

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 banchina - relazione di calcolo fondazioni e elevazioni**

SCALA:

-

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

RS3Y 1B D 10 RH FV010C 001 A

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

File: RS3Y1BD10RHFV010C001A.doc

n. Elab.:



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	2 di 132



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	3 di 132

INDICE

1	PREMESSA	5
2	INTRODUZIONE.....	5
3	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	10
4	CARATTERISTICHE DEI MATERIALI	10
5	ANALISI DEI CARICHI	12
5.1	CARICHI PERMANENTI STRUTTURALI (G1)	12
5.2	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI (G2).....	12
5.3	CARICO VARIABILE SU COPERTURA (QK)	13
5.4	AZIONE DELLA NEVE	15
5.5	AZIONE DEL VENTO.....	19
5.6	VARIAZIONI TERMICHE	28
5.7	CARICHI INDOTTI DALLA LINEA ELETTRICA	29
5.8	AZIONI ECCEZIONALI ROTTURA DELLA CATENARIA.....	29
5.9	AZIONE AERODINAMICA DOVUTA AL TRAFFICO FERROVIARIO	29
5.10	AZIONE SISMICA	29
5.10.1	<i>Vita nominale</i>	29
5.10.2	<i>Classe d'uso</i>	30
5.10.3	<i>Periodo di riferimento</i>	31
5.10.4	<i>Valutazione dei parametri di pericolosità sismica</i>	31
5.10.5	<i>Categorie di Sottosuolo</i>	32
5.10.6	<i>Condizioni topografiche</i>	32
5.10.7	<i>Amplificazione Stratigrafica e Topografica</i>	32
5.10.8	<i>Parametri sismici di calcolo</i>	33
5.10.9	<i>Comportamento strutturale</i>	36

5.10.10	Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni	
37			
5.10.11	Analisi dinamica lineare	
37			
6	COMBINAZIONI DI CARICO		38
7	MODELLO DI CALCOLO		41
8	VERIFICHE STRUTTURE IN ELEVAZIONE		45
8.1	VERIFICHE ALLO SLU		45
8.1.1	<i>Pilastri tubolari φ 406.4x20 mm</i>		45
8.1.2	<i>Travi longitudinali IPE300</i>		59
8.1.3	<i>Travi trasversali HE300A</i>		68
8.1.4	<i>Travi secondarie IPE160 (arcarecci)</i>		74
8.1.5	<i>Travi secondarie di bordo UPN300</i>		86
8.1.6	<i>Controventi di falda</i>		92
8.2	VERIFICHE SLE.....		93
8.2.1	<i>Verifiche di deformabilità</i>		93
8.3	VERIFICHE DEI COLLEGAMENTI		99
8.3.1	<i>Giunto di base</i>		99
8.3.2	<i>Verifica a trazione dei tirafondi</i>		103
8.3.3	<i>Verifica a schiacciamento del calcestruzzo</i>		103
8.3.4	<i>Verifica a flessione della piastra</i>		104
8.3.5	<i>Verifica a taglio</i>		105
9	VERIFICHE STRUTTURE DI FONDAZIONE		107
9.1	VERIFICA MICROPALI.....		108
9.1.1	<i>Verifica in condizione di massimo sforzo normale</i>		113
9.1.2	<i>Verifica in condizione di minimo sforzo normale</i>		117
9.1.3	<i>Verifica in condizione di massimo taglio</i>		121



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni	COMMESSA RS3Y	LOTTO 1B	CODIFICA D 10 RH	DOCUMENTO FV 01 0C 001	REV. A	FOGLIO 5 di 132
--	------------------	-------------	---------------------	---------------------------	-----------	--------------------

9.2	VERIFICA DEL PLINTO DI FONDAZIONE	124
9.3	VERIFICA DELLE TRAVI DI COLLEGAMENTO IN FONDAZIONE	130

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 "Riquilificazione 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.

2 INTRODUZIONE

La presente relazione descrive la progettazione strutturale della pensilina metallica di banchina 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 35m
- ✓ nuovo apparato tecnologico ACC

Per la relazione di calcolo della pensilina di accesso si rimanda all'elaborato specifico RS3Y1BD10RHFV010C002.

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	6 di 132

La pensilina in acciaio è costituita da una fila di pilastri collegati da travi longitudinali che sostengono un'orditura di travi trasversali (vedi Figura 1 e Figura 2), collegate da travi secondarie ordite in senso longitudinale. La copertura è realizzata con pannelli metallici direttamente fissati alle travi longitudinali secondarie.

La pensilina in oggetto, il cui sviluppo complessivo è pari a 35 m (Figura 4), risulta composta da una struttura continua per tutta la sua lunghezza. L'interasse dei pilastri in senso longitudinale misura 5.0 m. Le travi secondarie sono disposte in corrispondenza dei pilastri, quindi anche esse con interasse 5.0 m. L'altezza della pensilina dal piano del ferro all'intradosso della copertura è di 4.50 m e la larghezza fuori tutto delle falde è pari a 6.50 m. La struttura in senso longitudinale risulta composta da 6 campate da 5 m con sbalzi di estremità da entrambi i lati.

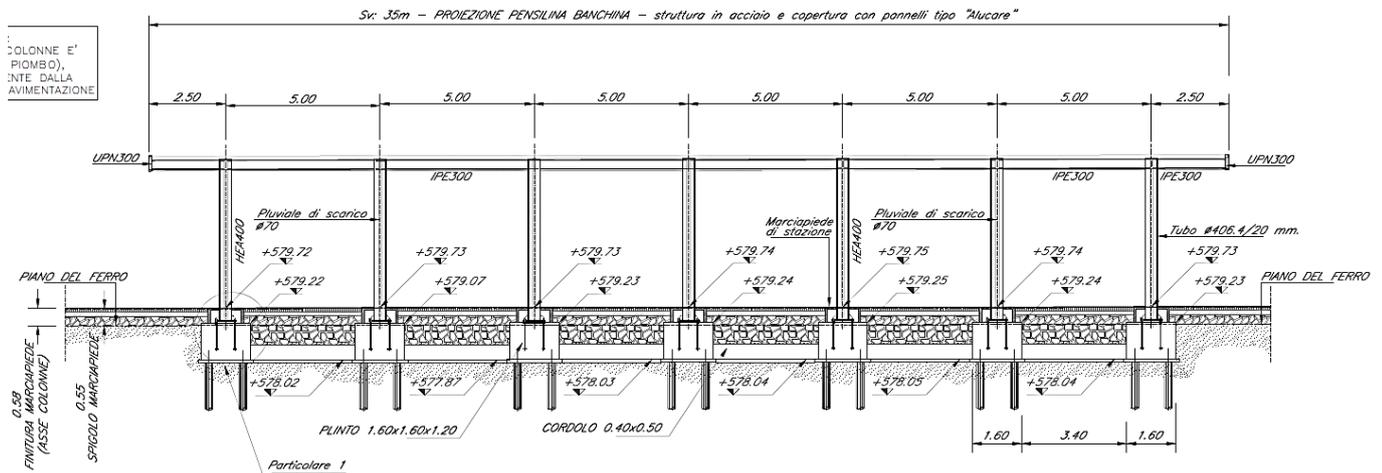


Figura 1 - Prospetto della Pensilina metallica

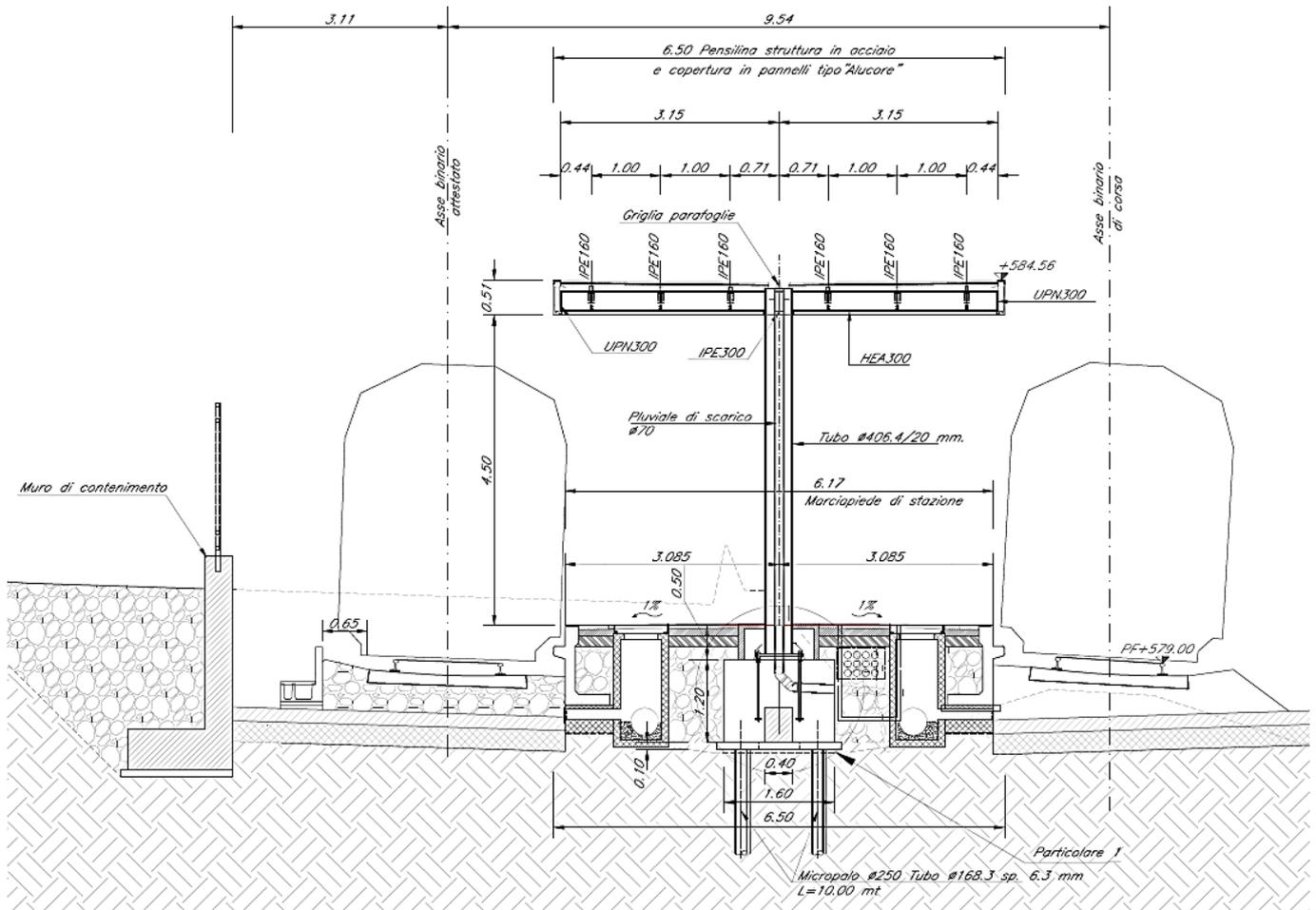


Figura 2- Sezione trasversale della Pensilina metallica

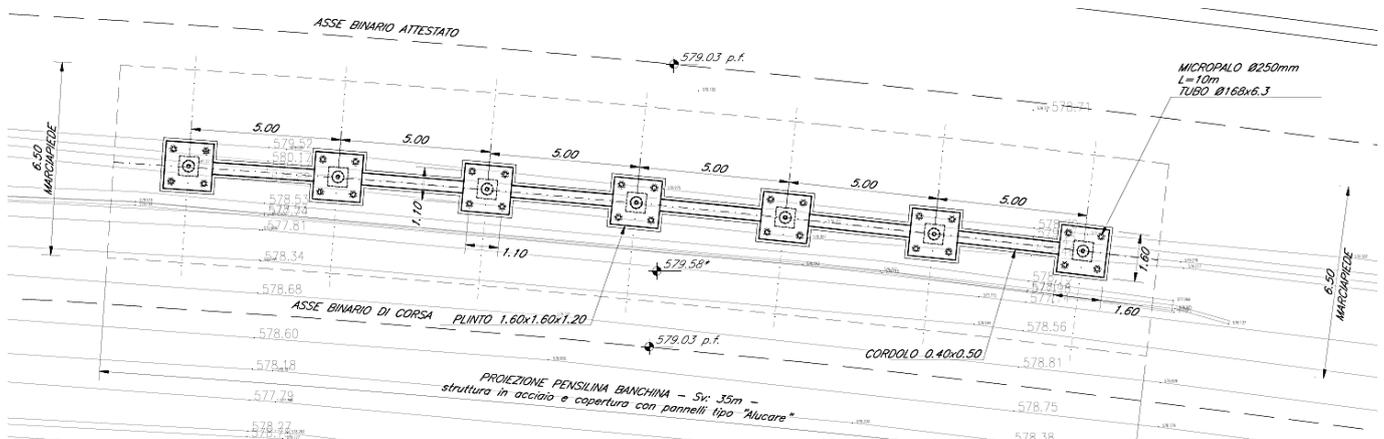


Figura 3 - Pianta fondazioni della Pensilina metallica

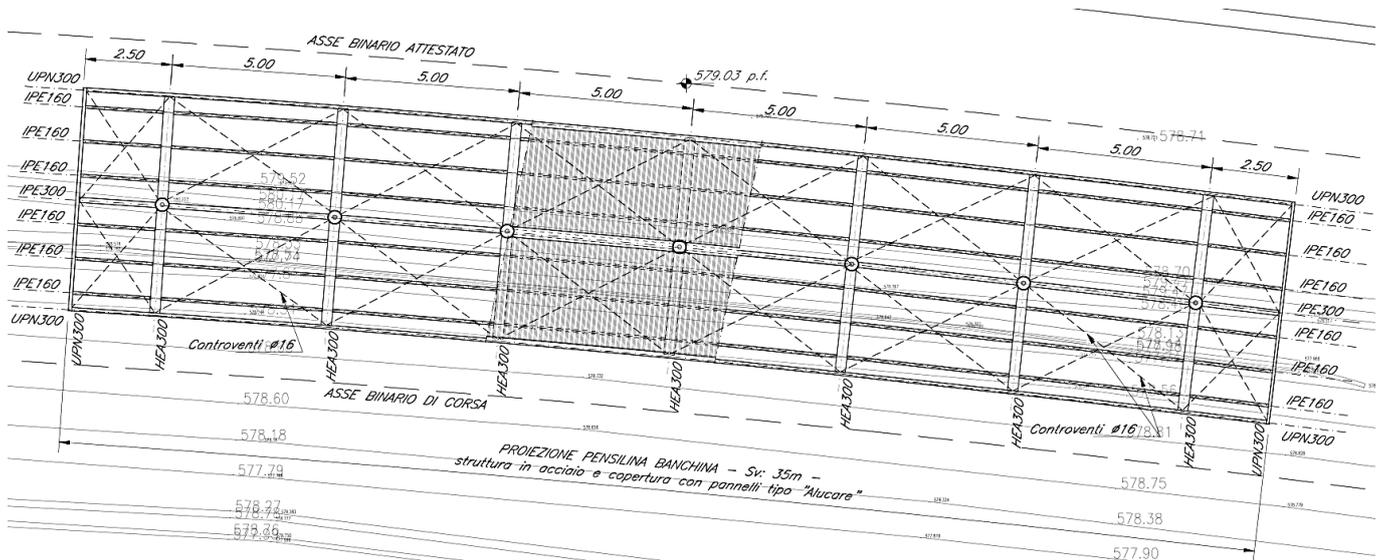


Figura 4 – Pianta copertura della Pensilina metallica

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

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

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.

Colonne

Le colonne in acciaio sono realizzate con profili tubolari $\phi 406.4$ mm x 20 mm di spessore, con altezza totale pari 5350 mm. All'estremità inferiore del pilastro è saldata la piastra per l'ancoraggio ai tirafondi



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	9 di 132

della fondazione. Alla piastra e al pilastro sono saldate le costole di irrigidimento. Ad ogni colonna è addossato un pluviale per il deflusso delle acque meteoriche della pensilina.

Travi longitudinali

Profilati a doppio T tipo IPE300. La trave è collegata alle colonne tramite unioni flangiate, realizzando uno schema statico di trave continua su tre luci con due sbalzi di estremità.

Travi trasversali

Trave a sezione a doppio T tipo HE300A. La trave è collegata alla colonna tramite unioni flangiate, realizzando uno schema a doppio sbalzo simmetrico da ciascun lato della colonna.

Travi secondarie longitudinali (arcarecci)

- Profili a doppio T tipo IPE 160. Vengono disposte tre travi per ciascun lato della colonna, ad interasse di 1 m. Tali profilati sostengono direttamente i pannelli di copertura. In corrispondenza delle travi trasversali centrali le travi secondarie sono collegate tramite giunti bullonati, previa opportuna sagomatura, realizzando uno schema di trave appoggiata su luce di 5 m. In corrispondenza delle mensole laterali si dispongono spezzoni saldati in officina alle travi HE300A e quindi bullonati in opera, in modo da realizzare uno schema di trave continua con sbalzo.

Travi secondarie di bordo

- Profilo UPN 300 di chiusura, sostengono i pannelli laterali a chiusura della copertura. Collegamenti bullonati con le travi trasversali HEA300 e con le travi longitudinali (IPE300 e 160) in corrispondenza degli sbalzi di estremità

Controventi di falda

Controventi realizzati tramite tiranti \varnothing 16 in acciaio. Il collegamento del controvento all'orditura principale è realizzato attraverso piastre saldate.



