo contributo dei controventi sollecitati a trazione. Tale operazione è giustificata dall'elevata snellezza che presentano questi elementi, i quali, sottoposti a piccole compressioni, risulterebbero soggetti ad instabilità per carico di punta senza restituire nessun contributo alla struttura in termini di resistenza. Pertanto, si è proceduto con le sole verifiche di resistenza a trazione dei controventi. Si riporta di seguito la verifica del controvento più sollecitato.

	Ned
Combo	KN
SLU_1	3.8
SLU_2	3.8
SLU_3	6.0
SLU_4	3.8
SLU_5	5.6
SLU_6	5.5
SLU_7	5.5
SLU_8	5.5
SLV_1	10.4
SLV_2	3.1
SLV_3	3.1
SLV_4	10.6
SLV_5	3.3
SLV_6	3.3

### Caratteristiche profilo

Tipo	d (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
tondo $\phi$ 16	16	201.1

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa

### Verifica a Trazione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.1

Ned	10.58	kN
A	201.06	mm <sup>2</sup>
Nt,Rd	67.98	kN
Ned/Nt,Rd	<b>0.16</b>	
Check	<b>ok</b>	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	94 di 126

### 8.1.6 Controventi di parete

Per le verifiche di resistenza dei controventi di falda, costituiti da profili tondi di diametro pari a 16mm, si è fatto riferimento al solo contributo dei controventi sollecitati a trazione. Tale operazione è giustificata dall'elevata snellezza che presentano questi elementi, i quali, sottoposti a piccole compressioni, risulterebbero soggetti ad instabilità per carico di punta senza restituire nessun contributo alla struttura in termini di resistenza. Pertanto, si è proceduto con le sole verifiche di resistenza a trazione dei controventi. Si riporta di seguito la verifica del controvento più sollecitato.

	Ned
<b>Combo</b>	KN
SLU_1	13.3
SLU_2	13.3
SLU_3	18.0
SLU_4	16.9
SLU_5	17.4
SLU_6	17.2
SLU_7	17.2
SLU_8	17.2
SLV_1	18.0
SLV_2	5.2
SLV_3	5.2
SLV_4	18.5
SLV_5	5.7
SLV_6	5.8

### Caratteristiche profilo

Tipo	d (mm)	A (mm <sup>2</sup> )
tondo $\phi$ 16	16	201.1

### Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
ym0	1.05	
ym1	1.10	
ym2	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa

### Verifica a Trazione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.1

Ned	18.47	kN
A	201.06	mm <sup>2</sup>
Nt,Rd	67.98	kN
Ned/Nt,Rd	<b>0.27</b>	
Check	<b>ok</b>	

## 8.2 Verifiche SLE

### 8.2.1 Verifiche di deformabilità

Si riportano a seguire le verifiche SLE nei confronti degli spostamenti verticali e orizzontali, secondo quanto riportato ai §4.2.4.2.1 e §4.2.4.2 delle NTC 2018.

$$\delta_{\text{tot}} = \delta_1 + \delta_2 \quad [4.2.60]$$

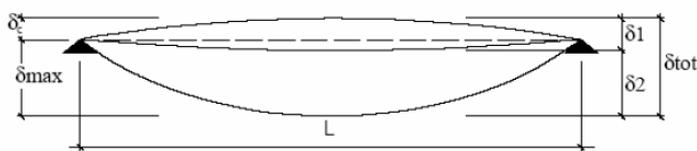


Fig. 4.2.3 -Definizione degli spostamenti verticali per le verifiche in esercizio

essendo:

$\delta_c$  la montatura iniziale della trave,

$\delta_1$  lo spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti,

$\delta_2$  lo spostamento elastico dovuto ai carichi variabili,

$\delta_{\text{max}}$  lo spostamento nello stato finale, depurato della montatura iniziale =  $\delta_{\text{tot}} - \delta_c$ .

In carenza di più precise indicazioni si possono adottare i limiti indicati nella Tab. 4.2.XII, dove L è la luce dell'elemento o, nel caso di mensole, il doppio dello sbalzo.

Tab. 4.2.XII - Limiti di deformabilità per gli elementi di impalcato delle costruzioni ordinarie

Elementi strutturali	Limiti superiori per gli spostamenti verticali	
	$\frac{\delta_{\text{max}}}{L}$	$\frac{\delta_2}{L}$
Coperture in generale	$\frac{1}{200}$	$\frac{1}{250}$
Coperture praticabili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai in generale	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{300}$
Solai o coperture che reggono intonaco o altro materiale di finitura fragile o tramezzi non flessibili	$\frac{1}{250}$	$\frac{1}{350}$
Solai che supportano colonne	$\frac{1}{400}$	$\frac{1}{500}$
Nei casi in cui lo spostamento può compromettere l'aspetto dell'edificio	$\frac{1}{250}$	

In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.

Tab. 4.2.XIII - Limiti di deformabilità per costruzioni ordinarie soggette ad azioni orizzontali

Tipologia dell'edificio	Limiti superiori per gli spostamenti orizzontali	
	$\frac{\delta}{h}$	$\frac{\Delta}{H}$
Edifici industriali monopiano senza carro-ponte	$\frac{1}{150}$	/
Altri edifici monopiano	$\frac{1}{300}$	/
Edifici multipiano	$\frac{1}{300}$	$\frac{1}{500}$

*In caso di specifiche esigenze tecniche e/o funzionali tali limiti devono essere opportunamente ridotti.*

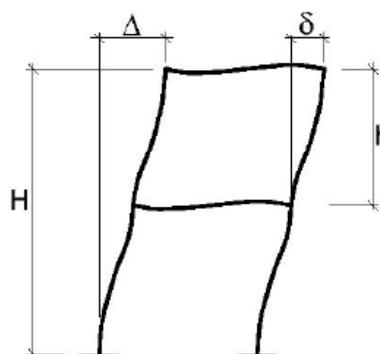


Fig. 4.2.4 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	97 di 126

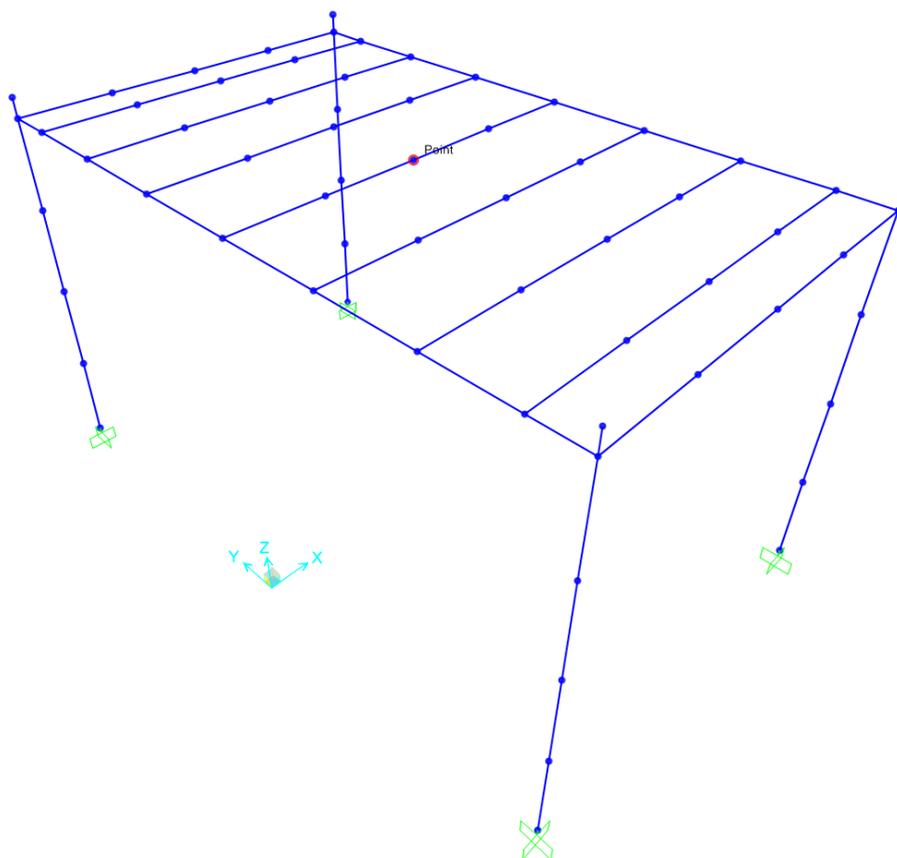
### 8.2.1.1 Trave secondaria IPE160

## Arcareccio IPE 160 - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

L	3800	mm	luce di calcolo elemento
Lriferimento	3800	mm	per sbalzi, il doppio della luce
L/ $\delta_{max}$	200		limite deformabilità coperture non praticabili
L/ $\delta_2$	250		limite deformabilità coperture non praticabili

	$\delta_{tot}$ (permanenti + variabili)				$\delta_2$ (carichi variabili)			
	$\delta_{tot}$	L/ $\delta$	UR	Check	$\delta_2$	L/ $\delta$	UR	Check
<b>Combo</b>	<b>mm</b>	-	-	-	<b>mm</b>	-	-	-
<b>SLE_1</b>	-6.2	614.4	<b>0.33</b>	<b>ok</b>	-3.4	1111.6	<b>0.22</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_2</b>	-6.2	614.5	<b>0.33</b>	<b>ok</b>	-3.4	1111.8	<b>0.22</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_3</b>	-5.3	719.9	<b>0.28</b>	<b>ok</b>	-2.5	1512.6	<b>0.17</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_4</b>	-5.7	661.2	<b>0.30</b>	<b>ok</b>	-3.0	1274.9	<b>0.20</b>	<b>ok</b>