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	10 di 132

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	11 di 132

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/mm²
- modulo di elasticità tangenziale G 78.400 N/mm²
- coefficiente di *Poisson* $\nu = 0.3$
- peso dell'unità di volume γ_s 7.850 kg/m³

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

- tensione di rottura a trazione f_{tk} 510 N/mm²
- tensione di snervamento f_{yk} 355 N/mm²

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	12 di 132

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 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 forfettario 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.

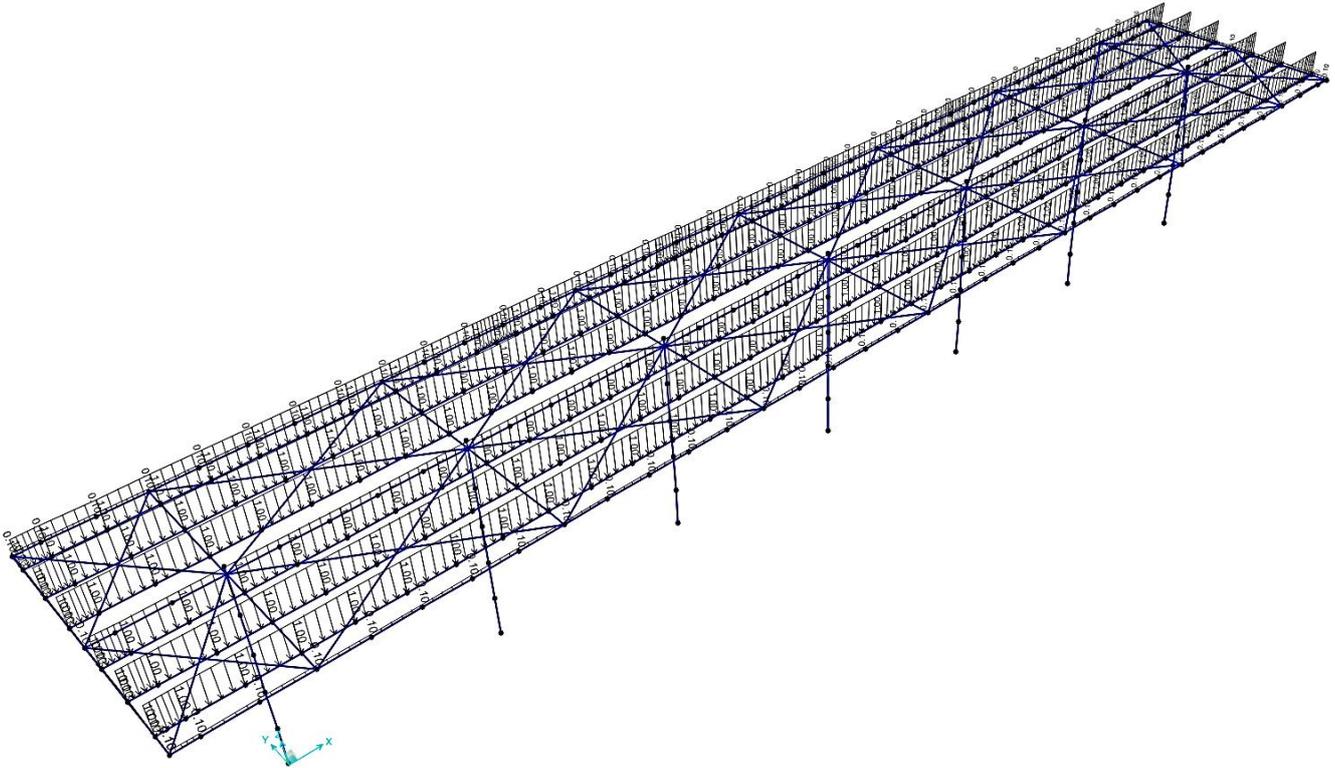


Figura 5 – schema applicazione carichi permanenti non strutturali (G2).

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

5.3 Carico variabile su copertura (qk)

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

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

Tale carico è stato applicato come azione uniformemente distribuita sulle travi secondarie (arcarecci) per area di influenza ed è stato opportunamente segmentato per produrre i massimi effetti sulla struttura. In particolare, sono stati considerati i seguenti scenari:

- 1) Carico uniformemente distribuito sull'intera area della copertura
- 2) Carico applicato solo su un lato (in senso trasversale) rispetto alle colonne
- 3) Carico applicato solo sugli sbalzi di estremità

Si vedano a tal proposito le figure seguenti.

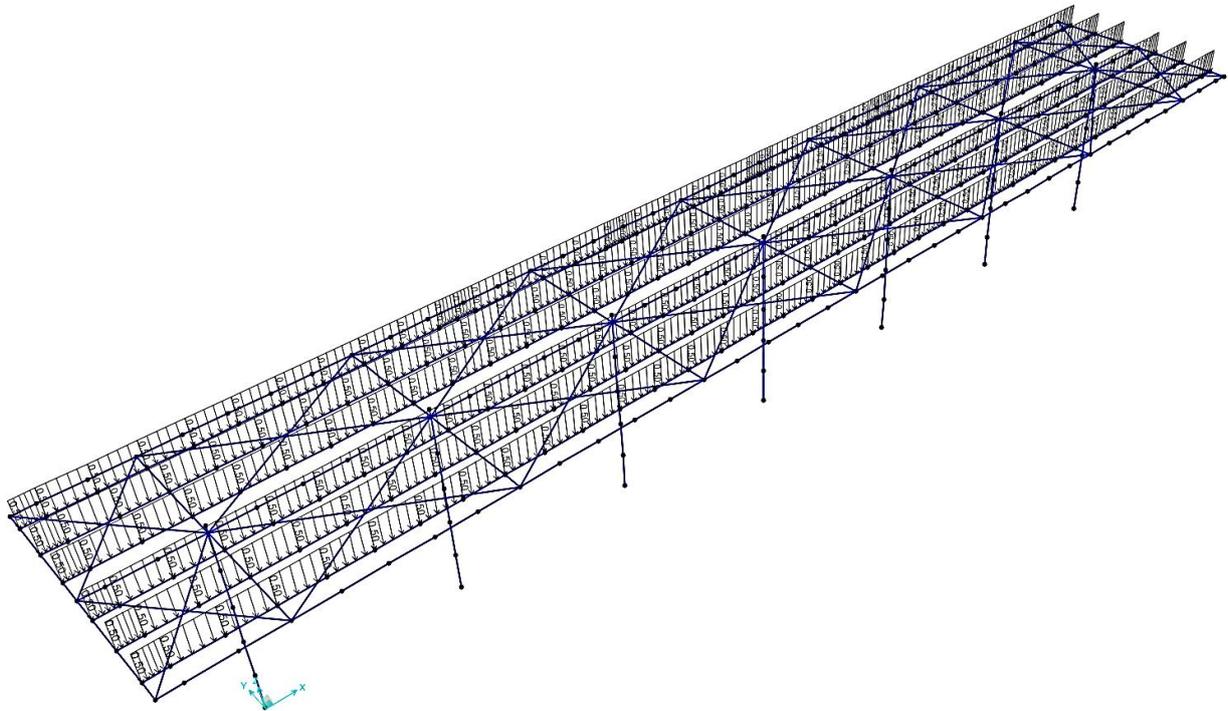


Figura 6 – Carico variabile su copertura (caso 1)

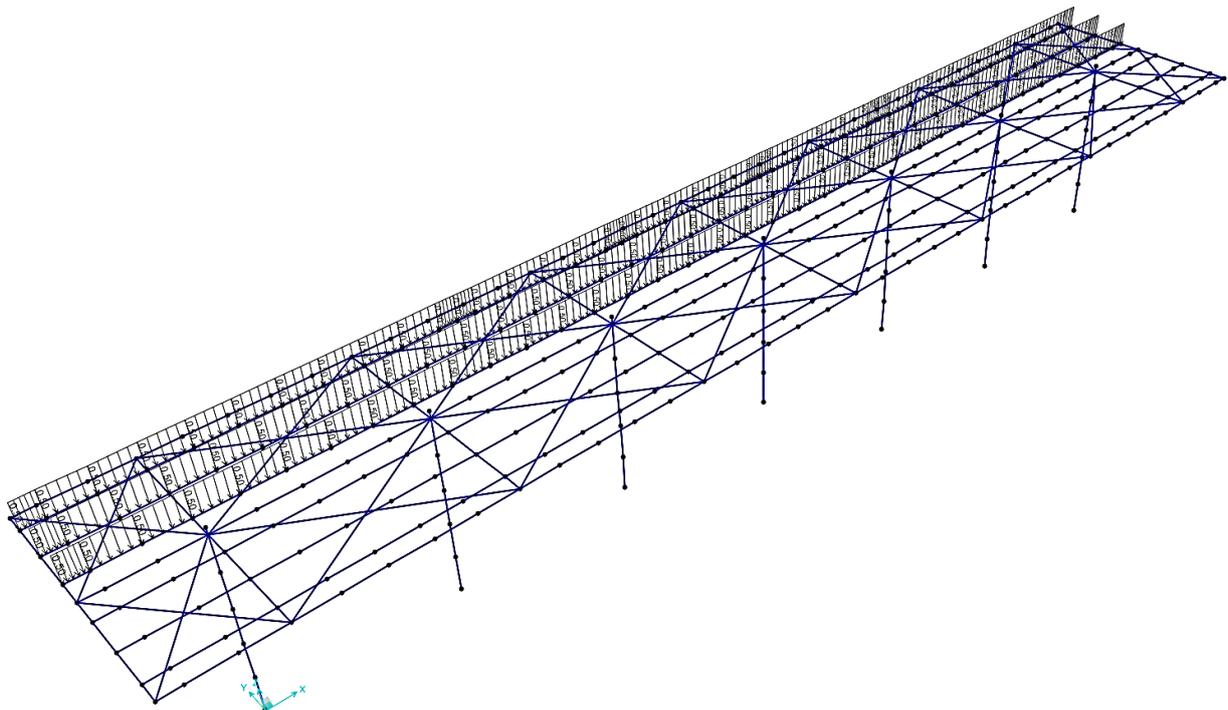


Figura 7 – Carico variabile su copertura (caso 2)

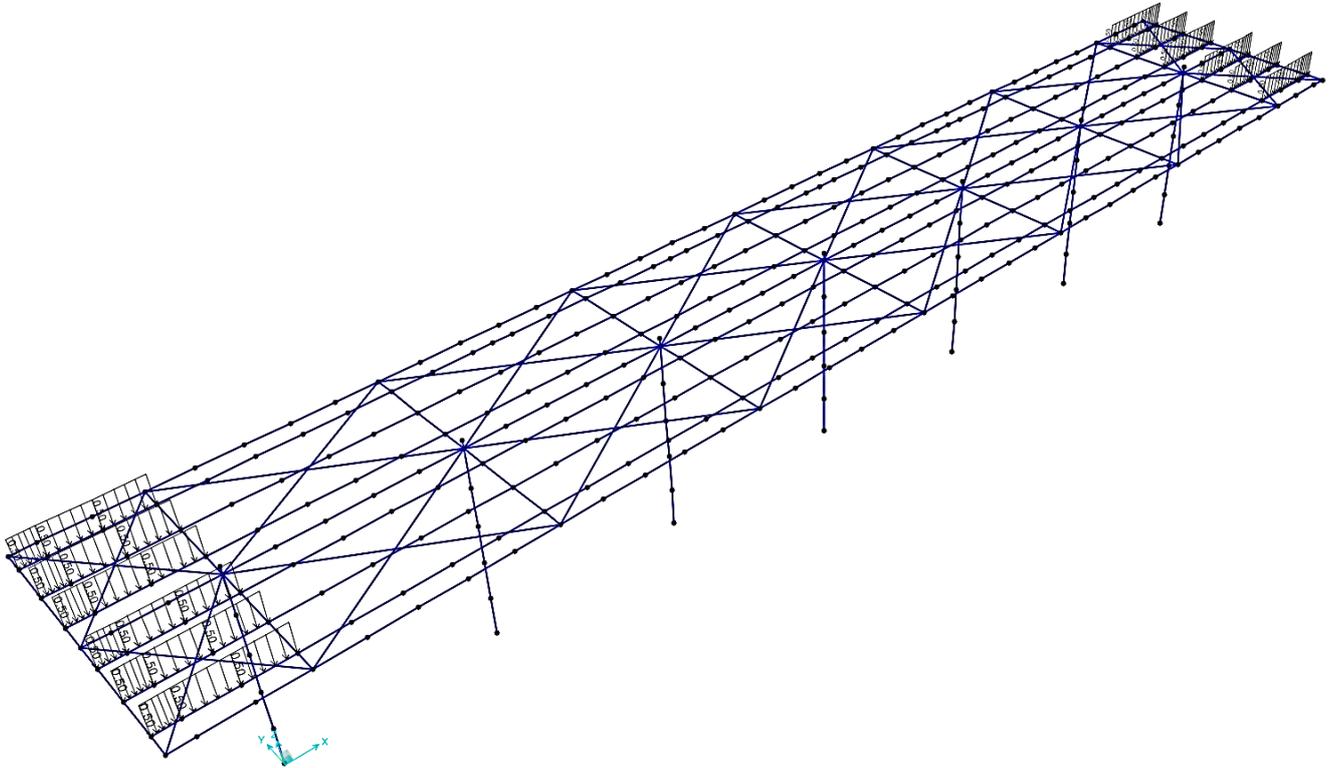


Figura 8 – Carico variabile su copertura (caso 3)

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:

μ_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):

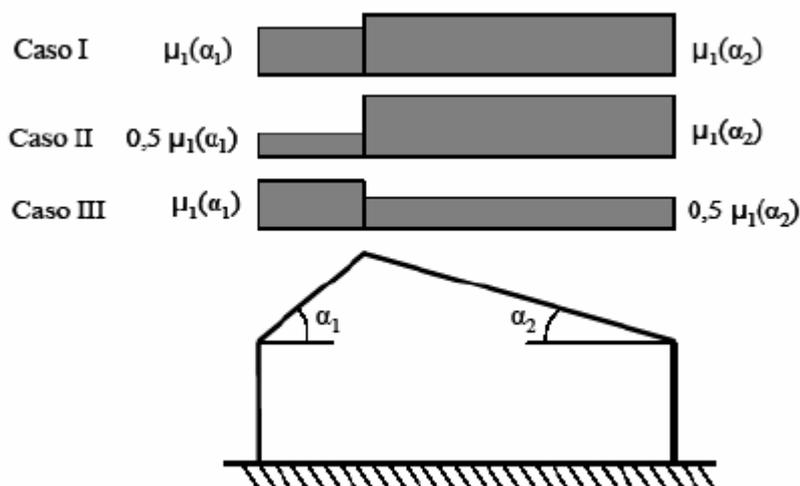
$$C_t = 1.0 \text{ (3.4.5 - NTC2018)}.$$

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

Tab. 3.4.II – Valori del coefficiente di forma

Coefficiente di forma	$0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$	$30^\circ < \alpha < 60^\circ$	$\alpha \geq 60^\circ$
μ_1	0,8	$0,8 \cdot \frac{(60 - \alpha)}{30}$	0,0

Nella figura seguente si riportano le due condizioni di carico prescritte dalle NTC2018:



Zona	III	
as	579	m slm
qsk	1.25	kN/m ²
Ce	1	
Ct	1	
pendenza trasversale	1%	
angolo falda	0.57	°
μ_1	0.8	per inclinazione minore di 30°
caso 1		
qs_sx	1.00	kN/m ²
qs_dx	1.00	kN/m ²
caso 2		
qs_sx	0.50	kN/m ²
qs_dx	1.00	kN/m ²
caso 3		
qs_sx	1.00	kN/m ²
qs_dx	0.50	kN/m ²

Tabella 1 – calcolo carico da neve

Si considerano quindi le seguenti condizioni di carico:

- 1) Carico uniformemente distribuito sull'area della copertura
- 2) Carico prevalente applicato solo su un lato (in senso trasversale) rispetto alle colonne