Posizione del nodo di cui si analizzano gli spostamenti:





LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
 P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
 LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	98 di 126

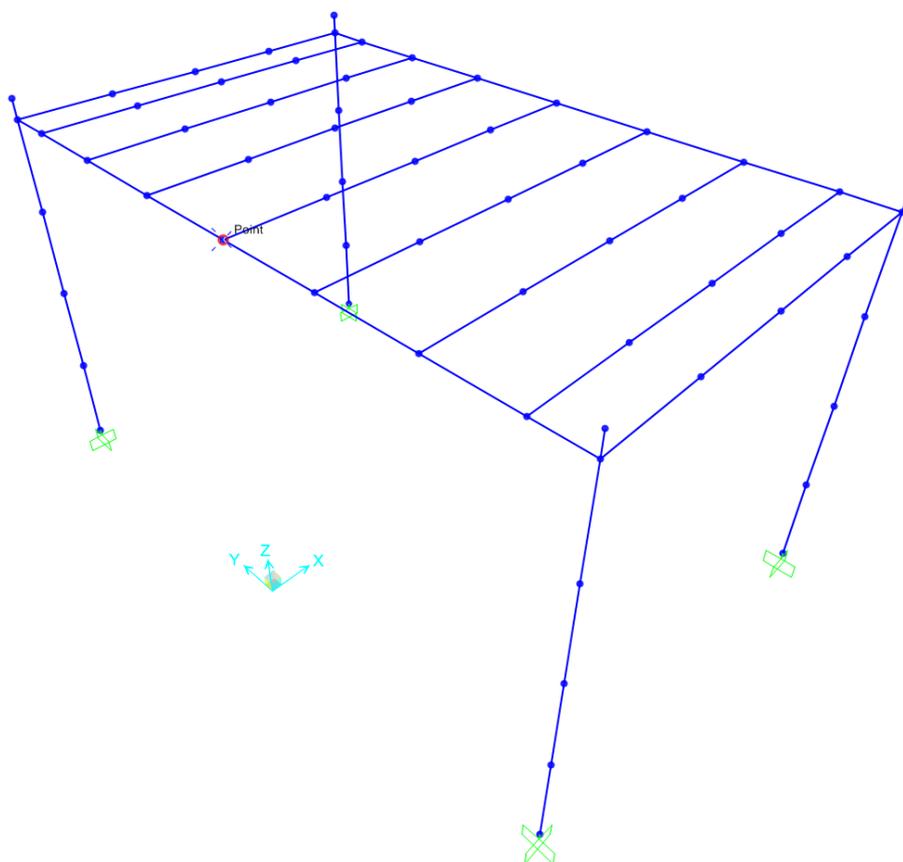
### 8.2.1.2 Trave trasversale IPE300

### Trave IPE 300 - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

L	6400.0	mm	luce di calcolo elemento
Lriferimento	6400.0	mm	per sbalzi, il doppio della luce
L/δ_max	200		limite deformabilità coperture non praticabili
L/δ_2	250		limite deformabilità coperture non praticabili

	δ_tot (permanenti + variabili)				δ_2 (carichi variabili)			
	δ_tot	L/δ	UR	Check	δ_2	L/δ	UR	Check
<b>Combo</b>	<b>mm</b>	-	-	-	<b>mm</b>	-	-	-
<b>SLE_1</b>	-2.7	2331.6	<b>0.09</b>	<b>ok</b>	-1.8	3640.7	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_2</b>	-2.7	2332.0	<b>0.09</b>	<b>ok</b>	-1.8	3641.7	<b>0.07</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_3</b>	-2.5	2559.7	<b>0.08</b>	<b>ok</b>	-1.5	4229.2	<b>0.06</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_4</b>	-3.1	2088.0	<b>0.10</b>	<b>ok</b>	-2.1	3079.7	<b>0.08</b>	<b>ok</b>

Posizione del nodo di cui si analizzano gli spostamenti:



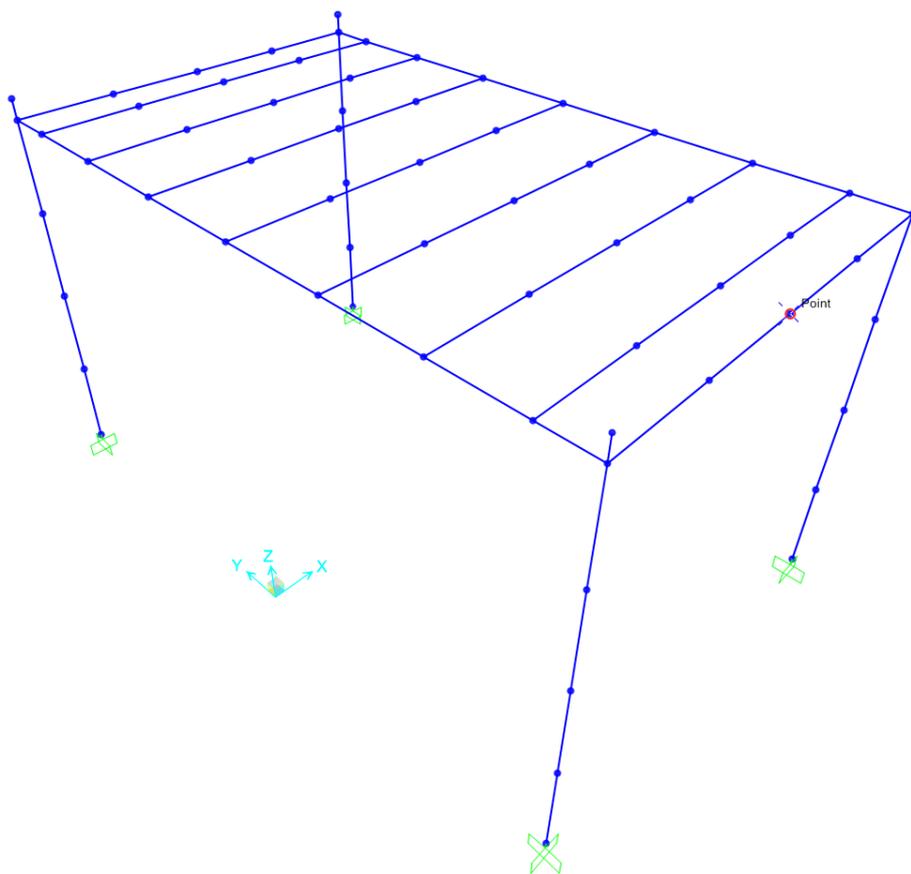
### 8.2.1.3 Trave longitudinale IPE300

#### Trave IPE 300 - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

L	3800.0	mm	luce di calcolo elemento
Lriferimento	3800.0	mm	per sbalzi, il doppio della luce
L/ $\delta_{max}$	200		limite deformabilità coperture non praticabili
L/ $\delta_2$	250		limite deformabilità coperture non praticabili

	$\delta_{tot}$ (permanenti + variabili)				$\delta_2$ (carichi variabili)			
	$\delta_{tot}$	L/ $\delta$	UR	Check	$\delta_2$	L/ $\delta$	UR	Check
<b>Combo</b>	<b>mm</b>	-	-	-	<b>mm</b>	-	-	-
<b>SLE_1</b>	-0.8	4888.2	<b>0.04</b>	<b>ok</b>	-0.7	5693.9	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_2</b>	-0.8	4888.2	<b>0.04</b>	<b>ok</b>	-0.7	5693.9	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_3</b>	-0.8	4906.4	<b>0.04</b>	<b>ok</b>	-0.7	5718.7	<b>0.04</b>	<b>ok</b>
<b>SLE_4</b>	-1.2	3131.5	<b>0.06</b>	<b>ok</b>	-1.1	3443.7	<b>0.07</b>	<b>ok</b>

Posizione del nodo di cui si analizzano gli spostamenti:



FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	100 di 126

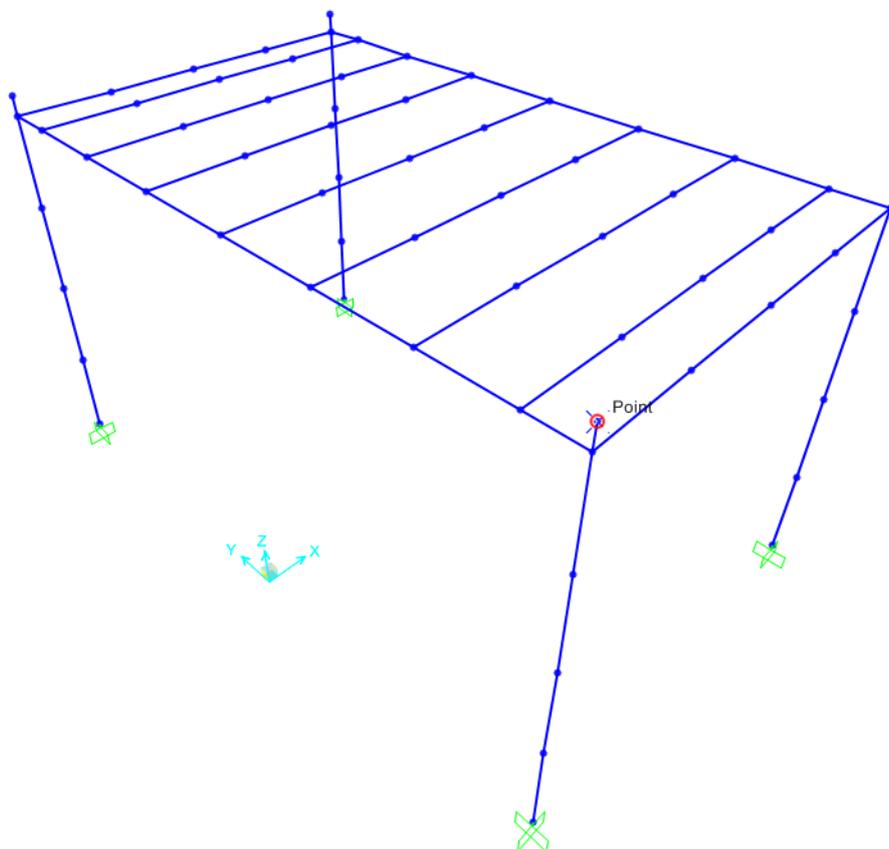
### 8.2.1.4 Pilastrini HE400A

## Pilastro - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

H	3950	mm	altezza di calcolo elemento
H/ $\delta$ _max	300		limite deformabilità edifici monopiano

Combo	$\delta$ mm	H/ $\delta$	UR	Check
SLE_1	1.0	3997.2	0.08	ok
SLE_2	1.0	3996.1	0.08	ok
SLE_3	1.3	3125.5	0.10	ok
SLE_4	1.4	2766.0	0.11	ok
SLE_5	1.1	3529.5	0.08	ok
SLE_6	1.1	3531.0	0.08	ok
SLE_7	1.4	2878.7	0.10	ok
SLE_8	1.6	2526.4	0.12	ok

Posizione del nodo di cui si analizzano gli spostamenti:



### 8.3 Verifiche dei collegamenti

#### 8.3.1 Giunto di base

Il pilastro in acciaio trasmette alla fondazione le caratteristiche di sollecitazione di sforzo normale, taglio e momento flettente. Il sistema di ancoraggio in fondazione è costituito da una piastra quadrata di lato 700 mm saldata alla base delle colonne e opportunamente irrigidita e da 8 tirafondi M24 in tondo di acciaio di classe 8.8, disposti come riportato nella seguente figura, ed ancorati alla fondazione in c.a.

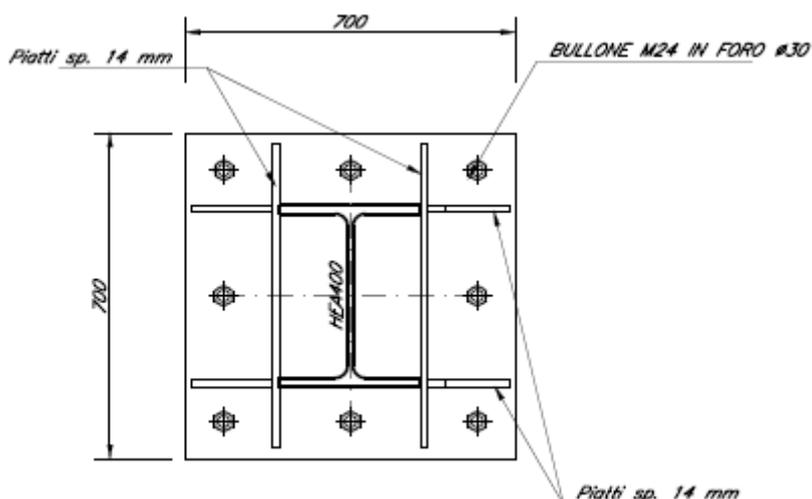


Figura 25: Vista in pianta della piastra di base

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della piastra:

- piastra quadrata di lato 700 mm, spessore pari a 35 mm;
- costole d'irrigidimento: spessore pari a 14 mm ed altezza 150mm;
- fori di alloggiamento dei tirafondi: diametro (d) pari a 30 mm.

Con riferimento alle sollecitazioni calcolate alla base della colonna più sollecitata si determinano le seguenti combinazioni di carico:



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	102 di 126

	P	V2	V3	T	M2	M3
<b>Combo</b>	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	9.8	8.8	0.5	0.0	2.0	4.8
SLU_2	-42.6	-3.9	0.3	0.0	0.9	7.1
SLU_3	-40.2	-2.3	0.8	0.0	2.7	8.8
SLU_4	-39.2	1.1	-0.1	0.0	-0.4	20.0
SLU_5	-0.1	7.3	-7.5	0.0	-10.8	19.2
SLU_6	-36.5	-20.7	0.6	0.0	2.0	-40.2
SLU_7	-32.6	-23.9	0.6	0.0	2.0	-48.1
SLU_8	-30.5	-22.2	0.9	0.0	3.3	-49.3
SLV_1	-11.9	-1.2	2.3	0.1	6.8	2.1
SLV_2	-15.3	2.9	0.7	0.0	2.1	14.1
SLV_3	-13.9	-0.3	0.7	0.0	2.1	3.0
SLV_4	-27.6	-5.7	-2.3	-0.1	-6.7	-9.5
SLV_5	-24.2	-9.8	-0.7	0.0	-2.0	-21.5
SLV_6	-25.6	-6.6	-0.7	0.0	-2.0	-10.4

La verifica si esegue, considerando 8 tirafondi del tipo M24 classe 8.8 aventi le seguenti caratteristiche:

Diametro (d) [mm]	Passo filet. (P) [mm]	Area nom. (A) [mm <sup>2</sup> ]	Area res. (A <sub>s</sub> ) [mm <sup>2</sup> ]	Diametro (d) [mm]	Passo filet. (P) [mm]	Area nom. (A) [mm <sup>2</sup> ]	Area res. (A <sub>s</sub> ) [mm <sup>2</sup> ]
M 8	1,25	50	36,6	M20	2,5	314	245
M10	1,5	79	58,0	M22	2,5	380	303
M12	1,75	113	84,3	<b>M24</b>	<b>3</b>	<b>452</b>	<b>353</b>
M14	2	154	115	M27	3	572	459
M16	2	201	157	M30	3,5	706	561
M18	2,5	254	192	M36	4	1018	817

Figura 26: Evidenziazione diametro tirafondi adottati

Ai fini della valutazione delle tensioni nelle barre e nel calcestruzzo dovute agli effetti di pressoflessione, con l'ausilio del software VCASlu, si esegue una schematizzazione del collegamento della piastra con tirafondi e plinto di fondazione, assimilandola ad una sezione in conglomerato armato. Il calcolo viene eseguito in fase elastica, con calcestruzzo non reagente a trazione (metodo n). Con riferimento al coefficiente di omogeneizzazione tra i materiali, si considera cautelativamente il valore convenzionale  $n=15$  per valutare le tensioni di trazione nelle barre ed il valore effettivo  $n=Es/Ec=6.3$  per valutare le tensioni di compressione nel CLS. Ai tirafondi è stata assegnato un diametro equivalente all'area resistente della parte filettata.

Più in dettaglio, considerando tirafondi aventi area pari a 353 mm<sup>2</sup>, si ottiene, per la combinazione più gravosa (SLV2):

Verifica C.A. S.L.U. - File: base

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-35	-35
2	-35	35
3	35	35
4	35	-35

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
4	3.53	0	27
5	3.53	27	27
6	3.53	27	0
7	3.53	27	-27
8	3.53	0	-27

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  30.5 kN  
 M<sub>xEd</sub>  3.3 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  -49.3

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 tirafondo C25/30  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>   
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>   
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Verifica  
 N° iterazioni:   
 Precompresso

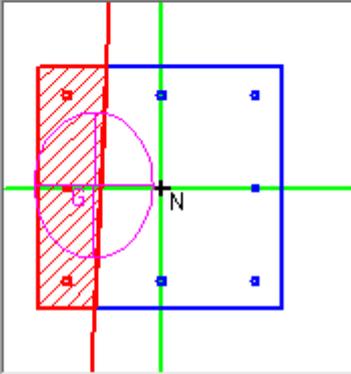


Figura 27: Output analisi VCA Slu con n=15 (max trazione barre)

Verifica C.A. S.L.U. - File: base

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : \_\_\_\_\_

N° Vertici  Zoom N° barre  Zoom

N°	x [cm]	y [cm]
1	-35	-35
2	-35	35
3	35	35
4	35	-35

N°	As [cm²]	x [cm]	y [cm]
4	3.53	0	27
5	3.53	27	27
6	3.53	27	0
7	3.53	27	-27
8	3.53	0	-27

Tipo Sezione  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  30.5 kN  
 M<sub>xEd</sub>  3.3 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  -49.3

P.to applicazione N  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Materiali  
 tirafondo C25/30  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>   
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>   
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>   
 τ<sub>c1</sub>

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

Verifica N° iterazioni:

Precompresso

Figura 28: Output analisi VCA Slu con n=Es/Ec (max compressione CLS)

Dai risultati dell'analisi, con riferimento alla condizione più gravosa si ottiene:

$\sigma_c = 2.56 \text{ N/mm}^2$  (tensione massima di compressione nel calcestruzzo)

$\sigma_s = 62.12 \text{ N/mm}^2$  (tensione massima nelle barre)

Pertanto, si esegue la verifica dei tirafondi ed il calcolo della lunghezza di ancoraggio degli stessi, la verifica a schiacciamento del calcestruzzo compresso e la verifica locale della piastra soggetta a flessione.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	105 di 126

### 8.3.1.1 Verifica a trazione dei tirafondi

Lo sforzo normale agente è pari a:

$$N_{Ed} = A \sigma_s = 353 \, 62.12 \, 10^{-3} = 21.93 \, kN$$

Lo sforzo resistente è pari al minimo valore tra:

$$N_{pl,Rd} = \frac{A f_y}{\gamma_{M0}} = \frac{353 \, 640 \, 10^{-3}}{1.05} = 215.16 \, kN$$

$$N_{u,Rd} = \frac{0.9 A f_u}{\gamma_{M2}} = \frac{0.9 \, 353 \, 800 \, 10^{-3}}{1.25} = 203.33 \, kN$$

Pertanto, la verifica si ritiene soddisfatta.