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

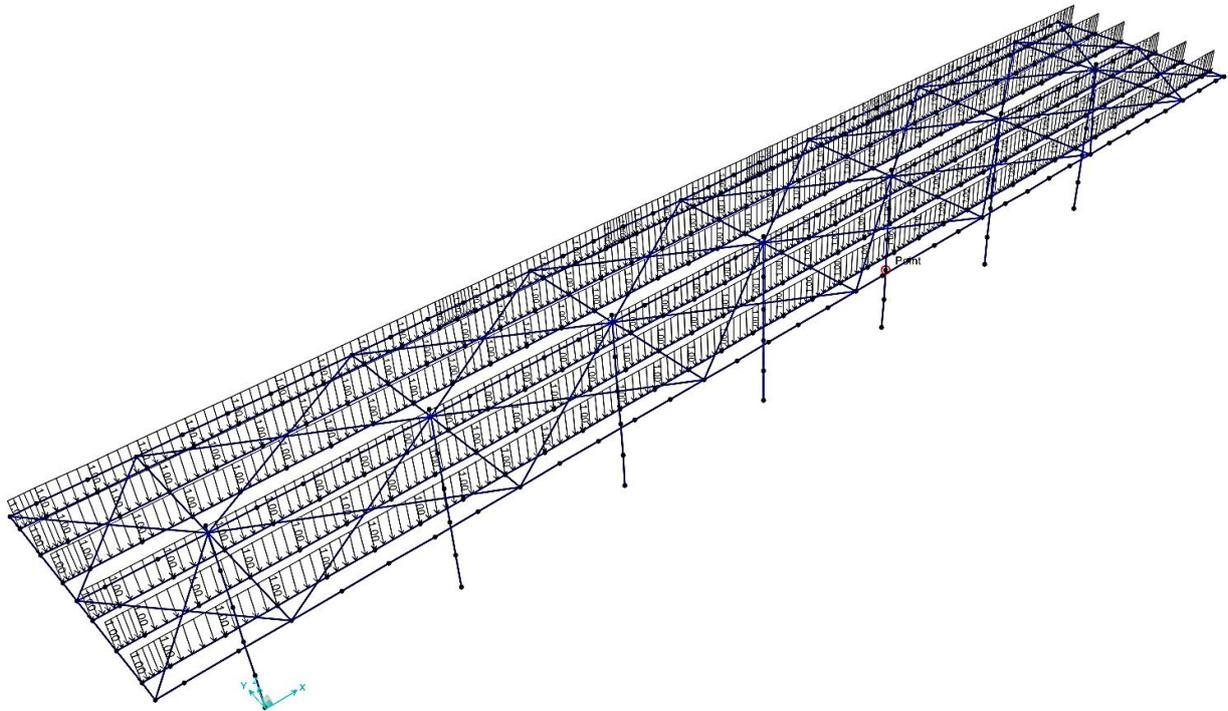


Figura 9 – Carico da neve su copertura (caso 1)

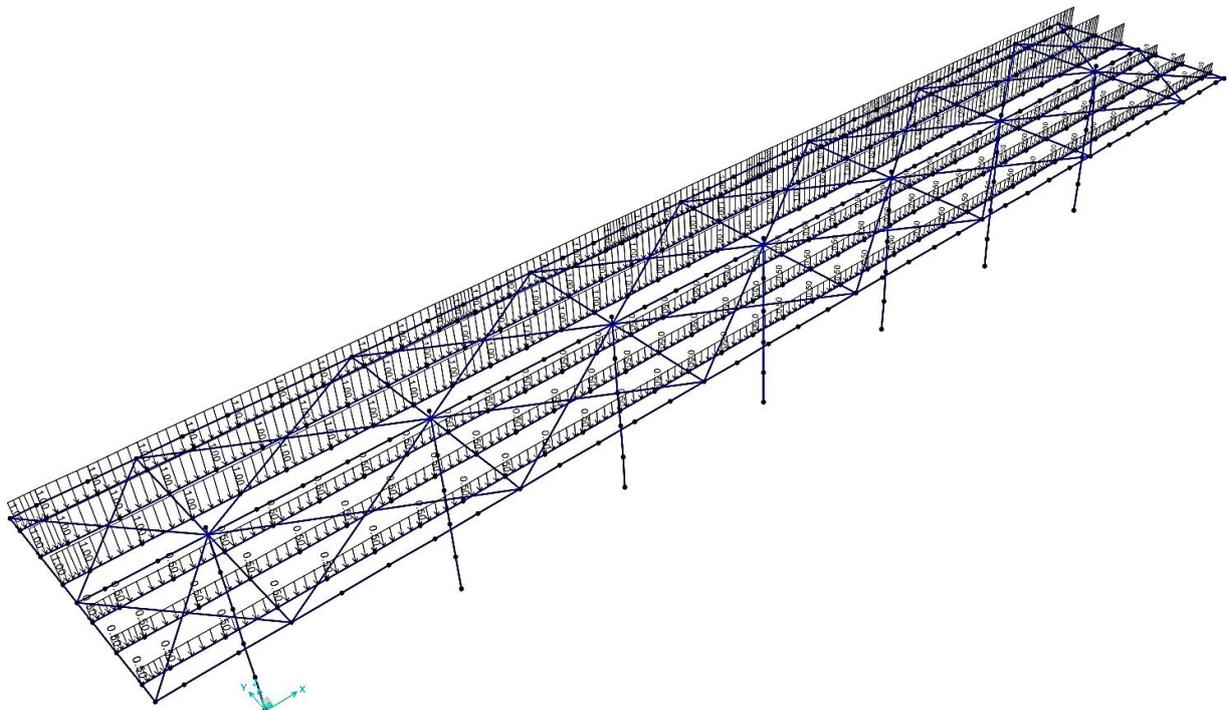


Figura 10 – Carico da neve su copertura (caso 2)



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	19 di 132

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;

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/m²) è data dall'espressione:

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

dove:

v_r - Velocità di riferimento del vento;

ρ - Densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m³.

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:

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

$v_{b,0}$ 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.

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

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

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

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).

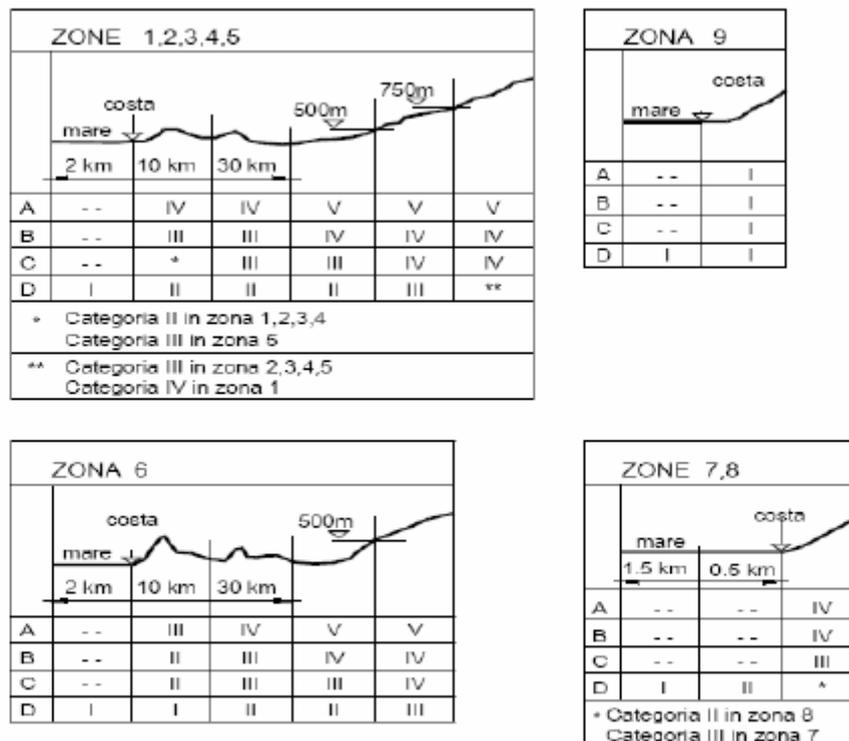


Fig. 3.3.2 - Definizione delle categorie di esposizione

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 della pensilina di 5.5 m, risulta pari ad 1.764.

Coefficiente di forma (o aerodinamico):

I coefficienti di forma ai quali si è fatto riferimento sono richiamati nel seguito. Nella figura seguente si riporta uno schema delle componenti dell'azione del vento considerate.

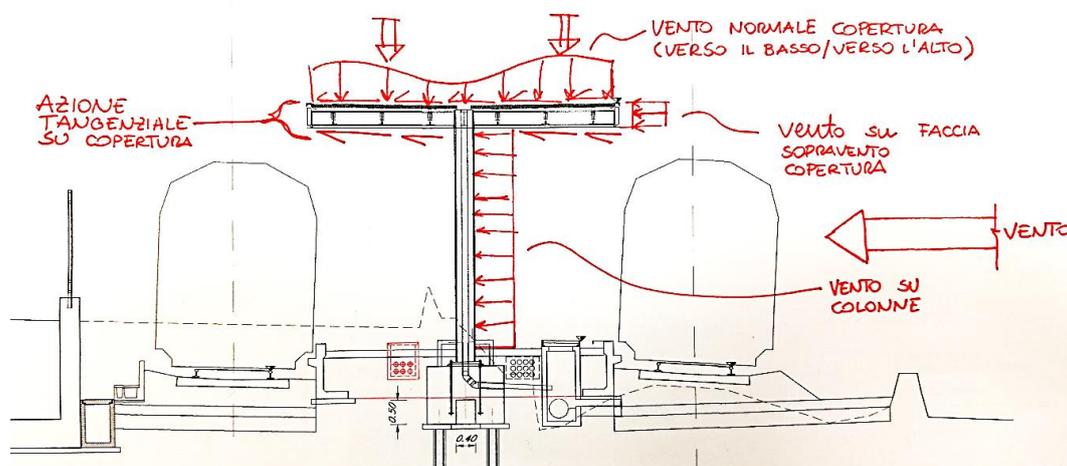


Figura 11 – Schema azione del vento

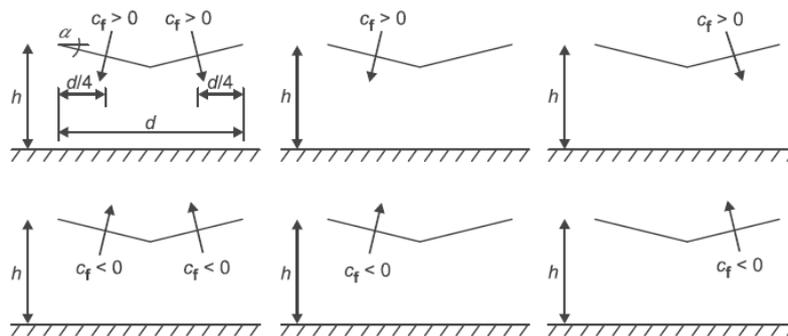
Copertura

Si è fatto riferimento al paragrafo C3.3.8.2 (Tettoie) della Circolare 2019. Sebbene non siano previste strutture al di sotto della pensilina in progetto, 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 0.5 in considerazione 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 doppia falda con falde sub-orizzontali (è stato considerato cautelativamente un angolo minimo con l'orizzontale pari a 5°). Il coefficiente di forza per tettoie a doppia falda si ottiene come segue:

Tabella C3.3.XVI - Coefficienti di forza per tettoie a doppia falda (α in °).

Valori positivi	Tutti i valori di φ	$c_F = +0,2 + 0,7 \cdot \alpha /30$	
Valori negativi	$\varphi = 0$	$\alpha \leq 0^\circ$	$c_F = -0,5 + 0,1 \cdot \alpha/10$
	$\varphi = 1$	$\alpha \geq 0^\circ$	$c_F = -0,5 - 0,2 \cdot \alpha/10$
		tutti i valori di α	$c_F = -1,4$

Per il calcolo della tettoia si considerano le condizioni di carico più gravose tra quelle indicate nella Figura C3.3.24 (di seguito riportata), dove la forza risultante è considerata agente simultaneamente su entrambe le falde oppure soltanto su una di esse.



Tale carico è stato applicato come azione verticale uniformemente distribuita sulle travi secondarie (arcarecci) per area di influenza. Il calcolo è sintetizzato a seguire:

copertura - C3.3.2.2 tettoie

φ (grado di bloccaggio)	0.5	assunto
pendenza trasversale	-1%	
angolo falda	-0.57	°
angolo falda considerato	-5	°
cf+	0.32	
cf- fi=0	-0.55	
cf- fi=1	-1.4	
cf- interpolato	-0.975	
Vento normale copertura		
quota estradosso copertura	5.5	m
pressione verso il basso (cf+)	0.31	kN/m ²
pressione verso l'alto (cf-)	-0.94	kN/m ²
larghezza influenza travetti long	1.00	m
carico lineare verso il basso	-0.31	kN/m
carico lineare verso l'alto	0.94	kN/m

Tabella 2 – calcolo azione del vento su copertura

Azione sul bordo sopravento della copertura

Sulla faccia sopravento della chiusura laterale della copertura (spessore 0.45 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	0.45	m
Pressione normale P	2.32	kN/m ²
carico lineare	1.04	kN/m

Tabella 3 – calcolo azione del vento su bordo copertura

Azione tangenziale del vento

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.).

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

Vento tangenziale copertura

Cf	0.04	sup molto scabra
semilarghezza pensilina	3.25	m
numero superfici (sopra sotto)	2	
Pressione tangenziale Pf	0.08	kN/m ²
carico lineare	0.25	kN/m
carico per travetto	0.08	kN/m

Tabella 4 – calcolo azione del vento tangenziale su copertura

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.

Vento su pilastro

quota sommità pilastro	5.4	m
Cp	2.4	palo circolare
larghezza sezione pilastro	0.41	m
Pressione normale P	2.31	kN/m ²
carico lineare	0.95	kN/m

Tabella 5 – calcolo azione del vento su colonne

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.

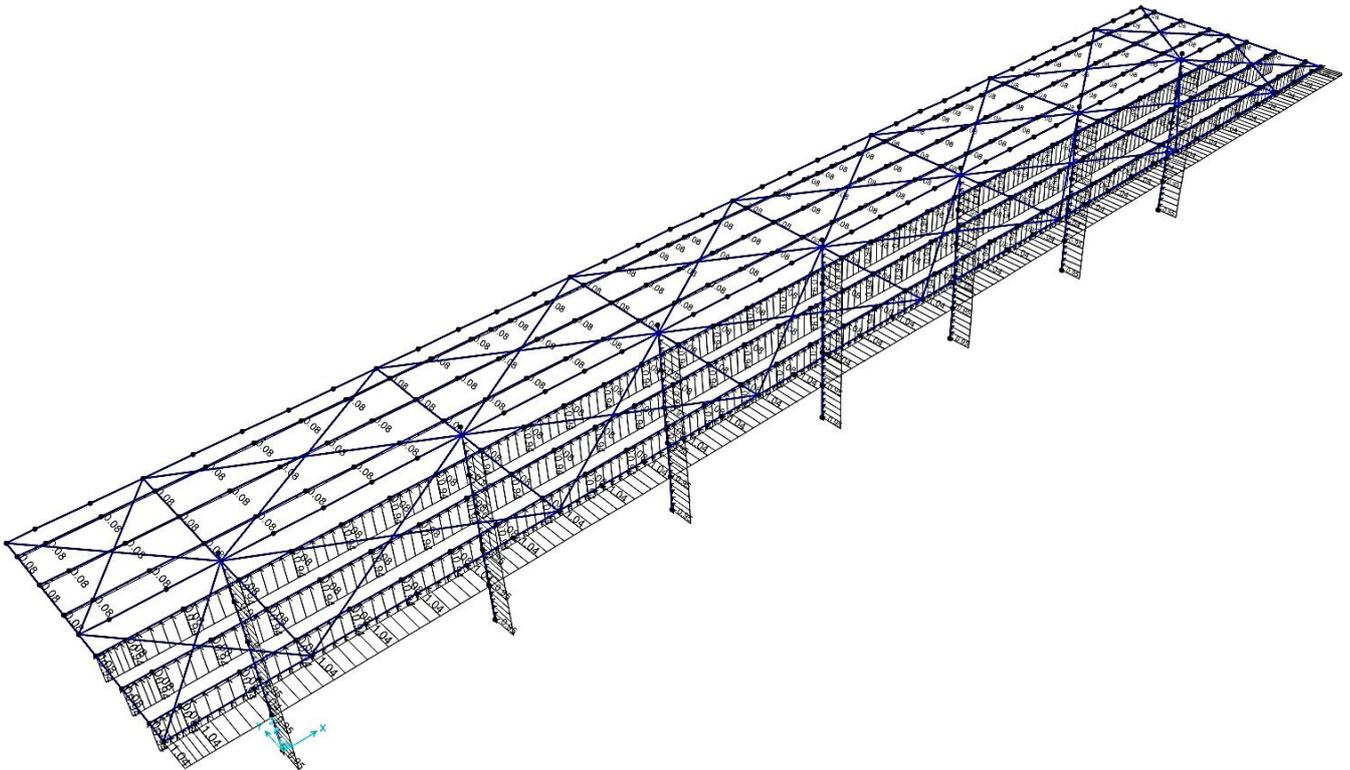


Figura 12 – Azione del vento sulla struttura (caso 1)

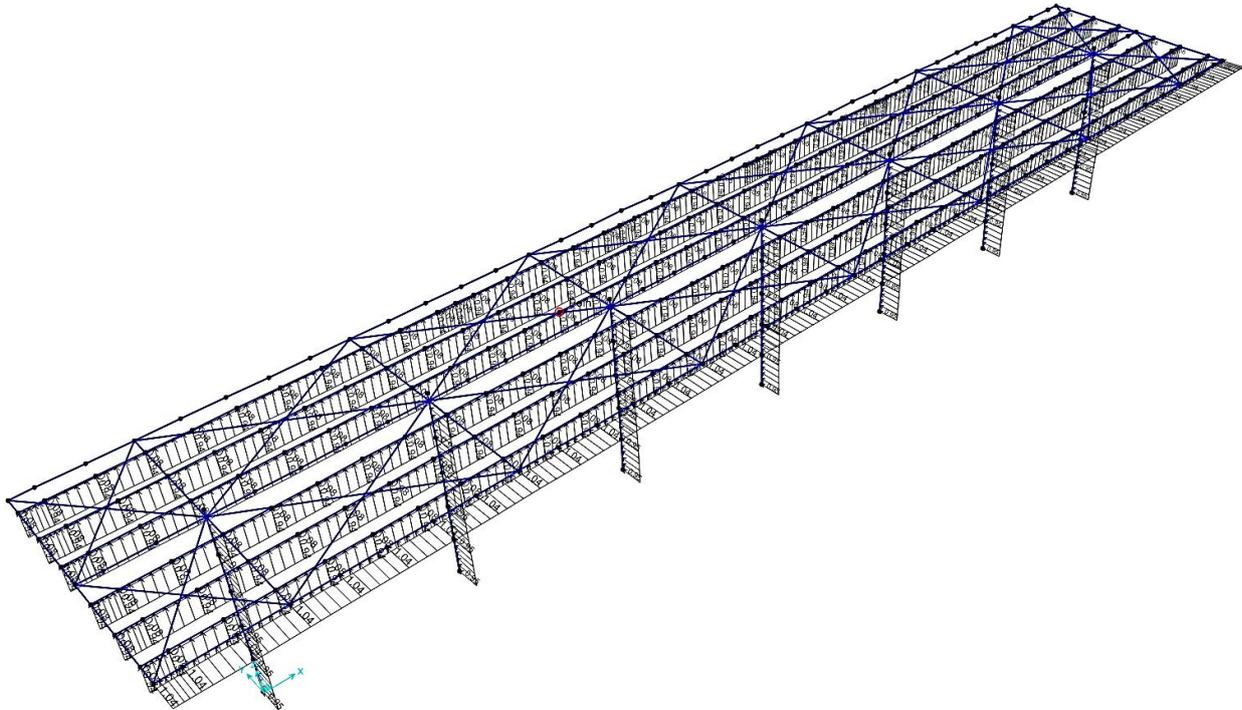


Figura 13 – Azione del vento sulla struttura (caso 2)

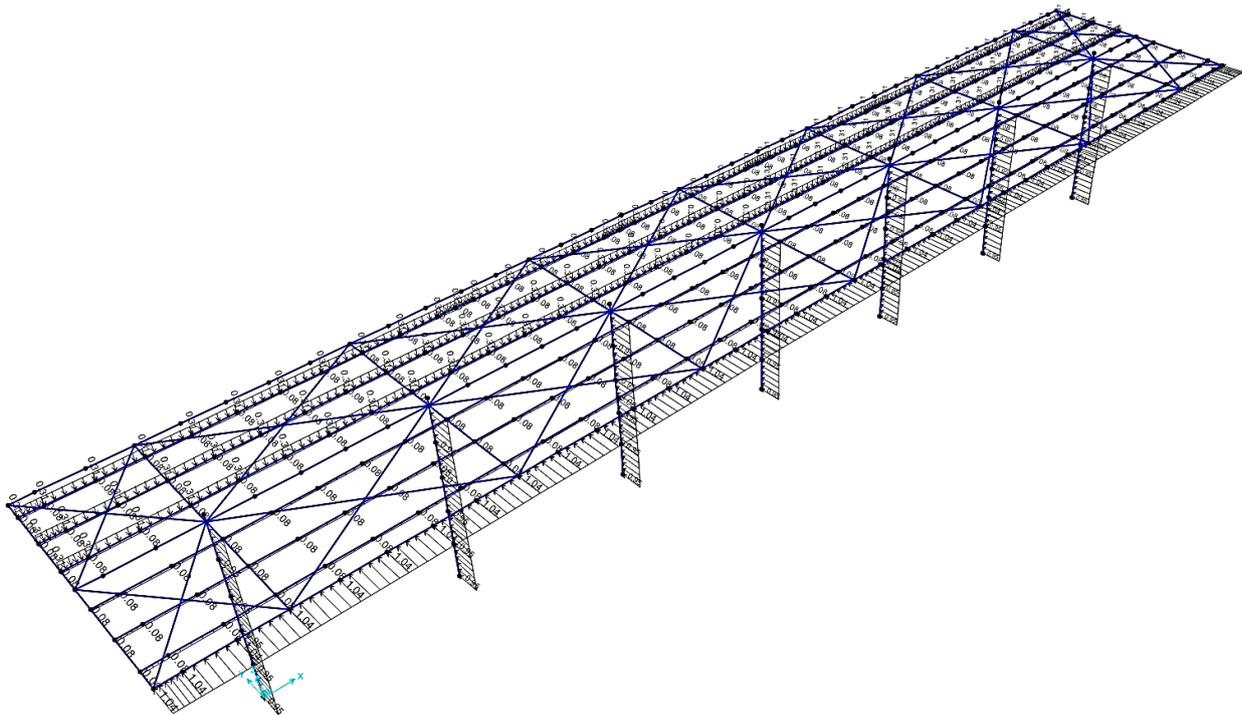


Figura 14 – Azione del vento sulla struttura (caso 3)

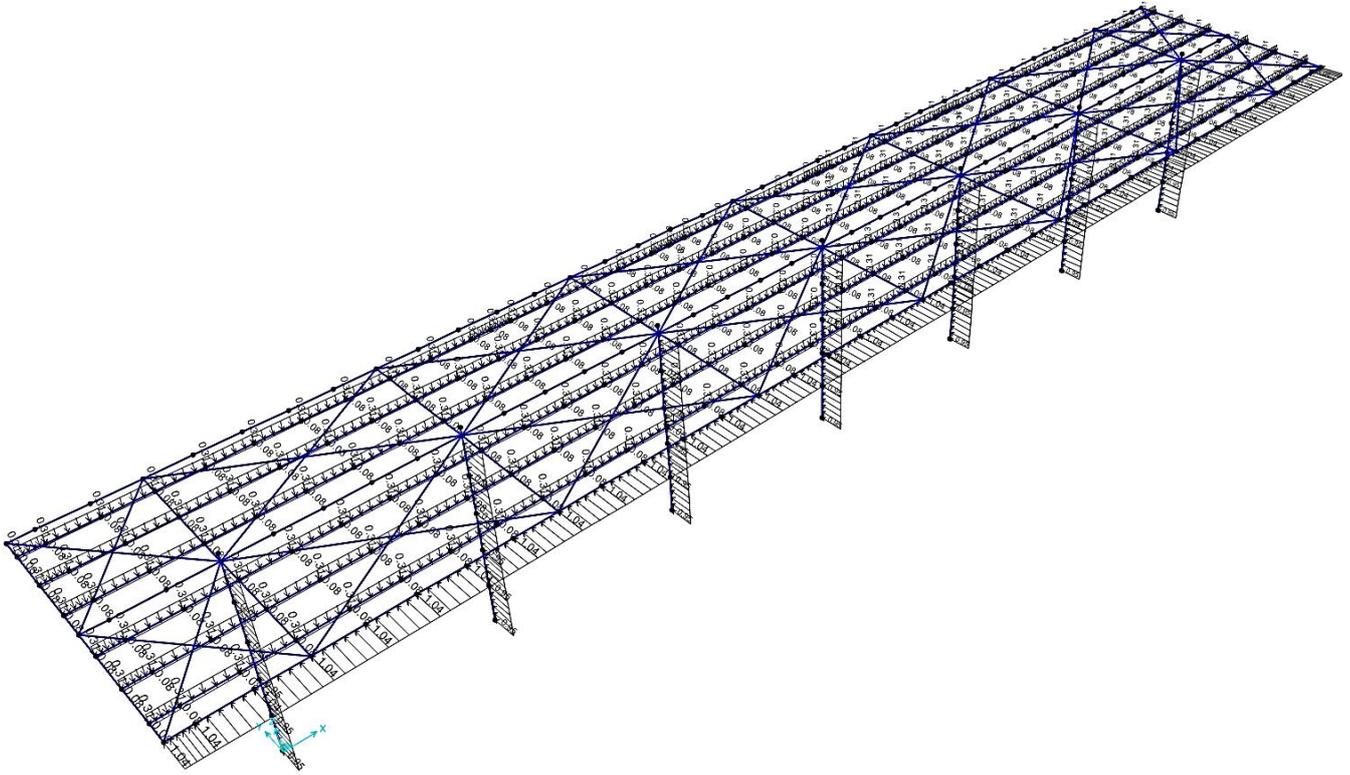


Figura 15 – Azione del vento sulla struttura (caso 4)

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.

Tabella 3.5.II – Valori di ΔT_u per gli edifici

Tipo di struttura	ΔT_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-) $\Delta T = -25 \text{ }^\circ\text{C}$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	29 di 132

5.7 Carichi indotti dalla linea elettrica

Tali azioni non sono state considerate in quanto la linea non risulta elettrificata.

5.8 Azioni eccezionali rottura della catenaria

Tali azioni non sono state considerate in quanto la linea non risulta elettrificata.

5.9 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.

5.10 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.

5.10.1 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 senza alcun intervento di manutenzione straordinaria. 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 ⁽¹⁾	Vita Nominale [V_N] ⁽¹⁾
OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE ESISTENTI OPERE NUOVE SU INFRASTRUTTURE FERROVIARIE PROGETTATE CON LE NORME	50



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	30 di 132

VIGENTI PRIMA DEL DM 14/01/2008 A VELOCITA' CONVENZIONALE (V<250 Km/h)	
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' (V<250 km/h)	75
ALTRE OPERE NUOVE A VELOCITA' (V≥250 Km/h)	100
OPERE DI GRANDI DIMENSIONI: PONTI E VIADOTTI CON CAMPATE DI LUCE MAGGIORE DI 150 m	≥ 100 ⁽²⁾
(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 6: Vita Nominale in funzione del tipo di costruzione.

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

5.10.2 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 _U]
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

	LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI					
	FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni	COMMESSA RS3Y	LOTTO 1B	CODIFICA D 10 RH	DOCUMENTO FV 01 0C 001	REV. A

Tabella 7: 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 III con coefficiente d'uso $C_U=1.5$** per la **Stazione Ospedale/Cisternazzi**, in quanto si è assunto cautelativamente che le banchine siano potenzialmente suscettibili di grande affollamento.

5.10.3 Periodo di riferimento

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale V_N per il coefficiente d'uso C_U :

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

5.10.4 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:

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

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

Tabella 8: 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)
SLE	SLO	45
	SLD	75
SLU	SLV	712

	LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI					
	FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni	COMMESSA RS3Y	LOTTO 1B	CODIFICA D 10 RH	DOCUMENTO FV 01 0C 001	REV. A

	SLC	1462
--	------------	------

Tabella 9: 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.

5.10.5 Categorie di Sottosuolo

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

5.10.6 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 10: 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**.

5.10.7 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 11: Tabella delle espressioni per S_s e C_c .

Categoria Topografica	Ubicazione dell'opera dell'intervento	S_T
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 12: Valori massimi del coeff. di amplificazione topografica S_T .

5.10.8 Parametri sismici di calcolo

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

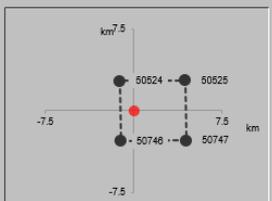
Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune
 REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



Controllo sul reticolo

- 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 16: Individuazione della pericolosità del sito (Fase 1).



Figura 17: Scelta della strategia di progettazione (Fase 2).

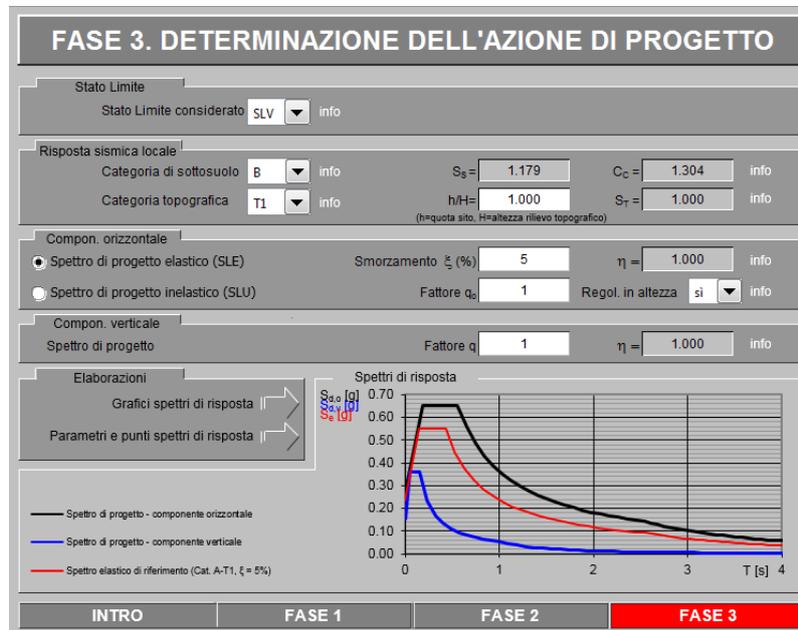


Figura 18: Determinazione dell'azione di progetto (Fase 3).

Parametri e punti dello spettro di risposta orizzontale per lo stato SLV

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_g	0.236 g
F_c	2.346
T_c	0.428 s
S_E	1.179
C_c	1.304
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.179
η	1.000
T_E	0.186 s
T_C	0.558 s
T_D	2.543 s

Espressioni dei parametri dipendenti

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

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

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

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

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

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

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

$$T_E \leq T < T_C \quad S_e(T) = a_g \cdot S \cdot \eta \cdot F_c$$

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

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

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 η 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_E	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 19: Spettro orizzontale di progetto: valori.

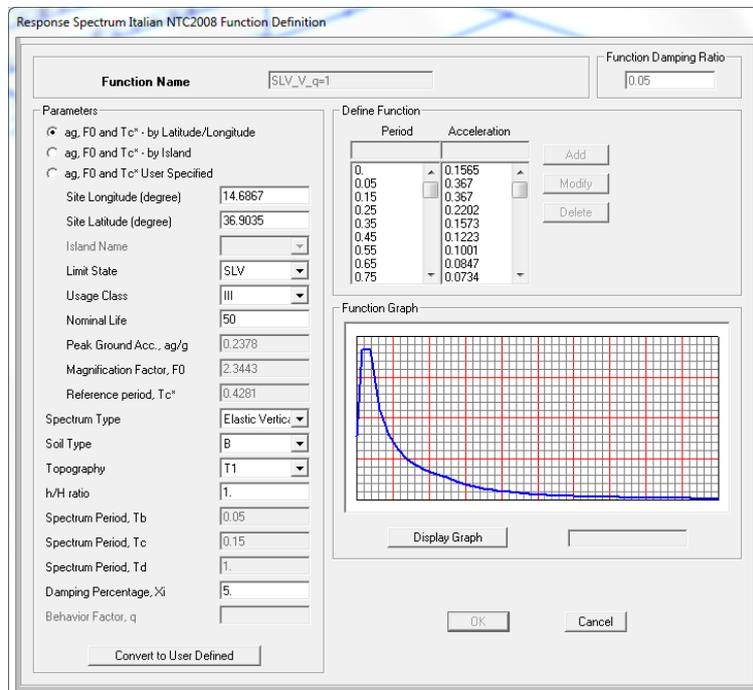
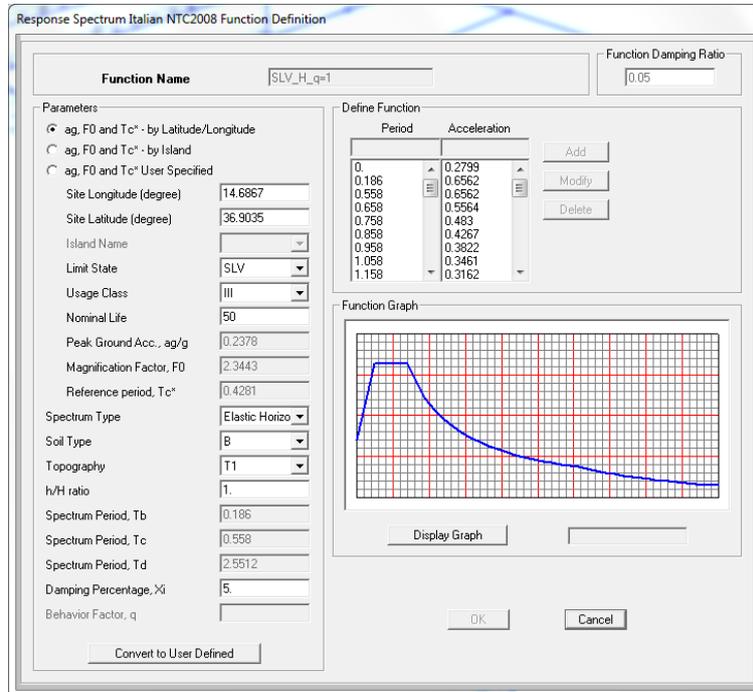


Figura 20: Implementazione Spettri di risposta SLV nel modello di calcolo

5.10.9 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

	LINEA SIRACUSA - RAGUSA - GELA P.D. METROFERROVIA DI RAGUSA LOTTO 1B - NUOVA STAZIONE CISTERNAZZI					
	FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni	COMMESSA RS3Y	LOTTO 1B	CODIFICA D 10 RH	DOCUMENTO FV 01 0C 001	REV. A

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 η con $1/q$, dove q è il fattore di struttura.