Calcolo lunghezza di ancoraggio dei tirafondi:

$$l_b = \frac{N_{Ed}}{\pi \phi f_{bd}} = \frac{21.93 \, 10^3}{\pi \, 24 \, 1.89} = 154 \, mm$$

Si adotterà comunque una lunghezza di ancoraggio minima  $\geq 500 \, mm$ .

### 8.3.1.2 Verifica a schiacciamento del calcestruzzo

Si confronta la massima tensione di compressione del calcestruzzo con la tensione di compressione di calcolo del calcestruzzo adottato. In particolare, si ha:

$$\sigma_c = 2.56 \, N/mm^2$$

mentre per il calcestruzzo C25/30 si ottiene:

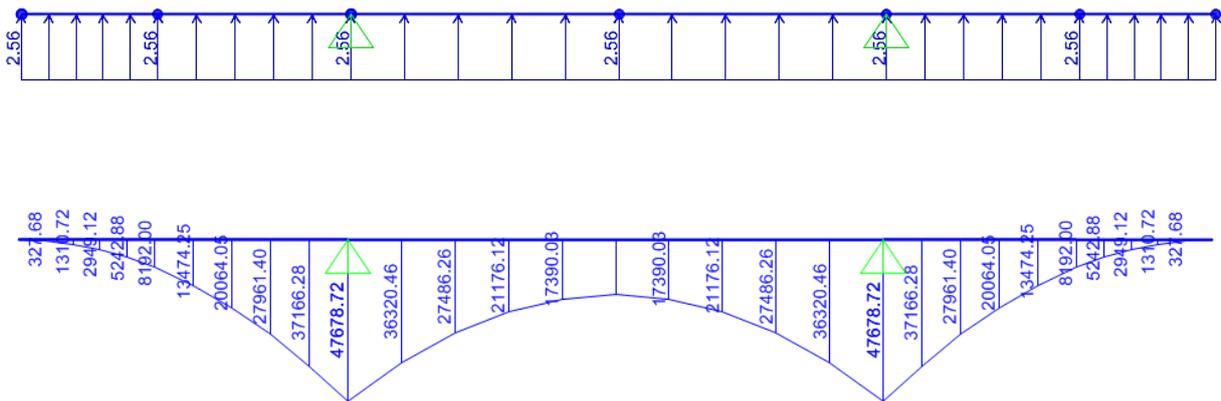
$$f_{cd} = 0.85 \frac{f_{ck}}{\gamma_M} = 0.85 \frac{25}{1.5} = 14.17 \, N/mm^2$$

Pertanto, la verifica si ritiene soddisfatta.

### 8.3.1.3 Verifica a flessione della piastra

Tenendo conto dello stato di sollecitazione della piastra, si determina la distribuzione degli sforzi che agisce sulla porzione di piastra sottoposta a compressione e alla massima azione trasmessa dal tirafondo. Si considera la piastra come trave appoggiata in corrispondenza degli irrigidimenti. Si determinano così due sbalzi di luce pari a 193 mm ed una campata di luce 314 mm. L'assunzione risulta cautelativa in quanto si trascura la trasmissione degli sforzi nella direzione ortogonale, verso la sezione del pilastro.

Per quanto riguarda la zona di piastra soggetta alla pressione esercitata dal contatto con il calcestruzzo, si considera una striscia di larghezza unitaria soggetta al valore massimo della pressione pari a 2.56 MPa.



Si determina pertanto un momento sollecitante per unità di larghezza:

$$M_{sd} = 47'679 \text{ N mm/mm}$$

Pertanto, si verifica che:

$$W_{el} \geq \frac{M_{sd} \gamma_{M0}}{f_{yk}} = \frac{47'679 \cdot 1.05}{355} = 141.02 \text{ mm}^3$$

La sezione di calcolo di riferimento avente base 1 mm ed altezza 35 mm presenta un  $W_{el}$  pari a 204.17 mm<sup>3</sup>, pertanto la verifica si ritiene soddisfatta.

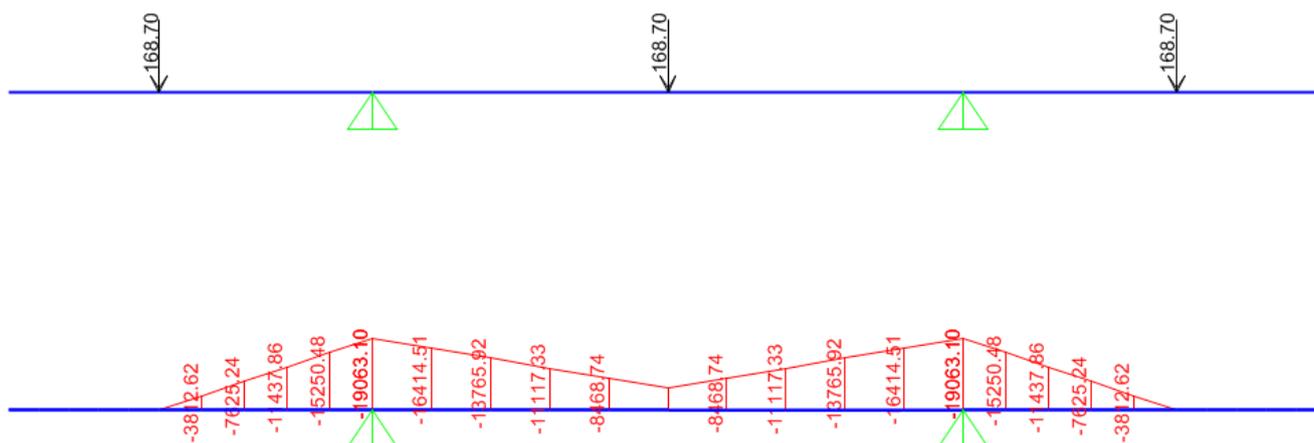
Per quanto riguarda la zona di piastra soggetta alla massima azione trasmessa dal tirafondo:

$$N_{Ed} = 21.93 \text{ kN}$$

si considera una diffusione del carico tale da interessare la parte di irrigidimento fuoriuscente dal pilastro, con una larghezza risultante pari a 130 mm.

Il carico per unità di larghezza risulta pertanto pari a:

$$P_{Ed} = 168.7 \text{ N/mm}$$



Dallo schema di trave soggetta a carichi concentrati in corrispondenza dei tirafondi si determina pertanto un momento sollecitante per unità di larghezza:

$$M_{sd} = 19'063 \text{ N mm/mm}$$

Pertanto, si verifica che:

$$W_{el} \geq \frac{M_{sd} \gamma_{M0}}{f_{yk}} = \frac{19'063 * 1.05}{355} = 56.38 \text{ mm}^3$$

La sezione di calcolo di riferimento avente base 1 mm ed altezza 35 mm presenta un  $W_{el}$  pari a 204.17  $\text{mm}^3$ , pertanto la verifica si ritiene soddisfatta.



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	108 di 126

### 8.3.1.4 Verifica a taglio

La resistenza di calcolo a taglio dei bulloni di classe 4.6, 5.6 e 8.8; (4.2.57 NTC2018)  $F_{v,Rd}$  può essere assunta pari a:

$$F_{v,Rd} = 0,6 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2},$$

dove  $A_{res}$  indica l'area resistente della vite e con  $f_{tb}$  è indicata la resistenza del materiale utilizzato.

La resistenza di calcolo a rifollamento  $F_{b,Rd}$  del piatto dell'unione, bullonata o chiodata, può essere assunta pari a:

$$F_{b,Rd} = k \alpha f_{tk} d t / \gamma_{M2}, \text{ (4.2.61 NTC2018)}$$

dove:

$d$  è il diametro nominale del gambo del bullone,

$t$  è lo spessore della piastra collegata,

$f_{tk}$  è la resistenza a rottura del materiale della piastra collegata,

$\alpha = \min \{ e_1 / (3 d_0) ; f_{tb} / f_t ; 1 \}$  per bulloni di bordo nella direzione del carico applicato,

$\alpha = \min \{ p_1 / (3 d_0) - 0,25 ; f_{tb} / f_t ; 1 \}$  per bulloni interni nella direzione del carico applicato,

$k = \min \{ 2,8 e_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5 \}$  per bulloni di bordo nella direzione perpendicolare al carico applicato,

$k = \min \{ 1,4 p_2 / d_0 - 1,7 ; 2,5 \}$  per bulloni interni nella direzione perpendicolare al carico applicato.