Vista la tipologia della struttura (a pendolo inverso e con sbalzi) si ritiene ragionevole considerare un comportamento strutturale non dissipativo e quindi adottare un coefficiente di struttura $q = 1$.

5.10.10 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 (ψ_{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 (ψ_{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.

5.10.11 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.

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.



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di
banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	38 di 132

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_d :

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

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

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

Tab. 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	Ψ_0	Ψ_{1j}	Ψ_{2j}
Categoria A - Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B - Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C - Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D - Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Aree per immagazzinamento, uso commerciale e uso industriale Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F - Rimesse , parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse, parcheggi ed aree per il traffico di veicoli (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H - Coperture accessibili per sola manutenzione	0,0	0,0	0,0
Categoria I – Coperture praticabili	da valutarsi caso per caso		
Categoria K – Coperture per usi speciali (impianti, eliporti, ...)			
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

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 (carico su copertura, neve, 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 pensilina, allo stato limite ultimo, si è proceduto alla sola verifica nei confronti dello stato limite di salvaguardia della Vita (SLV).

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
banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	41 di 132

7 MODELLO DI CALCOLO

Descrizione del modello di calcolo

Il sistema costruttivo che caratterizza la Pensilina 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.

Il modello di calcolo rappresenta l'intero sviluppo longitudinale della struttura pari a 35 m.

Le colonne in acciaio si considerano incastrate alla base. Le colonne sono collegate in testa alle travi longitudinali, le quali si sviluppano parallelamente all'asse dei binari e presentano una sezione a doppio T. Il collegamento che si ottiene può essere assimilato ad un vincolo di continuità a completo ripristino.

Le travi trasversali, profili HE a sezione costante, sono collegate alle colonne con giunti assimilabili ad un vincolo di continuità a completo ripristino.

Le travi secondarie sono formate da profili a doppio T tipo IPE 160. In corrispondenza delle travi trasversali centrali le travi secondarie sono collegate tramite giunti bullonati, previa opportuna sagomatura, realizzando uno schema di trave appoggiata su luce di 5 m. In corrispondenza delle mensole laterali si dispongono spezzoni saldati in officina alle travi HE300A e quindi bullonati in opera, in modo da realizzare uno schema di trave continua con sbalzo. 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 sono collegati all'orditura di copertura in modo da non trasmettere torsione e momento. A completamento del pacchetto strutturale, alle estremità delle travi trasversali sono presenti elementi longitudinali di chiusura della copertura, aventi sezione UPN 300.

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

Seguono alcune immagini rappresentative del modello di calcolo:

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	42 di 132

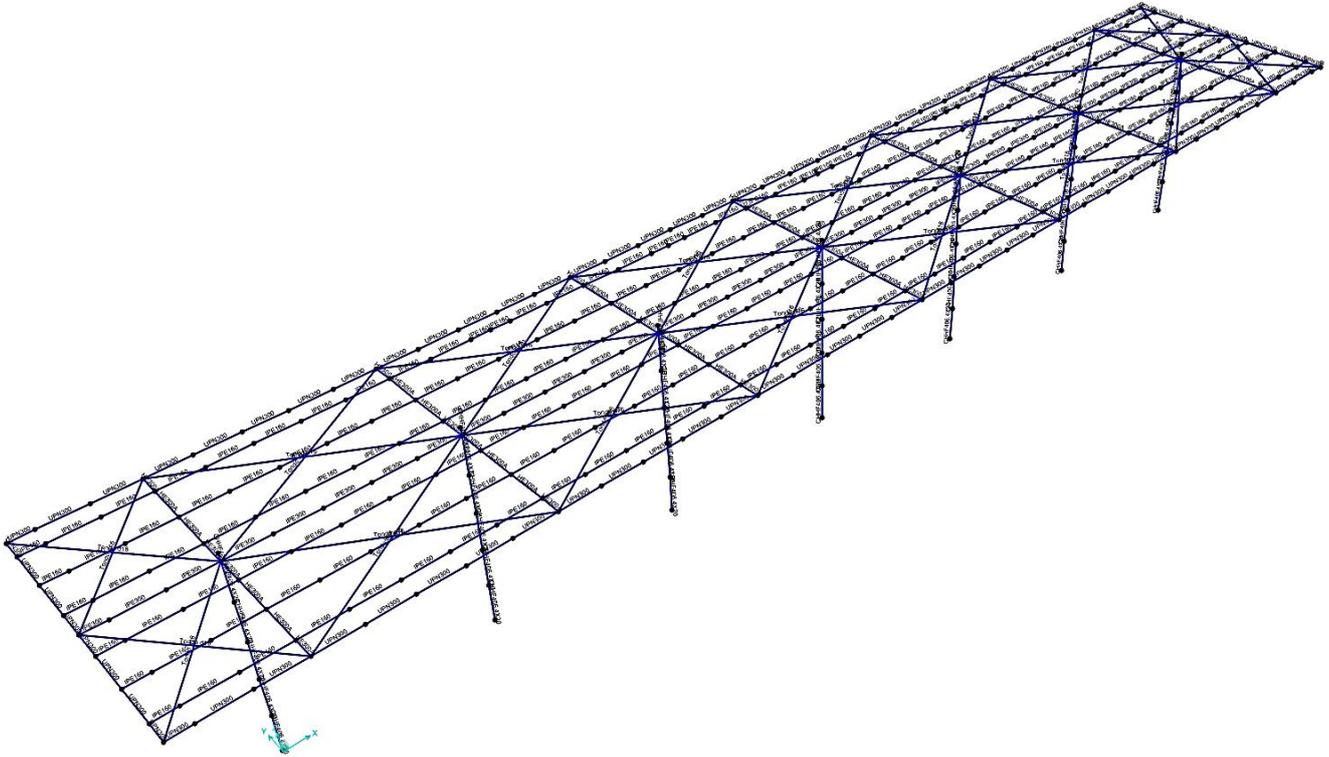


Figura 21 - Assi degli elementi strutturali

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di
banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	43 di 132

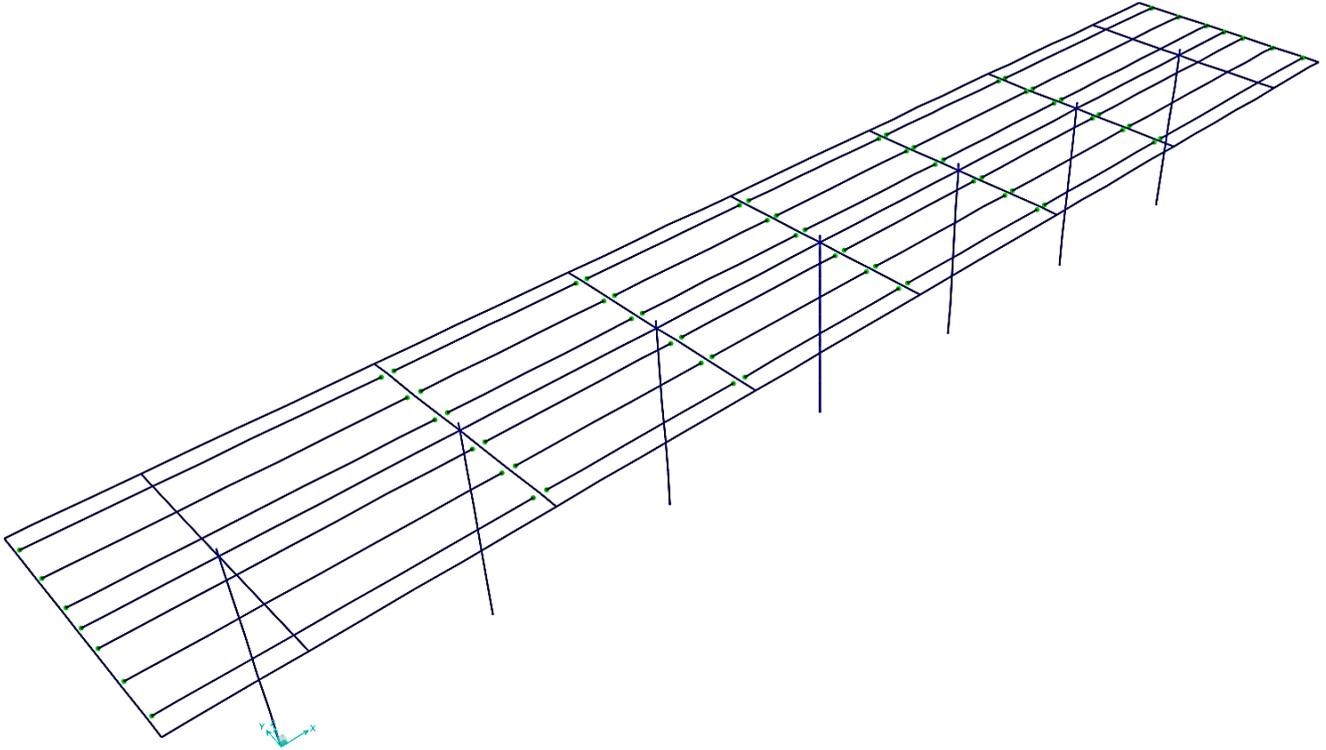


Figura 22: Indicazione dei rilasci sui gradi di libertà flessionali (controventi rimossi dalla vista per maggiore chiarezza)

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	44 di 132

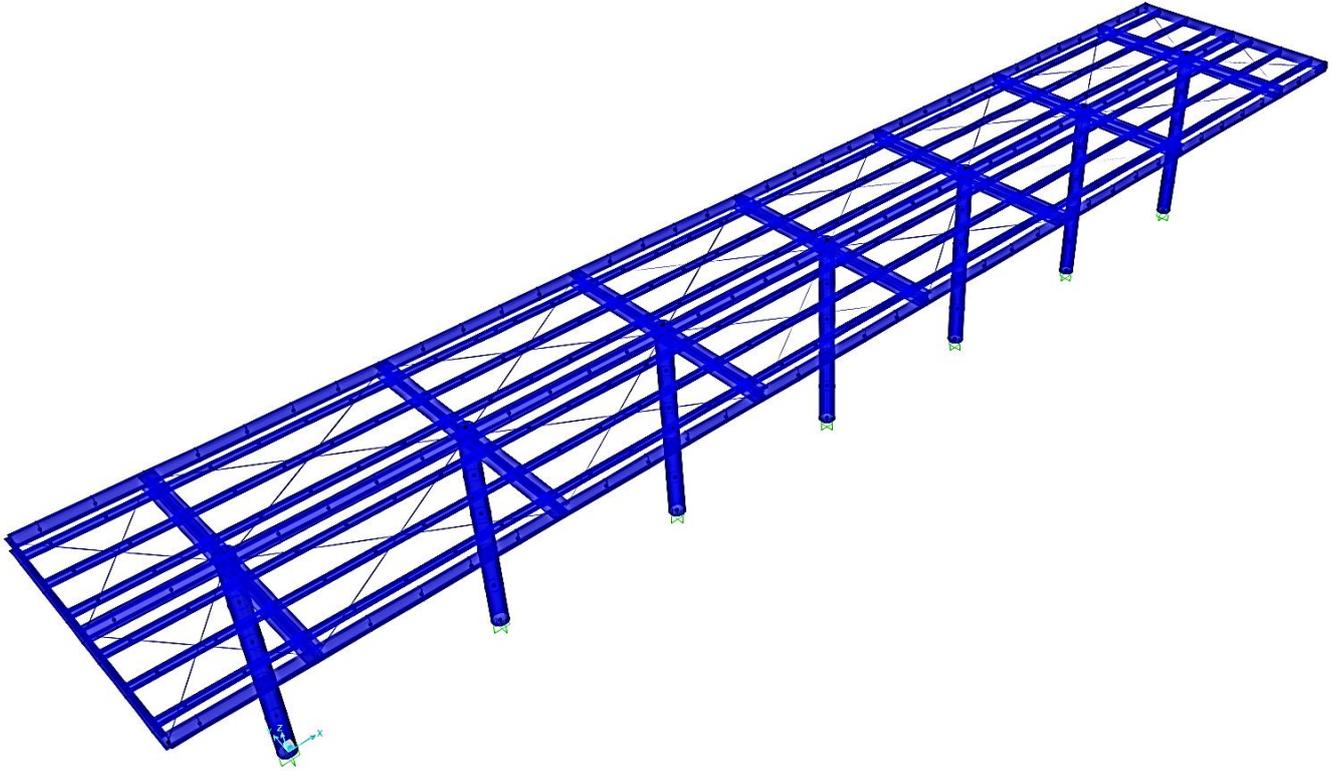


Figura 23 - Vista estrusa del modello

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 tubolari ϕ 406.4x20 mm

8.1.1.1 Pilastro di bordo, 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	V_vettore	M_vettore
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN	KN-m
SLU_1	-143.5	0.6	6.8	0.1	0.1	-16.4	6.9	16.4
SLU_2	-143.5	0.6	6.8	0.1	0.1	-16.4	6.9	16.4
SLU_3	-125.0	-0.2	11.4	0.0	0.1	-13.7	11.4	13.7
SLU_4	-120.7	-4.9	6.8	0.2	0.1	-6.7	8.4	6.7
SLU_5	-96.6	12.4	5.6	-0.2	54.1	-28.9	13.6	61.3
SLU_6	-102.7	12.6	5.8	-0.2	43.8	-29.7	13.9	53.0
SLU_7	-75.0	11.5	10.3	-0.3	49.0	-25.7	15.4	55.3
SLU_8	-82.4	16.4	6.1	-0.3	33.5	-33.2	17.5	47.2
SLV_1	-24.4	41.6	9.8	0.7	16.5	44.4	42.7	47.4
SLV_2	-41.5	15.7	30.9	2.0	49.9	7.5	34.7	50.5
SLV_3	-23.7	17.5	10.0	0.6	17.2	13.9	20.2	22.1
SLV_4	-91.7	-34.5	-9.8	-0.7	-16.4	-69.1	35.9	71.0
SLV_5	-74.6	-8.7	-30.9	-2.0	-49.8	-32.2	32.1	59.3
SLV_6	-92.5	-10.5	-10.0	-0.7	-17.0	-38.6	14.5	42.2



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	46 di 132

Caratteristiche profilo

	Designation		Mass Per metre	Area of Section	Ratio for Local Buckling	Second Moment of Area	Radius of Gyration	Elastic Modulus	Plastic Modulus	Torsional Constants	
	Outside Diameter	Thickness								J	C
	D	t									
Tipo	mm	mm	kg/m	cm ²	D/t	cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³
406.4x20	406.4	20.0	191.0	243.0	20.3	45430.0	13.7	2236.0	2989.0	90860.0	4472.0

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

Ved, risultante	42.72	kN
Av	15469.86	mm ²
Vc,Rd	3019.71	kN
Ved/Vc,Rd	0.01	
Check	ok	
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

d	406.40	mm
t	20.00	mm
ε	0.81	
d/t	20.32	
limite classe 1	33.10	
limite classe 2	46.34	
limite classe 3	59.58	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W	2989000	mm ³
Mc,Rd	1010.57	kNm
Med	71.05	kNm
Med/Mc,Rd	0.07	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	24300	mm ²
Nc,Rd	8215.71	kN
Ned	143.48	kN
Ned/Nc,Rd	0.02	
Check	ok	



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	47 di 132

Verifica a Pressoflessione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

	Ned/Nc,Rd	Mn,Rd	Verifica	Check
Combo	-	kNm	-	-
SLU_1	0.02	975.58	0.02	ok
SLU_2	0.02	975.58	0.02	ok
SLU_3	0.02	980.06	0.01	ok
SLU_4	0.01	981.09	0.01	ok
SLU_5	0.01	986.95	0.08	ok
SLU_6	0.01	985.46	0.07	ok
SLU_7	0.01	992.20	0.08	ok
SLU_8	0.01	990.39	0.07	ok
SLV_1	0.00	1004.58	0.06	ok
SLV_2	0.01	1000.38	0.06	ok
SLV_3	0.00	1004.76	0.03	ok
SLV_4	0.01	988.12	0.09	ok
SLV_5	0.01	992.30	0.08	ok
SLV_6	0.01	987.95	0.06	ok

$$M_{N,Rd} \leq M_{pl,Rd} \left[1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2 \right]$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1$$

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	24300	mm ²
Wy	2989000	mm ³
Av	15469.86	mm ²
Ω	117263.84	mm ²
t	20.00	mm

	σN	σM	σMax	τV	τ_tors	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-5.90	5.49	-11.40	0.44	0.02	11.42	0.03	ok
SLU_2	-5.90	5.49	-11.40	0.44	0.02	11.42	0.03	ok
SLU_3	-5.14	4.60	-9.74	0.74	0.01	9.83	0.03	ok
SLU_4	-4.97	2.25	-7.22	0.55	0.04	7.28	0.02	ok
SLU_5	-3.97	20.51	-24.48	0.88	0.05	24.53	0.07	ok
SLU_6	-4.23	17.72	-21.94	0.90	0.05	22.00	0.07	ok
SLU_7	-3.09	18.51	-21.60	1.00	0.06	21.67	0.06	ok
SLU_8	-3.39	15.79	-19.19	1.13	0.07	19.29	0.06	ok
SLV_1	-1.00	15.86	-16.87	2.76	0.15	17.53	0.05	ok
SLV_2	-1.71	16.90	-18.61	2.24	0.42	19.02	0.06	ok
SLV_3	-0.97	7.39	-8.36	1.30	0.14	8.67	0.03	ok
SLV_4	-3.78	23.77	-27.55	2.32	0.16	27.84	0.08	ok
SLV_5	-3.07	19.83	-22.90	2.07	0.43	23.20	0.07	ok
SLV_6	-3.81	14.11	-17.91	0.93	0.14	17.99	0.05	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	48 di 132

8.1.1.2 Pilastro di bordo, sezione di base

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	V_vettore	M_vettore
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN	KN-m
SLU_1	-157.3	0.6	11.2	0.1	46.6	-13.5	11.2	48.6
SLU_2	-157.3	0.6	11.2	0.1	46.6	-13.5	11.2	48.6
SLU_3	-138.8	-0.2	18.7	0.0	77.7	-14.7	18.7	79.1
SLU_4	-134.5	-4.9	11.2	0.2	46.7	-32.2	12.3	56.7
SLU_5	-110.3	12.4	10.0	-0.2	94.3	34.9	15.9	100.5
SLU_6	-116.5	12.6	10.2	-0.2	85.2	35.3	16.3	92.2
SLU_7	-88.8	11.5	17.6	-0.3	120.8	33.4	21.0	125.4
SLU_8	-96.2	16.4	10.5	-0.3	76.1	51.1	19.4	91.6
SLV_1	-35.0	44.1	10.3	0.7	61.7	153.4	45.3	165.3
SLV_2	-52.1	16.5	32.6	2.0	201.1	51.5	36.5	207.6
SLV_3	-34.2	18.4	10.6	0.6	62.2	54.7	21.2	82.8
SLV_4	-102.4	-37.0	-10.3	-0.7	-61.6	-141.7	38.4	154.5
SLV_5	-85.2	-9.5	-32.6	-2.0	-201.0	-39.8	33.9	204.9
SLV_6	-103.1	-11.4	-10.6	-0.7	-62.2	-43.0	15.5	75.6

Caratteristiche profilo

Tipo	Designation		Mass Per metre	Area of Section	Ratio for Local Buckling	Second Moment of Area	Radius of Gyration	Elastic Modulus	Plastic Modulus	Torsional Constants	
	Outside	Thickness								J	C
	Diameter										
	D	t								A	D/t
406.4x20	mm	mm	kg/m	cm ²		cm ⁴	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³
	406.4	20.0	191.0	243.0	20.3	45430.0	13.7	2236.0	2989.0	90860.0	4472.0

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	49 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved, risultante	45.27	kN
Av	15469.86	mm ²
Vc,Rd	3019.71	kN
Ved/Vc,Rd	0.01	
Check	ok	
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

d	406.40	mm
t	20.00	mm
ε	0.81	
d/t	20.32	
limite classe 1	33.10	
limite classe 2	46.34	
limite classe 3	59.58	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W	2989000	mm ³
Mc,Rd	1010.57	kNm
Med	207.58	kNm
Med/Mc,Rd	0.21	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	24300	mm ²
Nc,Rd	8215.71	kN
Ned	157.26	kN
Ned/Nc,Rd	0.02	
Check	ok	

Verifica a Pressoflessione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

	Ned/Nc,Rd	Mn,Rd	Verifica	Check
Combo	-	kNm	-	-
SLU_1	0.02	972.25	0.06	ok
SLU_2	0.02	972.25	0.06	ok
SLU_3	0.02	976.72	0.09	ok
SLU_4	0.02	977.76	0.08	ok
SLU_5	0.01	983.60	0.13	ok
SLU_6	0.01	982.11	0.12	ok
SLU_7	0.01	988.84	0.16	ok
SLU_8	0.01	987.03	0.13	ok
SLV_1	0.00	1001.98	0.21	ok
SLV_2	0.01	997.79	0.25	ok
SLV_3	0.00	1002.17	0.12	ok
SLV_4	0.01	985.54	0.21	ok
SLV_5	0.01	989.71	0.24	ok
SLV_6	0.01	985.36	0.11	ok

$$M_{N,Rd} \leq M_{pl,Rd} \left[1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2 \right]$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1$$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	50 di 132

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	24300	mm ²
Wy	2989000	mm ³
Av	15469.86	mm ²
Ω	117263.84	mm ²
t	20.00	mm

	σN	σM	σMax	τV	τ_tors	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-6.47	16.24	-22.71	0.73	0.02	22.75	0.07	ok
SLU_2	-6.47	16.24	-22.71	0.73	0.02	22.75	0.07	ok
SLU_3	-5.71	26.45	-32.16	1.21	0.01	32.23	0.10	ok
SLU_4	-5.53	18.98	-24.51	0.79	0.04	24.55	0.07	ok
SLU_5	-4.54	33.63	-38.17	1.03	0.05	38.22	0.11	ok
SLU_6	-4.79	30.85	-35.65	1.05	0.05	35.69	0.11	ok
SLU_7	-3.65	41.94	-45.59	1.36	0.06	45.65	0.14	ok
SLU_8	-3.96	30.66	-34.62	1.26	0.07	34.69	0.10	ok
SLV_1	-1.44	55.31	-56.75	2.93	0.15	56.97	0.17	ok
SLV_2	-2.14	69.45	-71.59	2.36	0.42	71.71	0.21	ok
SLV_3	-1.41	27.71	-29.11	1.37	0.14	29.21	0.09	ok
SLV_4	-4.21	51.69	-55.90	2.48	0.16	56.07	0.17	ok
SLV_5	-3.51	68.57	-72.07	2.19	0.43	72.18	0.21	ok
SLV_6	-4.24	25.28	-29.52	1.00	0.14	29.58	0.09	ok

Verifica stabilità compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.3.1

L	5350	mm	luce di calcolo elemento
βLO	2.0		coefficiente per schema statico
LO	10700.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	454300000	mm ⁴	Momento di inerzia
Ncr	8224.210575	kN	N critico euleriano
λ	1.02		snellezza normalizzata
curva instabilità	a		
α	0.21		fattore di imperfezione
Φ	1.111		
X	0.649		
Nb,Rd	5087.20	kNm	
Ned	157.26	kNm	
Ned/Nb,Rd	0.03		
Check	ok		



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	51 di 132

Verifica stabilità pressoflessione - circolare NTC 2018 §C4.2.4.1.3.3.1

A	24300	mm ²
W2	2989000	mm ³
W3	2989000	mm ³
Xmin	0.649	
Ncr	8224.210575	kN

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

	Ned	M2_base	M2_sommità	M2a	M2b	M2_eq,ED	M3_base	M3_sommità	M3a	M3b	M3_eq,ED	Verifica	Check
Combo	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	-	-
SLU_1	157.3	46.6	0.1	46.6	0.1	27.9	-13.5	-16.4	16.4	13.5	6.6	0.067	ok
SLU_2	157.3	46.6	0.1	46.6	0.1	27.9	-13.5	-16.4	16.4	13.5	6.6	0.067	ok
SLU_3	138.8	77.7	0.1	77.7	0.1	46.6	-14.7	-13.7	14.7	13.7	5.9	0.083	ok
SLU_4	134.5	46.7	0.1	46.7	0.1	28.0	-32.2	-6.7	32.2	6.7	16.6	0.073	ok
SLU_5	110.3	94.3	54.1	94.3	54.1	37.7	34.9	-28.9	34.9	28.9	14.0	0.076	ok
SLU_6	116.5	85.2	43.8	85.2	43.8	34.1	35.3	-29.7	35.3	29.7	14.1	0.074	ok
SLU_7	88.8	120.8	49.0	120.8	49.0	52.9	33.4	-25.7	33.4	25.7	13.4	0.087	ok
SLU_8	96.2	76.1	33.5	76.1	33.5	32.2	51.1	-33.2	51.1	33.2	20.4	0.074	ok
SLV_1	35.0	61.7	16.5	61.7	16.5	30.4	153.4	44.4	153.4	44.4	74.3	0.116	ok
SLV_2	52.1	201.1	49.9	201.1	49.9	100.7	51.5	7.5	51.5	7.5	27.9	0.144	ok
SLV_3	34.2	62.2	17.2	62.2	17.2	30.5	54.7	13.9	54.7	13.9	27.2	0.067	ok
SLV_4	102.4	-61.6	-16.4	61.6	16.4	30.4	-141.7	-69.1	141.7	69.1	57.4	0.112	ok
SLV_5	85.2	-201.0	-49.8	201.0	49.8	100.7	-39.8	-32.2	39.8	32.2	15.9	0.139	ok
SLV_6	103.1	-62.2	-17.0	62.2	17.0	30.5	-43.0	-38.6	43.0	38.6	17.2	0.070	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	52 di 132

8.1.1.3 Pilastro interno, 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	V_vettore	M_vettore
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN	KN-m
SLU_1	-116.2	2.3	6.8	0.0	0.0	-3.5	7.2	3.5
SLU_2	-116.2	2.3	6.8	0.0	0.0	-3.5	7.2	3.5
SLU_3	-100.8	2.4	11.4	0.0	0.0	-3.7	11.7	3.7
SLU_4	-97.6	4.3	6.8	0.0	0.0	-7.2	8.1	7.2
SLU_5	-76.3	-3.3	8.1	-0.1	43.5	6.6	8.7	44.0
SLU_6	-81.4	-3.3	7.8	-0.1	35.2	6.7	8.5	35.9
SLU_7	-58.5	-3.2	12.5	-0.1	39.4	6.4	12.9	39.9
SLU_8	-64.3	-5.2	7.6	-0.1	26.9	10.0	9.2	28.7
SLV_1	-35.2	45.4	9.9	0.7	10.9	84.3	46.5	85.1
SLV_2	-38.5	13.5	32.4	1.9	35.1	26.1	35.1	43.8
SLV_3	-26.1	13.6	10.0	0.6	11.3	26.5	16.9	28.8
SLV_4	-56.3	-46.0	-9.9	-0.7	-11.0	-82.6	47.0	83.3
SLV_5	-52.9	-14.0	-32.4	-1.9	-35.2	-24.4	35.3	42.8
SLV_6	-65.3	-14.1	-10.0	-0.7	-11.4	-24.8	17.3	27.3

Caratteristiche profilo

Tipo	Designation		Mass Per metre	Area of Section	Ratio for Local Buckling	Second Moment of Area	Radius of Gyration	Elastic Modulus	Plastic Modulus	Torsional Constants	
	Outside	Thickness								J	C
	Diameter										
	D	t								A	D/t
406.4x20	406.4	20.0	191.0	243.0	20.3	45430.0	13.7	2236.0	2989.0	90860.0	4472.0

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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	53 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved, risultante	47.00	kN
Av	15469.86	mm ²
Vc,Rd	3019.71	kN
Ved/Vc,Rd	0.02	
Check	ok	
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

d	406.40	mm	sbalzo ala
t	20.00	mm	
ε	0.81		spessore ala
d/t	20.32		
limite classe 1	33.10		
limite classe 2	46.34		
limite classe 3	59.58		
Classe profilo	1	(flessione)	
proprietà sezione	plastico		
W	2989000	mm ³	modulo resistente sezione
Mc,Rd	1010.57	kNm	
Med	85.05	kNm	
Med/Mc,Rd	0.08		
Check	ok		

Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	24300	mm ²
Nc,Rd	8215.71	kN
Ned	116.17	kN
Ned/Nc,Rd	0.01	
Check	ok	

Verifica a Pressoflessione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

	Ned/Nc,Rd	Mn,Rd	Verifica	Check
Combo	-	kNm	-	-
SLU_1	0.01	982.19	0.00	ok
SLU_2	0.01	982.19	0.00	ok
SLU_3	0.01	985.91	0.00	ok
SLU_4	0.01	986.70	0.01	ok
SLU_5	0.01	991.88	0.05	ok
SLU_6	0.01	990.63	0.04	ok
SLU_7	0.01	996.24	0.05	ok
SLU_8	0.01	994.81	0.04	ok
SLV_1	0.00	1001.92	0.10	ok
SLV_2	0.00	1001.11	0.06	ok
SLV_3	0.00	1004.15	0.04	ok
SLV_4	0.01	996.77	0.09	ok
SLV_5	0.01	997.58	0.06	ok
SLV_6	0.01	994.55	0.04	ok

$$M_{N,Rd} \leq M_{pl,Rd} \left[1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2 \right]$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1$$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	54 di 132

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	24300	mm ²
Wy	2989000	mm ³
Av	15469.86	mm ²
Ω	117263.84	mm ²
t	20.00	mm

	σN	σM	σMax	τV	τ_tors	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-4.78	1.16	-5.94	0.47	0.00	6.00	0.02	ok
SLU_2	-4.78	1.16	-5.94	0.47	0.00	6.00	0.02	ok
SLU_3	-4.15	1.22	-5.37	0.75	0.00	5.53	0.02	ok
SLU_4	-4.02	2.42	-6.43	0.52	0.00	6.50	0.02	ok
SLU_5	-3.14	14.74	-17.88	0.56	0.02	17.90	0.05	ok
SLU_6	-3.35	12.00	-15.35	0.55	0.02	15.38	0.05	ok
SLU_7	-2.41	13.37	-15.77	0.84	0.02	15.84	0.05	ok
SLU_8	-2.65	9.62	-12.26	0.60	0.02	12.31	0.04	ok
SLV_1	-1.45	28.45	-29.90	3.01	0.15	30.35	0.09	ok
SLV_2	-1.59	14.64	-16.22	2.27	0.41	16.71	0.05	ok
SLV_3	-1.08	9.64	-10.72	1.09	0.13	10.89	0.03	ok
SLV_4	-2.32	27.89	-30.20	3.04	0.15	30.66	0.09	ok
SLV_5	-2.18	14.32	-16.49	2.28	0.41	16.98	0.05	ok
SLV_6	-2.69	9.12	-11.81	1.12	0.14	11.97	0.04	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	55 di 132

8.1.1.4 Pilastro interno, 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.

	P	V2	V3	T	M2	M3	V_vettore	M_vettore
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	KN	KN-m
SLU_1	-129.9	2.3	11.2	0.0	46.6	8.6	11.5	47.4
SLU_2	-129.9	2.3	11.2	0.0	46.6	8.6	11.5	47.4
SLU_3	-114.6	2.4	18.7	0.0	77.6	8.7	18.9	78.1
SLU_4	-111.4	4.3	11.2	0.0	46.5	15.1	12.0	48.9
SLU_5	-90.1	-3.3	12.5	-0.1	96.5	-10.3	12.9	97.0
SLU_6	-95.2	-3.3	12.3	-0.1	87.0	-10.3	12.7	87.6
SLU_7	-72.2	-3.2	19.9	-0.1	122.8	-10.2	20.1	123.3
SLU_8	-78.1	-5.2	12.0	-0.1	77.6	-16.6	13.1	79.3
SLV_1	-45.8	48.0	10.3	0.7	60.7	159.9	49.1	171.0
SLV_2	-49.1	14.3	34.0	1.9	201.0	47.8	36.8	206.6
SLV_3	-36.7	14.4	10.5	0.6	61.3	48.0	17.8	77.9
SLV_4	-66.9	-48.5	-10.3	-0.7	-60.7	-160.8	49.6	171.9
SLV_5	-63.6	-14.8	-33.9	-1.9	-201.0	-48.7	37.0	206.8
SLV_6	-76.0	-14.9	-10.5	-0.7	-61.3	-48.9	18.2	78.4

Caratteristiche profilo

Tipo	Designation		Mass Per metre	Area of Section	Ratio for Local Buckling	Second Moment of Area	Radius of Gyration	Elastic Modulus	Plastic Modulus	Torsional Constants	
	Outside	Thickness								J	C
	Diameter										
	D	t								A	D/t
406.4x20	406.4	20.0	191.0	243.0	20.3	45430.0	13.7	2236.0	2989.0	90860.0	4472.0

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	56 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved, risultante	49.59	kN
Av	15469.86	mm ²
Vc,Rd	3019.71	kN
Ved/Vc,Rd	0.02	
Check	ok	
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

d	406.40	mm
t	20.00	mm
ε	0.81	
d/t	20.32	
limite classe 1	33.10	
limite classe 2	46.34	
limite classe 3	59.58	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W	2989000	mm ³
Mc,Rd	1010.57	kNm
Med	206.79	kNm
Med/Mc,Rd	0.20	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica a Compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.2

A	24300	mm ²
Nc,Rd	8215.71	kN
Ned	129.95	kN
Ned/Nc,Rd	0.02	
Check	ok	

Verifica a Pressoflessione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.8

	Ned/Nc,Rd	Mn,Rd	Verifica	Check
Combo	-	kNm	-	-
SLU_1	0.02	978.85	0.06	ok
SLU_2	0.02	978.85	0.06	ok
SLU_3	0.01	982.57	0.09	ok
SLU_4	0.01	983.36	0.06	ok
SLU_5	0.01	988.52	0.11	ok
SLU_6	0.01	987.28	0.10	ok
SLU_7	0.01	992.87	0.13	ok
SLU_8	0.01	991.45	0.09	ok
SLV_1	0.01	999.33	0.22	ok
SLV_2	0.01	998.52	0.25	ok
SLV_3	0.00	1001.56	0.11	ok
SLV_4	0.01	994.18	0.22	ok
SLV_5	0.01	994.99	0.25	ok
SLV_6	0.01	991.97	0.11	ok

$$M_{N,Rd} \leq M_{pl,Rd} \left[1 - (N_{Ed}/N_{pl,Rd})^2 \right]$$

$$\left(\frac{M_{y,Ed}}{M_{N,y,Rd}} \right) + \left(\frac{M_{z,Ed}}{M_{N,z,Rd}} \right) \leq 1$$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	57 di 132