La resistenza di calcolo a trazione degli elementi di connessione  $F_{t,Rd}$  può essere assunta pari a:

$$F_{t,Rd} = 0,9 f_{tb} A_{res} / \gamma_{M2}, \text{ per i bulloni; (4.2.62 NTC2018)}$$

La resistenza a punzonamento del piatto collegato è pari a:

$$B_{p,Rd} = 0,6 \pi d_m t_p f_{tk} / \gamma_{M2}; \text{ (4.2.64 NTC2018)}$$

dove  $d_m$  è il minimo tra il diametro del dado e il diametro medio della testa del bullone;  $t_p$  è lo spessore del piatto e  $f_{tk}$  è la tensione di rottura dell'acciaio del piatto.

La resistenza complessiva della singola unione a taglio è perciò data da  $\min (F_{v,Rd}; F_{b,Rd})$ , mentre la resistenza della singola unione a trazione è ottenuta come  $\min (B_{p,Rd}; F_{t,Rd})$ .

Nel caso di presenza combinata di trazione e taglio si può adottare la formula di interazione lineare:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4 F_{t,Rd}} \leq 1,$$

La verifica a taglio è sintetizzata nella tabella seguente. Visti i fattori di utilizzo l'interazione tra trazione e taglio non è significativa.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	109 di 126

$f_{yb}$	640	N/mm <sup>2</sup>
$f_{tb}$	800	N/mm <sup>2</sup>
$\phi$	24	mm
$A_{nom}$	452	mm <sup>2</sup>
$A_{res}$	353	mm <sup>2</sup>
num	8	-

e1	80	mm
e2	80	mm
d0	30	mm
$\alpha$	0.889	
k	2.5	

$\gamma_{M0}$	1.05	-
$\gamma_{M2}$	1.25	-
$\gamma_c$	1.5	-

<b>Fv_Rd</b>	135.55	KN
<b>Fb,Rd</b>	1493.33	KN
<b>Ft,Rd</b>	203.33	KN
<b>Bp,Rd</b>	969.02	KN

**Piastra S355**

$f_{yk}$	355	N/mm <sup>2</sup>
$f_{tk}$	510	N/mm <sup>2</sup>
t	35	mm

	V_vettore	V_bullone	FV_ed/FV_Rd	FV_ed/Fb_Rd
<b>Combo</b>	KN	KN	-	-
<b>SLU_1</b>	8.9	1.11	0.008	0.001
<b>SLU_2</b>	3.9	0.49	0.004	0.000
<b>SLU_3</b>	2.4	0.30	0.002	0.000
<b>SLU_4</b>	1.1	0.13	0.001	0.000
<b>SLU_5</b>	10.5	1.32	0.010	0.001
<b>SLU_6</b>	20.7	2.59	0.019	0.002
<b>SLU_7</b>	23.9	2.99	0.022	0.002
<b>SLU_8</b>	22.2	2.78	0.020	0.002
<b>SLV_1</b>	2.6	0.33	0.002	0.000
<b>SLV_2</b>	3.0	0.37	0.003	0.000
<b>SLV_3</b>	0.8	0.10	0.001	0.000
<b>SLV_4</b>	6.1	0.77	0.006	0.001
<b>SLV_5</b>	9.8	1.23	0.009	0.001
<b>SLV_6</b>	6.6	0.83	0.006	0.001

## 9 VERIFICHE STRUTTURE DI FONDAZIONE

Si riporta un breve inquadramento geotecnico relativo sito di progetto, rimandando alla relazione geotecnica generale del progetto per maggiori informazioni.

Nell'area di progetto il profilo stratigrafico risulta dominato dalla presenza di materiali lapidei composti da calcareniti. Il sondaggio S1 realizzato a supporto della presente progettazione ha infatti individuato, al di sotto di 40 cm di materiali di riporto, e di ulteriori 30 cm di terreno pedogenizzato, calcareniti massive a variabile grado di fratturazione sino alla massima profondità investigata di 30 m da p.c. Le proprietà ricavate dalla caratterizzazione geotecnica sono riportate a seguire.

Unità GEO	$\gamma$ [kN/m <sup>3</sup> ]	RMR	$c'$ [kPa]	$\phi$ [°]	E [GPa]	K (m/s)
Riporto (R)	19	-	0	28	20 <sup>-3</sup>	-
Calcari (C)	20.6	44	200	26	10	10 <sup>-7</sup>

Legenda della tabella sopra riportata:

- $\gamma$  = Peso di volume del terreno [kN/m<sup>3</sup>];
- RMR = rock mass rating [-];
- $c'$  = Coesione efficace [kPa];
- $\phi'$  = Angolo di resistenza al taglio [°];
- E' = Modulo di deformazione [MPa];
- K =conducibilità idraulica [m/s].

Per l'opera in progetto le fondazioni saranno realizzate mediante plinti di spessore pari a 1.20m, sostenuti da micropali  $\phi$ 250 mm. La quota di testa dei micropali interesserà quindi direttamente lo strato di calcareniti.

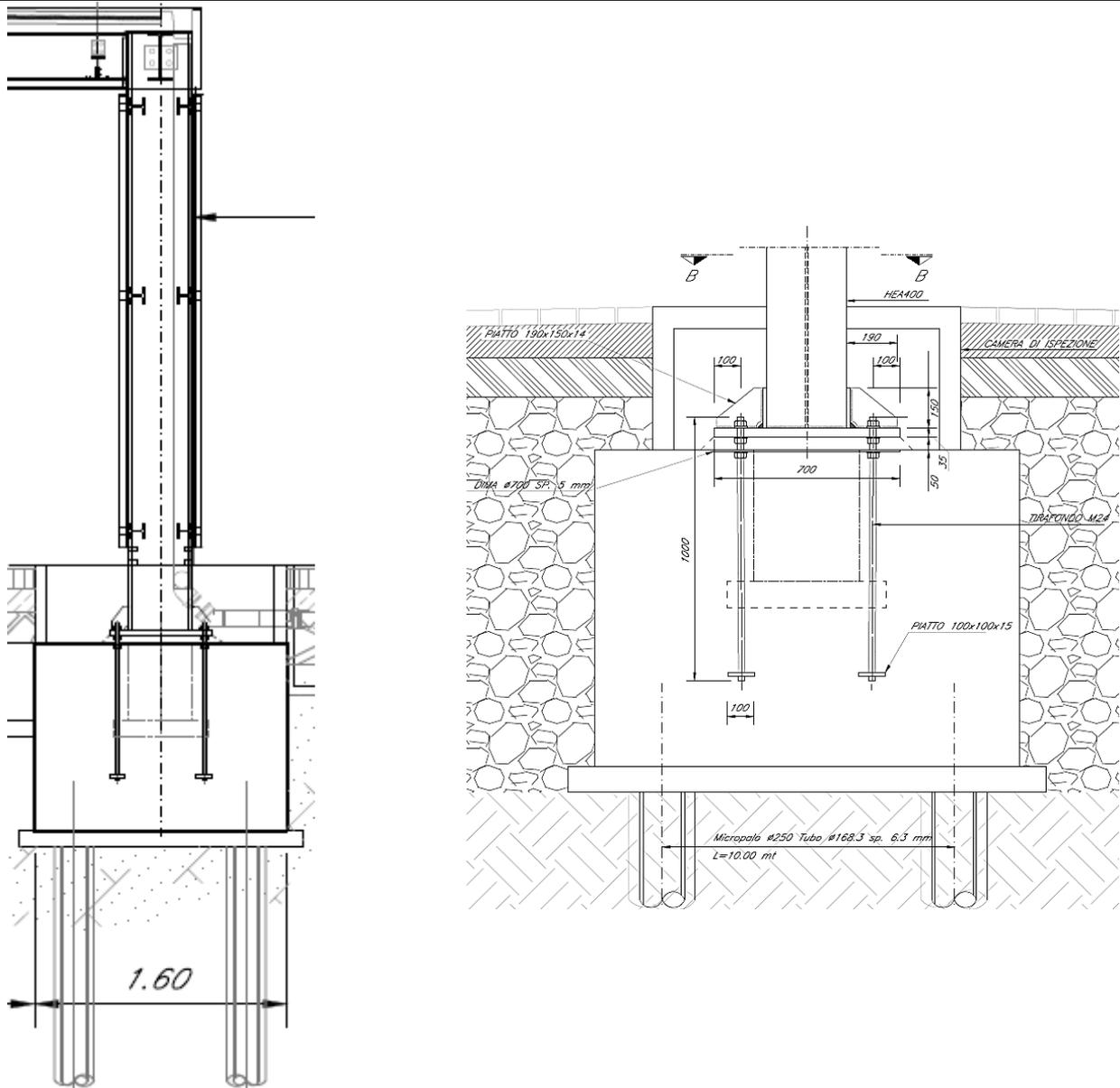
Nei calcoli la superficie piezometrica è stata posizionata a 20 m dal piano campagna per cui si ritiene corretto che le verifiche siano effettuate in assenza di falda (anche in accordo con le tipologie rinvenute).