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	24300	mm ²
Wy	2989000	mm ³
Av	15469.86	mm ²
Ω	117263.84	mm ²
t	20.00	mm

	σN	σM	σMax	τV	τ_tors	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-5.35	15.84	-21.19	0.74	0.00	21.23	0.06	ok
SLU_2	-5.35	15.84	-21.19	0.74	0.00	21.23	0.06	ok
SLU_3	-4.72	26.13	-30.85	1.22	0.00	30.92	0.09	ok
SLU_4	-4.58	16.37	-20.95	0.78	0.00	20.99	0.06	ok
SLU_5	-3.71	32.46	-36.17	0.83	0.02	36.20	0.11	ok
SLU_6	-3.92	29.31	-33.23	0.82	0.02	33.26	0.10	ok
SLU_7	-2.97	41.24	-44.21	1.30	0.02	44.27	0.13	ok
SLU_8	-3.21	26.54	-29.75	0.85	0.02	29.79	0.09	ok
SLV_1	-1.88	57.22	-59.11	3.17	0.15	59.36	0.18	ok
SLV_2	-2.02	69.13	-71.15	2.38	0.41	71.27	0.21	ok
SLV_3	-1.51	26.05	-27.56	1.15	0.13	27.64	0.08	ok
SLV_4	-2.75	57.49	-60.25	3.21	0.15	60.50	0.18	ok
SLV_5	-2.62	69.18	-71.80	2.39	0.41	71.92	0.21	ok
SLV_6	-3.13	26.22	-29.35	1.18	0.14	29.42	0.09	ok

Verifica stabilità compressione - NTC 2018 §4.2.4.1.3.1

L	5350	mm	luce di calcolo elemento
βLO	2.0		coefficiente per schema statico
LO	10700.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	454300000	mm ⁴	Momento di inerzia
Ncr	8224.210575	kN	N critico euleriano
λ	1.02		snellezza normalizzata
curva instabilità	a		
α	0.21		fattore di imperfezione
Φ	1.111		
X	0.649		
Nb,Rd	5087.20	kNm	
Ned	129.95	kNm	
Ned/Nb,Rd	0.03		
Check	ok		



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	58 di 132

Verifica stabilità pressoflessione - circolare NTC 2018 §C4.2.4.1.3.3.1

A	24300	mm ²
W2	2989000	mm ³
W3	2989000	mm ³
Xmin	0.649	
Ncr	8224.210575	kN

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

	Ned	M2_base	M2_sommità	M2a	M2b	M2_eq,ED	M3_base	M3_sommità	M3a	M3b	M3_eq,ED	Verifica	Check
Combo	kN	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	-	-
SLU_1	129.9	46.6	0.0	46.6	0.0	27.9	8.6	-3.5	8.6	3.5	3.8	0.059	ok
SLU_2	129.9	46.6	0.0	46.6	0.0	27.9	8.6	-3.5	8.6	3.5	3.8	0.059	ok
SLU_3	114.6	77.6	0.0	77.6	0.0	46.6	8.7	-3.7	8.7	3.7	3.8	0.075	ok
SLU_4	111.4	46.5	0.0	46.5	0.0	27.9	15.1	-7.2	15.1	7.2	6.2	0.058	ok
SLU_5	90.1	96.5	43.5	96.5	43.5	40.5	-10.3	6.6	10.3	6.6	4.1	0.064	ok
SLU_6	95.2	87.0	35.2	87.0	35.2	38.1	-10.3	6.7	10.3	6.7	4.1	0.063	ok
SLU_7	72.2	122.8	39.4	122.8	39.4	57.9	-10.2	6.4	10.2	6.4	4.1	0.079	ok
SLU_8	78.1	77.6	26.9	77.6	26.9	35.8	-16.6	10.0	16.6	10.0	6.6	0.060	ok
SLV_1	45.8	60.7	10.9	60.7	10.9	32.1	159.9	84.3	159.9	84.3	64.0	0.109	ok
SLV_2	49.1	201.0	35.1	201.0	35.1	106.6	47.8	26.1	47.8	26.1	19.1	0.141	ok
SLV_3	36.7	61.3	11.3	61.3	11.3	32.3	48.0	26.5	48.0	26.5	19.2	0.061	ok
SLV_4	66.9	-60.7	-11.0	60.7	11.0	32.0	-160.8	-82.6	160.8	82.6	64.3	0.114	ok
SLV_5	63.6	-201.0	-35.2	201.0	35.2	106.5	-48.7	-24.4	48.7	24.4	19.5	0.144	ok
SLV_6	76.0	-61.3	-11.4	61.3	11.4	32.2	-48.9	-24.8	48.9	24.8	19.6	0.069	ok

8.1.2 Travi longitudinali IPE300

8.1.2.1 Campata centrale, sezione in appoggio

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	-4.7	-1.5	0.0	0.0	0.0	-1.9
SLU_2	-5.2	-1.5	0.0	0.0	0.0	-1.9
SLU_3	-6.1	-1.5	0.0	0.0	0.0	-2.0
SLU_4	-11.1	-1.5	0.0	0.0	0.0	-2.5
SLV_1	2.8	15.0	0.2	0.0	0.2	39.5
SLV_2	2.6	3.7	0.5	0.0	0.5	11.3
SLV_3	3.4	3.7	0.2	0.0	0.2	11.3
SLV_4	0.7	-17.3	-0.2	0.0	-0.2	-41.2
SLV_5	1.0	-6.0	-0.5	0.0	-0.5	-13.0
SLV_6	0.1	-6.0	-0.2	0.0	-0.2	-13.1

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 ²)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Wpl,y (cm ³)	iy (cm)	Iz (cm ⁴)	Wz (cm ³)	Wpl,z (cm ³)	iz (cm)	IT (cm ⁴)	Iw (cm ⁶)
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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	60 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	17.25	kN
Av,z	2567.97	mm ²
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	0.03	
Check	ok	
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

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	628400	mm ³
Mc,Rd	212.46	kNm
Med	41.21	kNm
Med/Mc,Rd	0.19	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm ²
Wy	557100	mm ³
Wz	80500	mm ³
Avz	2567.97	mm ²
Avy	3402.94	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-0.87	0.02	3.41	-4.29	0.58	0.00	4.41	0.01	ok
SLU_2	-0.97	0.01	3.44	-4.42	0.58	0.00	4.53	0.01	ok
SLU_3	-1.13	0.00	3.51	-4.64	0.58	0.00	4.75	0.01	ok
SLU_4	-2.07	0.01	4.46	-6.54	0.58	0.00	6.62	0.02	ok
SLV_1	0.53	2.05	70.85	73.43	5.83	0.05	74.12	0.22	ok
SLV_2	0.47	6.31	20.24	27.03	1.44	0.15	27.14	0.08	ok
SLV_3	0.63	2.15	20.34	23.12	1.45	0.05	23.26	0.07	ok
SLV_4	0.13	2.07	73.97	76.17	6.72	0.05	77.05	0.23	ok
SLV_5	0.19	6.33	23.36	29.87	2.33	0.15	30.15	0.09	ok
SLV_6	0.03	2.16	23.46	25.65	2.34	0.05	25.97	0.08	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	61 di 132

Verifica stabilità flesso-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	6038000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	201200	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	1.259E+11	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	340.7892761	kNm	Mcritico instabilità flesso-torsionale
Wy	628400	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.81		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	-1.00		diagramma momenti SLV
kc	0.602		
f	0.801		
Φ_{LT}	0.931		
X LT	0.897		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	181.95	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	41.21	kNm	
Med/Mb,Rd	0.23		
Check	ok		

8.1.2.2 Campata laterale, sezione in appoggio su pilastro di bordo

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	-1.4	-5.2	0.0	0.0	0.0	-13.3
SLU_2	-2.0	-5.0	0.0	0.0	0.0	-12.6
SLU_3	-2.5	-4.9	0.0	0.0	0.0	-12.1
SLU_4	-7.0	-6.3	0.0	0.0	0.0	-16.5
SLV_1	7.9	16.1	0.1	0.0	0.1	43.2
SLV_2	6.2	3.7	0.5	0.0	0.4	11.2
SLV_3	5.8	4.0	0.2	0.0	0.2	12.3
SLV_4	-3.6	-19.7	-0.1	0.0	-0.1	-49.6
SLV_5	-1.8	-7.3	-0.5	0.0	-0.4	-17.6
SLV_6	-1.5	-7.6	-0.2	0.0	-0.2	-18.7

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 ²)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Wpl,y (cm ³)	iy (cm)	Iz (cm ⁴)	Wz (cm ³)	Wpl,z (cm ³)	iz (cm)	IT (cm ⁴)	Iw (cm ⁶)
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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	63 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	19.65	kN
Av,z	2567.97	mm ²
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	0.04	
Check	ok	
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

C	71.45	mm	sbalzo ala
t	10.70	mm	spessore ala
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	628400	mm ³	modulo resistente sezione
Mc,Rd	212.46	kNm	
Med	49.62	kNm	
Med/Mc,Rd	0.23		
Check	ok		

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm ²
Wy	557100	mm ³
Wz	80500	mm ³
Avz	2567.97	mm ²
Avy	3402.94	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-0.26	0.05	23.80	-24.12	2.03	0.00	24.37	0.07	ok
SLU_2	-0.38	0.06	22.68	-23.11	1.96	0.00	23.36	0.07	ok
SLU_3	-0.46	0.02	21.80	-22.29	1.91	0.00	22.53	0.07	ok
SLU_4	-1.31	0.15	29.56	-31.02	2.47	0.00	31.31	0.09	ok
SLV_1	1.47	1.82	77.57	80.86	6.27	0.04	81.59	0.24	ok
SLV_2	1.15	5.55	20.15	26.84	1.45	0.14	26.96	0.08	ok
SLV_3	1.09	2.01	22.14	25.24	1.57	0.05	25.38	0.08	ok
SLV_4	-0.66	1.83	89.07	-91.56	7.65	0.04	92.52	0.27	ok
SLV_5	-0.34	5.56	31.64	-37.54	2.83	0.14	37.86	0.11	ok
SLV_6	-0.28	2.02	33.64	-35.94	2.95	0.05	36.30	0.11	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	64 di 132

Verifica stabilità flessione-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	6038000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	201200	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	1.259E+11	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	340.7892761	kNm	Mcritico instabilità flessione-torsionale
Wy	628400	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.81		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LTO}	0.20		
ψ	-1.00		diagramma momenti SLV
kc	0.602		
f	0.801		
Φ_{LT}	0.931		
X LT	0.897		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	181.95	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	49.62	kNm	
Med/Mb,Rd	0.27		
Check	ok		

8.1.2.3 Sbalzo di estremità, sezione in appoggio su pilastro di bordo

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	1.4	16.1	0.7	0.0	-1.0	-38.4
SLU_2	1.5	14.5	0.7	0.0	-1.0	-34.4
SLU_3	1.2	13.2	0.8	0.0	-1.0	-31.2
SLU_4	3.0	13.4	1.2	0.0	-1.5	-31.7
SLV_1	8.2	11.7	0.2	0.0	0.3	-3.5
SLV_2	4.9	9.6	0.7	0.0	0.8	-8.7
SLV_3	3.1	12.7	0.2	0.0	0.3	-1.2
SLV_4	-8.5	2.0	-0.2	0.0	-0.3	-27.8
SLV_5	-5.2	4.0	-0.7	0.0	-0.8	-22.6
SLV_6	-3.4	1.0	-0.2	0.0	-0.3	-30.1

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 ²)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _{pl,y} (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)	W _{pl,z} (cm ³)	i _z (cm)	I _T (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)
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 _{m0}	1.05	
γ _{m1}	1.10	
γ _{m2}	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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	66 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	16.10	kN
Av,z	2567.97	mm ²
Vc,Rd,z	501.27	kN
Ved/Vc,Rd	0.03	
Check	ok	
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

C	71.45	mm	sbalzo ala
t	10.70	mm	spessore ala
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	628400	mm ³	modulo resistente sezione
Mc,Rd	212.46	kNm	
Med	38.39	kNm	
Med/Mc,Rd	0.18		
Check	ok		

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5381	mm ²
Wy	557100	mm ³
Wz	80500	mm ³
Avz	2567.97	mm ²
Avy	3402.94	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	0.27	11.94	68.91	81.12	6.27	0.22	81.85	0.24	ok
SLU_2	0.28	11.94	61.74	73.95	5.65	0.22	74.60	0.22	ok
SLU_3	0.22	12.78	55.94	68.95	5.14	0.23	69.52	0.21	ok
SLU_4	0.56	19.03	56.96	76.55	5.23	0.34	77.09	0.23	ok
SLV_1	1.53	3.42	6.32	11.28	4.55	0.07	13.76	0.04	ok
SLV_2	0.91	9.94	15.65	26.51	3.75	0.21	27.29	0.08	ok
SLV_3	0.57	3.41	2.22	6.20	4.94	0.07	10.56	0.03	ok
SLV_4	-1.58	3.46	49.95	-54.99	0.78	0.07	55.01	0.16	ok
SLV_5	-0.96	9.98	40.62	-51.56	1.58	0.21	51.63	0.15	ok
SLV_6	-0.63	3.44	54.05	-58.12	0.39	0.07	58.12	0.17	ok

Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	6038000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	201200	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	1.259E+11	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	340.7892761	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
Wy	628400	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.81		snellezza normalizzata
h/b	2.00		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	0.00		diagramma momenti SLU
kc	0.752		
f	0.876		
Φ_{LT}	0.931		
X LT	0.821		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	166.42	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	38.39	kNm	
Med/Mb,Rd	0.23		
Check	ok		



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	68 di 132

8.1.3 Travi trasversali HE300A

8.1.3.1 Mensola laterale, sezione in appoggio su pilastro di bordo

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
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	-1.0	-63.4	-0.5	0.2	-0.1	-109.3
SLU_2	-0.8	-63.2	-0.4	0.2	-0.1	-108.7
SLU_3	-0.2	-54.5	-0.5	0.2	-0.2	-94.7
SLU_4	-1.7	-52.1	-1.5	0.2	-0.6	-91.2
SLV_1	6.5	-12.9	11.9	0.2	12.1	-16.7
SLV_2	11.5	-9.6	5.4	0.1	4.8	-9.1
SLV_3	4.3	-8.8	4.7	0.2	4.3	-10.0
SLV_4	-6.4	-36.1	-10.7	-0.1	-11.4	-71.2
SLV_5	-11.5	-39.4	-4.3	0.0	-4.1	-78.7
SLV_6	-4.3	-40.2	-3.6	-0.1	-3.6	-77.8

Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
HE 300 A	88.3	290	300	8.5	14	27	0

A (cm ²)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Wpl,y (cm ³)	iy (cm)	Iz (cm ⁴)	Wz (cm ³)	Wpl,z (cm ³)	iz (cm)	It (cm ⁴)	Iw (cm ⁶)
112.5	18260	1260	1383	12.74	6310	420.6	641.2	7.49	85.17	1200000

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	69 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	63.36	kN
Av,z	3725.00	mm ²
Vc,Rd,z	727.12	kN
Ved/Vc,Rd	0.09	
Check	ok	
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

C	145.75	mm	sbalzo ala
t	14.00	mm	spessore ala
ε	0.81		
C/t	10.41		
limite classe 1	7.32		
limite classe 2	8.14		
limite classe 3	11.39		
Classe profilo	3	(flessione)	
proprietà sezione	elastico		
W	1260000	mm ³	modulo resistente sezione
Mc,Rd	426.00	kNm	
Med	109.27	kNm	
Med/Mc,Rd	0.26		
Check	ok		

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	11250	mm ²
Wy	1260000	mm ³
Wz	420600	mm ³
Avz	3725.00	mm ²
Avy	9023	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-0.08	0.31	86.72	-87.11	17.01	0.05	91.96	0.27	ok
SLU_2	-0.07	0.20	86.23	-86.51	16.96	0.05	91.36	0.27	ok
SLU_3	-0.02	0.45	75.20	-75.66	14.64	0.05	79.80	0.24	ok
SLU_4	-0.15	1.33	72.35	-73.83	13.99	0.16	77.71	0.23	ok
SLV_1	0.58	28.73	13.22	42.52	3.47	1.31	43.00	0.13	ok
SLV_2	1.03	11.37	7.20	19.60	2.57	0.60	20.12	0.06	ok
SLV_3	0.38	10.30	7.94	18.62	2.36	0.52	19.09	0.06	ok
SLV_4	-0.57	27.05	56.48	-84.11	9.68	1.19	85.79	0.25	ok
SLV_5	-1.02	9.69	62.49	-73.21	10.58	0.48	75.47	0.22	ok
SLV_6	-0.38	8.62	61.75	-70.75	10.79	0.39	73.18	0.22	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	70 di 132