### 9.1 Verifica micropali

Si procede nel seguito alla verifica della fondazione, composta da un plinto di dimensioni 1.60x1.60 m in pianta con altezza di 1.20m, fondato su 4 micropali  $\phi$ 250 di lunghezza pari a 10m ed armati con profilati metallici tubolari  $\phi$ 168.3x6.3 mm. Uno schema della fondazione è riportato a seguire.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	111 di 126



**Figura 29: Schema fondazione**

Si riportano di seguito le sollecitazioni valutate all'intradosso del plinto di fondazione nelle condizioni SLU e SLV. Le sollecitazioni sono state valutate a partire dai valori calcolati alla base del pilastro maggiormente sollecitato e quindi riportate alla quota di progetto (testa pali). È stato inoltre considerato il peso proprio della fondazione per tutte le combinazioni e l'inerzia sismica del plinto nelle combinazioni SLV.



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	112 di 126

## Azioni base pilastro

	P	V2	V3	T	M2	M3
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	9.8	8.8	0.5	0.0	2.0	4.8
SLU_2	-42.6	-3.9	0.3	0.0	0.9	7.1
SLU_3	-40.2	-2.3	0.8	0.0	2.7	8.8
SLU_4	-39.2	1.1	-0.1	0.0	-0.4	20.0
SLU_5	-0.1	7.3	-7.5	0.0	-10.8	19.2
SLU_6	-36.5	-20.7	0.6	0.0	2.0	-40.2
SLU_7	-32.6	-23.9	0.6	0.0	2.0	-48.1
SLU_8	-30.5	-22.2	0.9	0.0	3.3	-49.3
SLV_1	-11.9	-1.2	2.3	0.1	6.8	2.1
SLV_2	-15.3	2.9	0.7	0.0	2.1	14.1
SLV_3	-13.9	-0.3	0.7	0.0	2.1	3.0
SLV_4	-27.6	-5.7	-2.3	-0.1	-6.7	-9.5
SLV_5	-24.2	-9.8	-0.7	0.0	-2.0	-21.5
SLV_6	-25.6	-6.6	-0.7	0.0	-2.0	-10.4

incremento sismica fondazione		
X	Y	Z
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
0	0	0
1	0.3	0.3
0.3	1	0.3
0.3	0.3	1
-1	-0.3	-0.3
-0.3	-1	-0.3
-0.3	-0.3	-1

Lato plinto	1.6 m
H plinto	1.2 m
$\gamma$ cls	25 kN/m <sup>3</sup>
$\gamma$ G1	1.3
peso plinto	76.8 kN
aghxS (SLV)	0.326 g
agv (SLV)	0.289 g

## Trasporto a base plinto

	P	Mx	My	Vx	Vy
Combo	KN	KN-m	KN-m	KN	KN
SLU_1	90.0	2.6	15.4	8.8	0.5
SLU_2	142.5	1.2	2.5	-3.9	0.3
SLU_3	140.1	3.6	6.0	-2.3	0.8
SLU_4	139.1	-0.5	21.3	1.1	-0.1
SLU_5	100.0	-19.9	28.0	7.3	-7.5
SLU_6	136.3	2.6	-65.0	-20.7	0.6
SLU_7	132.4	2.6	-76.8	-23.9	0.6
SLU_8	130.3	4.3	-75.9	-22.2	0.9
SLV_1	82.0	14.1	15.7	23.8	9.8
SLV_2	85.5	18.0	22.1	10.4	25.8
SLV_3	68.5	7.5	7.2	7.2	8.2
SLV_4	111.1	-14.0	-31.4	-30.7	-9.8
SLV_5	107.7	-17.8	-37.8	-17.3	-25.7
SLV_6	124.6	-7.3	-22.8	-14.1	-8.2

Le sollecitazioni ad intradosso plinto sono state ripartite mediante la consueta assunzione di fondazione rigida tra i micropali.

## Sforzi sui pali

	Npmax	Npmin	Tpmax
Combo	KN	KN	KN
SLU_1	33.8	11.2	2.2
SLU_2	37.9	33.3	1.0
SLU_3	41.0	29.0	0.6
SLU_4	47.8	21.8	0.3
SLU_5	30.1	19.9	2.6
SLU_6	-4.9	73.1	5.2
SLU_7	-13.2	79.4	6.0
SLU_8	-12.2	77.3	5.6
SLV_1	39.1	1.9	6.4
SLV_2	46.4	-3.7	6.9
SLV_3	26.3	8.0	2.7
SLV_4	-0.6	56.1	8.1
SLV_5	-7.9	61.7	7.7
SLV_6	12.3	50.0	4.1

Ai sensi delle NTC 2018 §6.4.3.1 le verifiche si eseguono secondo l'approccio 2, con la combinazione (A1+M1+R3).

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

Parametro	Grandezza alla quale applicare il coefficiente parziale	Coefficiente parziale $\gamma_M$	(M1)	(M2)
Tangente dell'angolo di resistenza al taglio	$\tan \varphi'_k$	$\gamma_{\varphi'}$	1,0	1,25
Coesione efficace	$c'_k$	$\gamma_{c'}$	1,0	1,25
Resistenza non drenata	$c_{uk}$	$\gamma_{cu}$	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	$\gamma_\gamma$	$\gamma_\gamma$	1,0	1,0

**Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali  $\gamma_R$  da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali**

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	$\gamma_R$	(R3)	(R3)	(R3)
Base	$\gamma_b$	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	$\gamma_s$	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	$\gamma$	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	$\gamma_{st}$	1,25	1,25	1,25

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

$$R_{c,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{c,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{c,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad [6.4.3]$$

$$R_{t,k} = \text{Min} \left\{ \frac{(R_{t,cal})_{media}}{\xi_3}, \frac{(R_{t,cal})_{min}}{\xi_4} \right\} \quad [6.4.4]$$

**Tab. 6.4.IV - Fattori di correlazione  $\xi$  per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate**

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$
$\xi_3$	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
$\xi_4$	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Si riporta a seguire una sintesi delle verifiche del micropalo nelle condizioni di massimo sforzo normale, minimo sforzo normale e massimo taglio.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	115 di 126

### 9.1.1 Verifica in condizione di massimo sforzo normale

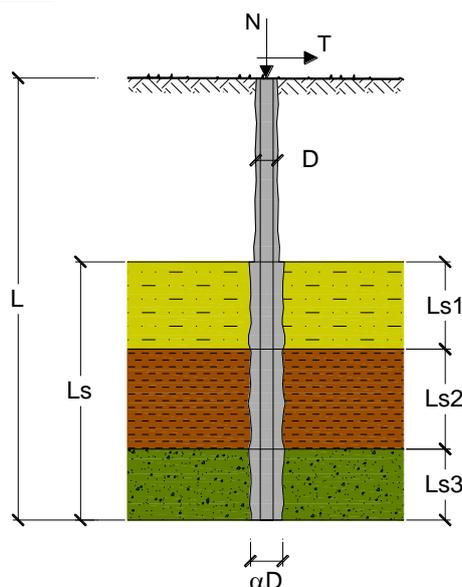
#### CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

**OPERA:** Pensilina Cisternazzi

**DATI DI INPUT:**

**Sollecitazioni Agenti:**

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
<b>N (kN)</b>	79.40		79.40
<b>T (kN)</b>	6.00		6.00



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_s$	$\gamma_{s\text{ traz}}$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.00	1.00	
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_s$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_t$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**Caratteristiche del micropalo:**

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.25 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 10.00 (m)

**Armatura:**

<input type="radio"/> IPE	<input type="radio"/> INP	<input type="radio"/> HEA	<input type="radio"/> HEB	<input type="radio"/> HEM	<input checked="" type="radio"/> Tubi	<input type="radio"/> ALTRO
IPE 180	INP 160	HEA 300	HEB 160	HEM 200	$\varnothing 168,3 \times 6,3$	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	116 di 126

## Ø168,3 x 6,3

Area dell'armatura (A<sub>arm</sub>): 3206 (mm<sup>2</sup>)  
 Momento di inerzia della sezione di armatura (J<sub>arm</sub>): 1.053E+07 (mm<sup>4</sup>)  
 Modulo di resistenza della sezione di armatura (W<sub>arm</sub>): 125'184 (mm<sup>3</sup>)

Tipo di acciaio  ▼

Tensione di snervamento dell'acciaio (f<sub>y</sub>): 355 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Coefficiente Parziale Acciaio γ<sub>M</sub>: 1.05  
 Tensione ammissibile dell'acciaio (σ<sub>lim</sub>): 338 (N/mm<sup>2</sup>)  
 Modulo di elasticità dell'acciaio (E<sub>arm</sub>): 210'000 (N/mm<sup>2</sup>)

### Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 20.0 (MN/m<sup>3</sup>)

### CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

#### Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * Is_i$$

Tipo di Terreno	Spessore Is <sub>i</sub> (m)	α (-)	Ds <sub>i</sub> = α * D (m)	S <sub>i</sub> media (MPa)	S <sub>i</sub> minima (MPa)	S <sub>i</sub> calcolo (MPa)	Qsi (kN)
calcari	6.00	1.10	0.28	0.300	0.300	0.153	795.44
		0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
		0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00

Ls = 6.00 (m)      QI = 795.44 (kN)

#### Capacità portante di punta

Qp = %Punta \* QI (consigliato 10-15%)

% Punta 15%      Qp = 119.32 (kN)

### CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + QI$$

Qlim = 914.76 (kN)

### COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

Fs = 11.52



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	117 di 126

### CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. ( $\beta$ ) ( $\beta = k \cdot D_{arm}$ ): 3.37 (N/mm<sup>2</sup>)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$   $\eta = Pk / N$  (consigliato  $\eta > 10$ )

$Pk = 5457.55$  (MN)  $\eta = 68.73$

### VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):  
(ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0.867$  (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 3.46$  (kN m)

### VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

*Tensioni nel singolo micropalo*

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 52.40$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\sigma_{min} = -2.88$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau = 3.74$  (N/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 52.80$  (N/mm<sup>2</sup>) **verifica soddisfatta**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	118 di 126

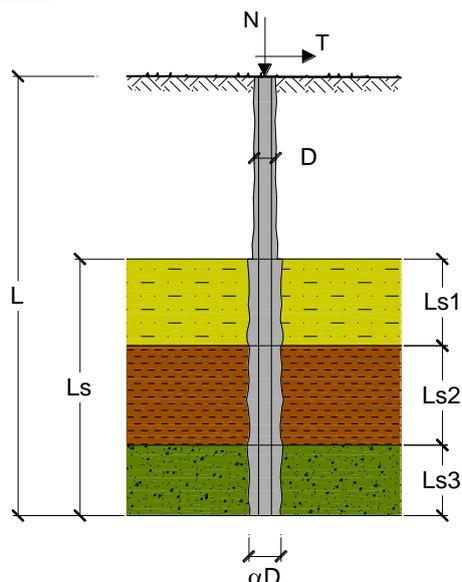
### 9.1.2 Verifica in condizione di minimo sforzo normale

#### CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

**OPERA:** Pensilina Cisternazzi

**DATI DI INPUT:**
**Sollecitazioni Agenti:**

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
<b>N (kN)</b>	-13.20		-13.20
<b>T (kN)</b>	6.00		6.00



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_s$	$\gamma_{s \text{ traz}}$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_s$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_t$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**Caratteristiche del micropalo:**

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.25 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 10.00 (m)

**Armatura:**

<input type="radio"/> IPE	<input type="radio"/> INP	<input type="radio"/> HEA	<input type="radio"/> HEB	<input type="radio"/> HEM	<input checked="" type="radio"/> Tubi	<input type="radio"/> ALTRO
IPE 180	INP 160	HEA 300	HEB 160	HEM 200	$\varnothing 168,3 \times 6,3$	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	119 di 126

## Ø168,3 x 6,3

Area dell'armatura (A <sub>arm</sub> ):	3206	(mm <sup>2</sup> )
Momento di inerzia della sezione di armatura (J <sub>arm</sub> ):	1.053E+07	(mm <sup>4</sup> )
Modulo di resistenza della sezione di armatura (W <sub>arm</sub> ):	125'184	(mm <sup>3</sup> )
Tipo di acciaio	<input type="text" value="S 355 (Fe 510)"/>	
Tensione di snervamento dell'acciaio (f <sub>y</sub> ):	355	(N/mm <sup>2</sup> )
Coefficiente Parziale Acciaio γ <sub>M</sub>	1.05	
Tensione ammissibile dell'acciaio (σ <sub>lim</sub> ):	338	(N/mm <sup>2</sup> )
Modulo di elasticità dell'acciaio (E <sub>arm</sub> ):	210'000	(N/mm <sup>2</sup> )

### Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 20.0 (MN/m<sup>3</sup>)

### CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

#### Capacità portante di fusto

$$QI = \sum_i \pi \cdot Ds_i \cdot s_i \cdot ls_i$$

Tipo di Terreno	Spessore l <sub>s<sub>i</sub></sub> (m)	α (-)	Ds <sub>i</sub> = α * D (m)	s <sub>i</sub> media (MPa)	s <sub>i</sub> minima (MPa)	s <sub>i</sub> calcolo (MPa)	Q <sub>si</sub> (kN)
calcari	6.00	1.10	0.28	0.300	0.300	0.141	731.81
		0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
		0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00

L<sub>s</sub> = 6.00 (m)      QI = 731.81 (kN)

#### Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta \cdot QI \quad (\text{consigliato } 10-15\%)$$

% Punta 15%      Q<sub>p</sub> = 0.00 (kN)

### CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Q_{lim} = Q_b + QI$$

Q<sub>lim</sub> = 731.81 (kN)

### COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$F_s = Q_{lim} / N \quad (F_s > 1)$$

F<sub>s</sub> = 55.44



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	120 di 126

### CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. ( $\beta$ ) ( $\beta = k \cdot D_{arm}$ ): 3.37 (N/mm<sup>2</sup>)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$   $\eta = Pk / N$  (consigliato  $\eta > 10$ )

$Pk = 5457.55$  (MN)  $\eta = --$

### VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):  
(ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0.867$  (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 3.46$  (kN m)

### VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

*Tensioni nel singolo micropalo*

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 23.52$  (N/mm<sup>2</sup>)  $\sigma_{min} = -31.76$  (N/mm<sup>2</sup>)

$\tau = 3.74$  (N/mm<sup>2</sup>)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 32.41$  (N/mm<sup>2</sup>) verifica soddisfatta

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	121 di 126

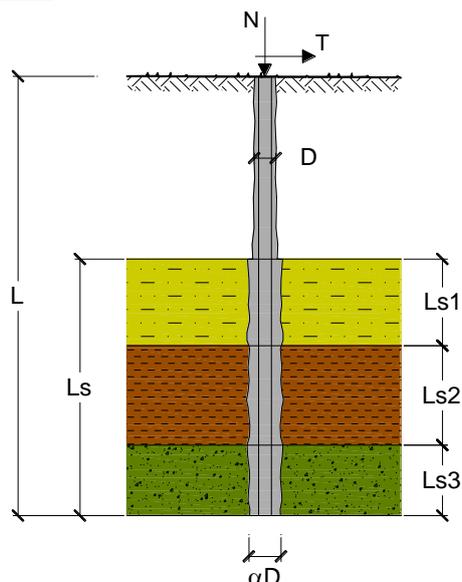
### 9.1.3 Verifica in condizione di massimo taglio

#### CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

**OPERA:** Pensilina Cisternazzi

**DATI DI INPUT:**
**Sollecitazioni Agenti:**

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
<b>N (kN)</b>	56.10		56.10
<b>T (kN)</b>	8.10		8.10



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	$\gamma_s$	$\gamma_{s \text{ traz}}$
			$\gamma_G$	$\gamma_Q$		
SLU	A1+M1+R1	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.00	1.00
	A2+M1+R2	<input type="radio"/>	1.00	1.30	1.45	1.60
	A1+M1+R3	<input type="radio"/>	1.30	1.50	1.15	1.25
	SISMA	<input type="radio"/>	1.00	1.00	1.15	1.25
DM88			1.00	1.00	1.00	1.00
definiti dal progettista			1.00	1.00	1.15	1.25

n	1	2	3	4	5	7	$\geq 10$	DM88	prog.
$\xi_s$	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
$\xi_t$	1.70	1.55	1.48	1.42	1.34	1.28	1.21	1.00	1.00

**Caratteristiche del micropalo:**

Diametro di perforazione del micropalo (D): 0.25 (m)

Lunghezza del micropalo (L): 10.00 (m)

**Armatura:**

<input type="radio"/> IPE	<input type="radio"/> INP	<input type="radio"/> HEA	<input type="radio"/> HEB	<input type="radio"/> HEM	<input checked="" type="radio"/> Tubi	<input type="radio"/> ALTRO
IPE 180	INP 160	HEA 300	HEB 160	HEM 200	$\varnothing 168,3 \times 6,3$	



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	122 di 126

## Ø168,3 x 6,3

Area dell'armatura (A <sub>arm</sub> ):	3206	(mm <sup>2</sup> )
Momento di inerzia della sezione di armatura (J <sub>arm</sub> ):	1.053E+07	(mm <sup>4</sup> )
Modulo di resistenza della sezione di armatura (W <sub>arm</sub> ):	125'184	(mm <sup>3</sup> )
Tipo di acciaio	<input type="text" value="S 355 (Fe 510)"/>	
Tensione di snervamento dell'acciaio (f <sub>y</sub> ):	355	(N/mm <sup>2</sup> )
Coefficiente Parziale Acciaio γ <sub>M</sub>	1.05	
Tensione ammissibile dell'acciaio (σ <sub>lim</sub> ):	338	(N/mm <sup>2</sup> )
Modulo di elasticità dell'acciaio (E <sub>arm</sub> ):	210'000	(N/mm <sup>2</sup> )

### Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k): 20.0 (MN/m<sup>3</sup>)

### CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

#### Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * ls_i$$

Tipo di Terreno	Spessore ls <sub>i</sub> (m)	α (-)	Ds <sub>i</sub> = α * D (m)	s <sub>i</sub> media (MPa)	s <sub>i</sub> minima (MPa)	s <sub>i</sub> calcolo (MPa)	Qs <sub>i</sub> (kN)
calcari	6.00	1.10	0.28	0.300	0.300	0.153	795.44
		0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00
		0.00	0.00	0.000	0.000	0.000	0.00

Ls = 6.00 (m)      Ql = 795.44 (kN)

#### Capacità portante di punta

Qp = %Punta \* Ql (consigliato 10-15%)

% Punta 15%      Qp = 119.32 (kN)

### CARICO LIMITE DEL MICROPALO

Qlim = Qb + Ql

Qlim = 914.76 (kN)

### COEFFICIENTE DI SICUREZZA

Fs = Qlim / N (Fs > 1)

Fs = 16.31



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	123 di 126

### CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. ( $\beta$ ) ( $\beta = k \cdot D_{arm}$ ): **3.37 (N/mm<sup>2</sup>)**

$P_k = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$   **$\eta = P_k / N$  (consigliato  $\eta > 10$ )**

**$P_k = 5457.55$  (MN)  $\eta = 97.28$**

### VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):  
(Ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = \sqrt[4]{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

**$b = 0.867$  (1/m)**

Momento Massimo (M):

**$M = 4.67$  (kN m)**

### VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

*Tensioni nel singolo micropalo*

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

**$\sigma_{max} = 54.81$  (N/mm<sup>2</sup>)  $\sigma_{min} = -19.82$  (N/mm<sup>2</sup>)**

**$\tau = 5.05$  (N/mm<sup>2</sup>)**

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

**$\sigma_{id} = 55.51$  (N/mm<sup>2</sup>) **verifica soddisfatta****

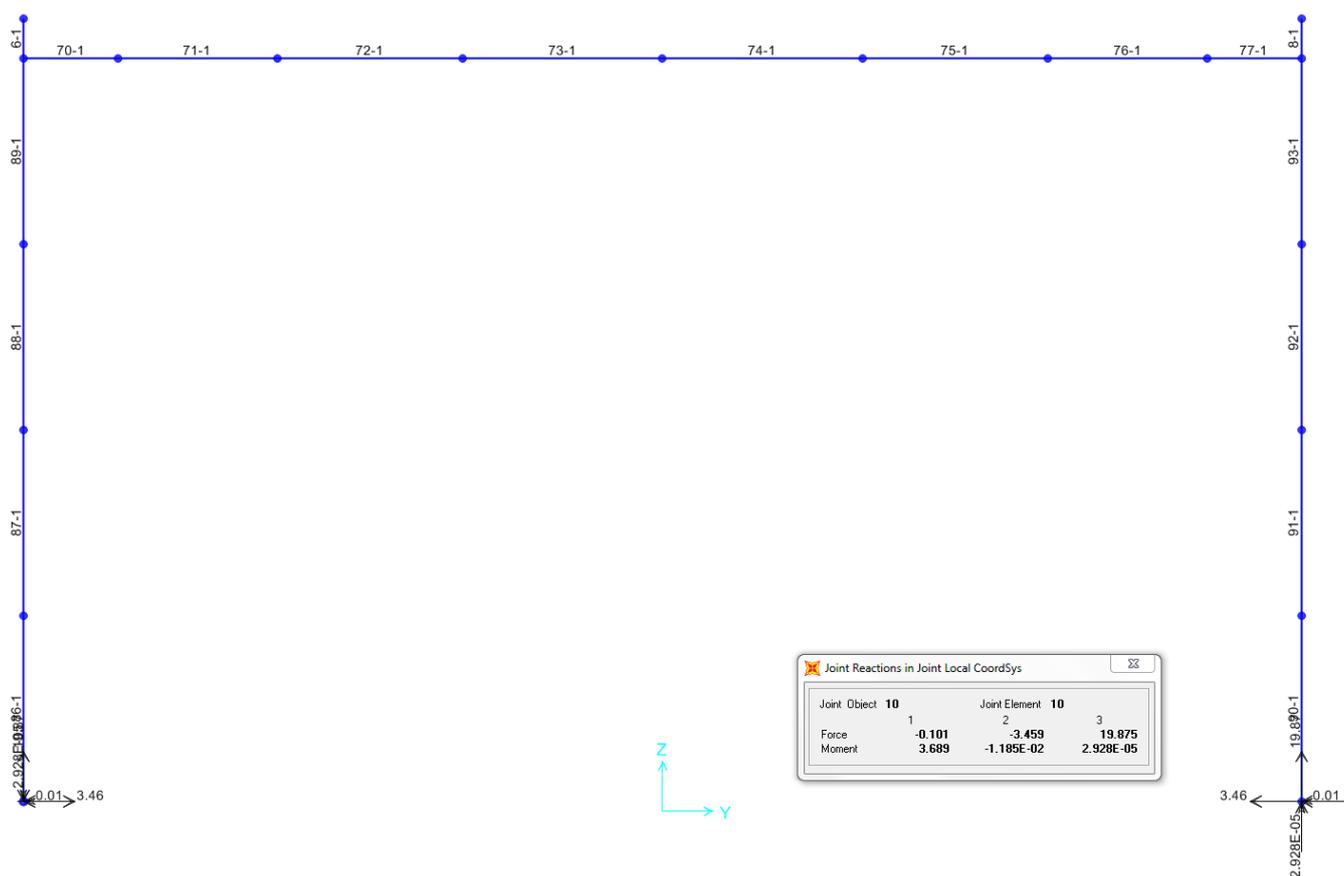
## 9.2 Verifica delle travi di collegamento in fondazione

In accordo con quanto indicato al §7.2.5 delle NTC2018, gli spostamenti relativi del terreno sul piano di fondazione possono essere trascurati quando le travi di collegamento sono dimensionate per assorbire la seguente azione assiale:

$$\pm 0.3 N_{sd} a_{max} / g \quad \text{per terreni di tipo B}$$

dove  $N_{sd}$  è il valore medio della forza verticale agente sui plinti di collegamento (comprensiva del peso del plinto):

$$N_{sd} = N(G1+G2) + N(pp \text{ plinto}) = 19.9 \text{ kN} + 76.8 \text{ kN} = 96.70 \text{ kN}$$



**Figura 30: Reazioni alla base (G1+G2)**

Gli effetti dell'instabilità nelle condizioni in cui la trave è compressa sono stati trascurati in accordo con il 4.1.2.3.9.2 delle NTC2018.

### Dati

Accelerazione massima locale (su suolo in piano di tipo A)

$a_g$

0.236\*g

Fattore di amplificazione spettrale massima

Fo

2.346



**LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI**

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	125 di 126

Categoria suolo B

coef. di amplificazione stratigrafica S<sub>s</sub> 1.179

Coef. di amplificazione topografica S<sub>T</sub> 1.000

categoria di sottosuolo e topografico  $S = S_s S_T$  S 1.179

Base della sezione della trave di collegamento b 40.0cm

Altezza della sezione della trave di collegamento h 50.0cm

Diametro dell'armatura longitudinale nella trave f<sub>i</sub> 16.0mm

Numero di barre di armatura longitudinale n 4

Area della sezione di calcestruzzo A<sub>c</sub> 2000.00cm<sup>2</sup>

Area totale armatura nella sezione della trave A<sub>stot</sub> 8.04cm<sup>2</sup>

Classe di resistenza del calcestruzzo R<sub>ck</sub> 30.00MPa

Tensione di progetto a compressione del cls f<sub>cd</sub> 14.11MPa

Tensione di progetto a compressione dell'acciaio f<sub>yd</sub> 391.30MPa

Valore medio forze verticali negli elementi sui plinti collegati N<sub>sd</sub> 96.70kN

### Risultati

Accelerazione orizzontale massima attesa al sito a<sub>max</sub> = a<sub>g</sub> S 0.278\*g

Forza assiale nella trave di collegamento N<sub>Ed</sub> 0.3N<sub>sd</sub> a<sub>max</sub> / g 8.07kN

Forza assiale di resistenza a compressione N<sub>Rc</sub> 0,8A<sub>c</sub> f<sub>cd</sub> + A<sub>stot</sub> f<sub>yd</sub> 2572.30kN

Forza assiale di resistenza a trazione della trave N<sub>Rt</sub> A<sub>stot</sub> f<sub>yd</sub> 314.70kN

### Verifiche

Verifica per trave compressa N<sub>Rc</sub> > N<sub>Ed</sub> 2572.3 > 8.07

Verifica per trave tesa N<sub>Rt</sub> > N<sub>Ed</sub> 314.7 > 8.07

**VERIFICATO**

### Controllo snellezza

lunghezza netta della trave l 220.0cm

coefficiente per il calcolo della lunghezza libera di inflessione β 0.500

coefficiente C per calcolo della snellezza limite ( 0,7 ≤ C ≤ 2,7) C 0.700

lunghezza libera di inflessione della trave di collegamento l<sub>0</sub> = β l 110.0cm

raggio di inerzia minimo della sezione della trave i = √ (J<sub>min</sub>/A<sub>c</sub>) 11.5cm



LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA  
P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA  
LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di accesso (cancello) - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 002	A	126 di 126

snellezza della trave:

$$\lambda = l_0 / i$$

9.53

snellezza limite  $\lambda_{lim} = 15,4 C / \sqrt{N_{ed}/(A_{cfcd})}$  (4.1.33)

$$\lambda_{lim} = 15,4 C / \sqrt{v}$$

201.60

Gli effetti di instabilità possono essere trascurati se

$$\lambda < \lambda_{lim}$$

9.53 < 201.6

**VERIFICATO**