Verifica stabilità flesso-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3150	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	1575.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	63100000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	851700	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	1.2E+12	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	7515.7623	kNm	Mcritico instabilità flesso-torsionale
Wy	1260000	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.24		snellezza normalizzata
h/b	0.97		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	0.00		diagramma momenti SLU
kc	0.752		
f	0.953		
Φ_{LT}	0.537		
X LT	1.000		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	406.64	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	109.27	kNm	
Med/Mb,Rd	0.27		
Check	ok		

8.1.3.2 Mensola centrale, sezione in appoggio su pilastro interno

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	1.0	-55.8	0.8	0.0	0.4	-98.9
SLU_2	1.0	-55.8	0.8	0.0	0.4	-98.9
SLU_3	1.7	-48.1	0.8	0.0	0.4	-86.0
SLU_4	1.0	-45.7	1.2	0.0	0.6	-82.1
SLV_1	8.2	-15.1	12.7	0.0	12.6	-26.1
SLV_2	15.6	-11.0	4.4	0.0	4.6	-16.3
SLV_3	5.6	-10.0	4.1	0.0	4.1	-15.4
SLV_4	-8.2	-28.5	-12.6	-0.1	-12.5	-54.8
SLV_5	-15.6	-32.6	-4.3	0.0	-4.5	-64.6
SLV_6	-5.7	-33.6	-3.9	0.0	-4.0	-65.5

Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
HE 300 A	88.3	290	300	8.5	14	27	0

A (cm ²)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Wpl,y (cm ³)	iy (cm)	Iz (cm ⁴)	Wz (cm ³)	Wpl,z (cm ³)	iz (cm)	IT (cm ⁴)	Iw (cm ⁶)
112.5	18260	1260	1383	12.74	6310	420.6	641.2	7.49	85.17	1200000

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	72 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	55.82	kN
Av,z	3725.00	mm ²
Vc,Rd,z	727.12	kN
Ved/Vc,Rd	0.08	
Check	ok	
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

C	145.75	mm	sbalzo ala
t	14.00	mm	spessore ala
ε	0.81		
C/t	10.41		
limite classe 1	7.32		
limite classe 2	8.14		
limite classe 3	11.39		
Classe profilo	3	(flessione)	
proprietà sezione	elastico		
W	1260000	mm ³	modulo resistente sezione
Mc,Rd	426.00	kNm	
Med	98.93	kNm	
Med/Mc,Rd	0.23		
Check	ok		

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	11250	mm ²
Wy	1260000	mm ³
Wz	420600	mm ³
Avz	3725.00	mm ²
Avy	9023	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	0.09	1.07	78.52	79.67	14.99	0.09	83.80	0.25	ok
SLU_2	0.09	1.07	78.52	79.67	14.99	0.09	83.80	0.25	ok
SLU_3	0.16	1.01	68.24	69.41	12.91	0.08	72.92	0.22	ok
SLU_4	0.09	1.54	65.16	66.80	12.27	0.13	70.10	0.21	ok
SLV_1	0.73	30.05	20.73	51.51	4.05	1.41	52.05	0.15	ok
SLV_2	1.39	11.02	12.95	25.36	2.94	0.49	25.88	0.08	ok
SLV_3	0.50	9.75	12.19	22.44	2.68	0.45	22.93	0.07	ok
SLV_4	-0.73	29.74	43.47	-73.94	7.65	1.39	75.16	0.22	ok
SLV_5	-1.39	10.71	51.25	-63.35	8.76	0.48	65.15	0.19	ok
SLV_6	-0.50	9.44	52.01	-61.95	9.02	0.44	63.89	0.19	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	73 di 132

Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3150	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	1575.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	63100000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	851700	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	1.2E+12	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	7515.7623	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
Wy	1260000	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.24		snellezza normalizzata
h/b	0.97		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	0.00		diagramma momenti SLU
kc	0.752		
f	0.953		
Φ_{LT}	0.537		
X LT	1.000		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	406.64	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	98.93	kNm	
Med/Mb,Rd	0.24		
Check	ok		



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	74 di 132

8.1.4 Travi secondarie IPE160 (arcarecci)

8.1.4.1 Campata centrale, sezione in mezzzeria (schema a trave appoggiata)

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	3.4	0.0	0.0	0.0	0.1	10.9
SLU_2	3.4	0.0	0.0	0.0	0.1	10.9
SLU_3	3.3	0.0	0.0	0.0	0.1	9.2
SLU_4	4.8	0.0	0.0	0.0	0.1	8.6
SLV_1	0.8	0.0	0.0	0.0	0.3	4.6
SLV_2	0.9	0.0	0.0	0.0	0.9	5.0
SLV_3	1.0	0.0	0.0	0.0	0.3	6.4
SLV_4	0.3	0.0	0.0	0.0	-0.3	2.7
SLV_5	0.2	0.0	0.0	0.0	-0.9	2.3
SLV_6	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	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 ²)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _{pl,y} (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)	W _{pl,z} (cm ³)	i _z (cm)	I _T (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)
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	
f _{yk}	355	MPa
γ _{m0}	1.05	
γ _{m1}	1.10	
γ _{m2}	1.25	
f _{yd}	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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	75 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	0.00	kN
Av,z	965.60	mm ²
Vc,Rd,z	188.48	kN
Ved/Vc,Rd	0.00	
Check	ok	
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

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	123900	mm ³
Mc,Rd	41.89	kNm
Med	10.94	kNm
Med/Mc,Rd	0.26	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	2009	mm ²
Wy	108700	mm ³
Wz	16660	mm ³
Avz	965.60	mm ²
Avy	1283	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	1.69	4.46	100.63	106.78	0.00	0.00	106.78	0.32	ok
SLU_2	1.69	4.46	100.63	106.78	0.00	0.00	106.78	0.32	ok
SLU_3	1.62	7.46	84.41	93.49	0.00	0.00	93.49	0.28	ok
SLU_4	2.39	4.44	79.07	85.90	0.00	0.00	85.90	0.25	ok
SLV_1	0.39	16.24	42.31	58.94	0.00	0.03	58.94	0.17	ok
SLV_2	0.45	53.01	45.92	99.38	0.00	0.02	99.38	0.29	ok
SLV_3	0.52	16.98	58.69	76.19	0.00	0.01	76.19	0.23	ok
SLV_4	0.15	16.25	24.97	41.37	0.00	0.03	41.37	0.12	ok
SLV_5	0.09	53.02	21.37	74.48	0.00	0.02	74.48	0.22	ok
SLV_6	0.02	16.99	8.59	25.60	0.00	0.01	25.60	0.08	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	76 di 132

Verifica stabilità flessione-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	683100	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	36000	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	3960000000	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	30.92176737	kNm	Mcritico instabilità flessione-torsionale
Wy	123900	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	1.19		snellezza normalizzata
h/b	1.95		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	0.75		
Kx	0.71		
λ_{LT0}	0.40		
ψ	0.94		diagramma momenti SLU
kc	0.981		
f	0.993		
Φ_{LT}	1.168		
X LT	0.587		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	23.49	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	10.94	kNm	
Med/Mb,Rd	0.47		
Check	ok		

8.1.4.2 Campata centrale, sezione in appoggio (schema a trave appoggiata)

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	5.3	-8.8	-0.2	0.0	-0.2	0.0
SLU_2	5.3	-8.8	-0.2	0.0	-0.2	0.0
SLU_3	5.1	-7.3	-0.3	0.0	-0.3	0.0
SLU_4	8.0	-6.9	-0.2	0.0	-0.2	0.0
SLV_1	2.5	-2.3	0.5	0.0	0.6	0.0
SLV_2	1.3	-2.1	1.7	0.0	1.7	0.0
SLV_3	1.5	-1.2	0.5	0.0	0.6	0.0
SLV_4	-1.5	-3.5	-0.5	0.0	-0.6	0.0
SLV_5	-0.3	-3.8	-1.7	0.0	-1.7	0.0
SLV_6	-0.5	-4.7	-0.5	0.0	-0.6	0.0

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 ²)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _{pl,y} (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)	W _{pl,z} (cm ³)	i _z (cm)	I _T (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)
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	
f _{yk}	355	MPa
γ _{m0}	1.05	
γ _{m1}	1.10	
γ _{m2}	1.25	
f _{yd}	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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	78 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	8.75	kN
Av,z	965.60	mm ²
Vc,Rd,z	188.48	kN
Ved/Vc,Rd	0.05	
Check	ok	
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

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	123900	mm ³
Mc,Rd	41.89	kNm
Med	0.00	kNm
Med/Mc,Rd	0.00	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	2009	mm ²
Wy	108700	mm ³
Wz	16660	mm ³
Avz	965.60	mm ²
Avy	1283	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	2.62	11.59	0.00	14.21	9.06	0.15	21.18	0.06	ok
SLU_2	2.63	11.59	0.00	14.21	9.06	0.15	21.18	0.06	ok
SLU_3	2.55	17.59	0.00	20.14	7.60	0.25	24.07	0.07	ok
SLU_4	3.97	13.30	0.00	17.27	7.12	0.16	21.23	0.06	ok
SLV_1	1.26	34.03	0.00	35.29	2.41	0.41	35.55	0.11	ok
SLV_2	0.66	104.22	0.00	104.89	2.13	1.32	104.98	0.31	ok
SLV_3	0.75	33.32	0.00	34.07	1.24	0.42	34.15	0.10	ok
SLV_4	-0.76	34.05	0.00	-34.80	3.66	0.41	35.38	0.10	ok
SLV_5	-0.16	104.24	0.00	-104.40	3.93	1.32	104.64	0.31	ok
SLV_6	-0.24	33.34	0.00	-33.58	4.82	0.42	34.61	0.10	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	79 di 132

Verifica stabilità flessione-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	683100	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	36000	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	3960000000	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	30.92176737	kNm	Mcritico instabilità flessione-torsionale
Wy	123900	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	1.19		snellezza normalizzata
h/b	1.95		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	0.75		
Kx	0.71		
λ_{LT0}	0.40		
ψ	0.94		diagramma momenti SLU
kc	0.981		
f	0.993		
Φ_{LT}	1.168		
X LT	0.587		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	23.49	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	0.00	kNm	
Med/Mb,Rd	0.00		
Check	ok		



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	80 di 132

8.1.4.3 Campata laterale, sezione in appoggio (schema a trave continua con sbalzo)

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	-0.5	-10.7	-0.2	0.0	-0.1	-9.7
SLU_2	-0.5	-10.7	-0.2	0.0	-0.1	-9.7
SLU_3	-0.7	-9.0	-0.3	0.0	-0.2	-8.2
SLU_4	-1.7	-8.5	-0.2	0.0	-0.1	-7.9
SLV_1	1.5	-2.5	0.5	0.0	0.6	-1.2
SLV_2	1.4	-2.4	1.7	0.0	1.7	-1.8
SLV_3	1.3	-1.1	0.5	0.0	0.5	-0.5
SLV_4	-0.5	-4.7	-0.5	0.0	-0.6	-5.5
SLV_5	-0.4	-4.8	-1.7	0.0	-1.7	-4.9
SLV_6	-0.3	-6.1	-0.5	0.0	-0.6	-6.2

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 ²)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Wpl,y (cm ³)	iy (cm)	Iz (cm ⁴)	Wz (cm ³)	Wpl,z (cm ³)	iz (cm)	IT (cm ⁴)	Iw (cm ⁶)
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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	81 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	10.69	kN
Av,z	965.60	mm ²
Vc,Rd,z	188.48	kN
Ved/Vc,Rd	0.06	
Check	ok	
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

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	123900	mm ³
Mc,Rd	41.89	kNm
Med	9.69	kNm
Med/Mc,Rd	0.23	
Check	ok	

sbalzo ala

spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	2009	mm ²
Wy	108700	mm ³
Wz	16660	mm ³
Avz	965.60	mm ²
Avy	1283	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-0.25	9.00	89.12	-98.37	11.07	0.14	100.22	0.30	ok
SLU_2	-0.25	9.00	89.12	-98.37	11.07	0.14	100.22	0.30	ok
SLU_3	-0.33	14.99	75.80	-91.12	9.31	0.23	92.53	0.27	ok
SLU_4	-0.82	8.88	72.79	-82.50	8.76	0.14	83.88	0.25	ok
SLV_1	0.77	34.35	11.39	46.51	2.59	0.40	46.73	0.14	ok
SLV_2	0.72	102.72	16.81	120.24	2.50	1.29	120.34	0.36	ok
SLV_3	0.66	32.94	5.04	38.64	1.13	0.41	38.70	0.11	ok
SLV_4	-0.25	34.48	50.47	-85.20	4.86	0.40	85.62	0.25	ok
SLV_5	-0.20	102.85	45.06	-148.11	4.95	1.29	148.37	0.44	ok
SLV_6	-0.14	33.08	56.82	-90.03	6.33	0.41	90.70	0.27	ok

Verifica stabilità flessione-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	683100	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	36000	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	3960000000	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	30.92176737	kNm	Mcritico instabilità flessione-torsionale
Wy	123900	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	1.19		snellezza normalizzata
h/b	1.95		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	0.71		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	0.91		diagramma momenti SLU
kc	0.971		
f	0.990		
Φ_{LT}	1.380		
X LT	0.487		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	19.47	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	9.69	kNm	
Med/Mb,Rd	0.50		
Check	ok		

8.1.4.4 Sbalzo di estremità, sezione in appoggio (schema a trave continua con sbalzo)

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	0.3	8.2	0.0	0.0	0.1	-9.5
SLU_2	0.3	8.2	0.0	0.0	0.1	-9.5
SLU_3	0.3	6.9	0.1	0.0	0.0	-8.1
SLU_4	0.6	6.5	-0.1	0.0	0.2	-7.8
SLV_1	2.1	3.8	0.3	0.0	0.3	-1.3
SLV_2	1.3	3.6	0.6	0.0	0.4	-1.8
SLV_3	0.8	4.0	0.2	0.0	0.2	-0.6
SLV_4	-2.0	1.8	-0.3	0.0	-0.3	-5.3
SLV_5	-1.2	2.0	-0.6	0.0	-0.4	-4.8
SLV_6	-0.8	1.6	-0.2	0.0	-0.2	-6.0

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 ²)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _{pl,y} (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)	W _{pl,z} (cm ³)	i _z (cm)	I _T (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)
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	
f _{yk}	355	MPa
γ _{m0}	1.05	
γ _{m1}	1.10	
γ _{m2}	1.25	
f _{yd}	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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	84 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	8.18	kN
Av,z	965.60	mm ²
Vc,Rd,z	188.48	kN
Ved/Vc,Rd	0.04	
Check	ok	
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

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	123900	mm ³
Mc,Rd	41.89	kNm
Med	9.52	kNm
Med/Mc,Rd	0.23	
Check	ok	

sbalzo ala

spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	2009	mm ²
Wy	108700	mm ³
Wz	16660	mm ³
Avz	965.60	mm ²
Avy	1283	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	0.17	4.83	87.54	92.54	8.47	0.00	93.70	0.28	ok
SLU_2	0.17	4.83	87.54	92.54	8.47	0.00	93.69	0.28	ok
SLU_3	0.12	2.70	74.50	77.33	7.15	0.05	78.31	0.23	ok
SLU_4	0.28	9.88	71.44	81.61	6.78	0.06	82.45	0.24	ok
SLV_1	1.05	15.73	12.18	28.95	3.93	0.23	29.75	0.09	ok
SLV_2	0.63	26.58	16.98	44.19	3.69	0.49	44.66	0.13	ok
SLV_3	0.42	10.74	5.91	17.06	4.17	0.18	18.54	0.05	ok
SLV_4	-1.01	15.41	49.07	-65.49	1.86	0.23	65.57	0.19	ok
SLV_5	-0.60	26.25	44.27	-71.12	2.10	0.50	71.22	0.21	ok
SLV_6	-0.38	10.42	55.34	-66.14	1.61	0.19	66.20	0.20	ok

Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	2500	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	1250.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	683100	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	36000	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	3960000000	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	85.99058487	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
Wy	123900	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.72		snellezza normalizzata
h/b	1.95		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	0.00		diagramma momenti SLU
kc	0.752		
f	0.878		
Φ_{LT}	0.843		
X LT	0.883		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	35.31	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	9.52	kNm	
Med/Mb,Rd	0.27		
Check	ok		

8.1.5 Travi secondarie di bordo UPN300

8.1.5.1 Trave trasversale

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	-2.9	-7.3	-0.5	0.0	-0.3	-13.0
SLU_2	-2.9	-6.5	-0.5	0.0	-0.3	-12.8
SLU_3	-3.2	-5.9	-0.6	0.0	-0.3	-11.4
SLU_4	-4.7	-6.0	-0.8	0.0	-0.5	-11.8
SLV_1	6.7	-0.3	1.1	0.0	1.1	1.7
SLV_2	2.2	-1.3	0.7	0.0	0.6	-1.9
SLV_3	2.2	-0.1	0.5	0.0	0.4	1.2
SLV_4	-6.6	-5.4	-1.0	0.0	-1.0	-12.1
SLV_5	-2.1	-4.3	-0.6	0.0	-0.6	-8.5
SLV_6	-2.0	-5.6	-0.4	0.0	-0.4	-11.5

Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
UPN 300	46.2	300	100	10	16	16	8

A (cm ²)	Iy (cm ⁴)	Wy (cm ³)	Wpl,y (cm ³)	iy (cm)	Iz (cm ⁴)	Wz (cm ³)	Wpl,z (cm ³)	iz (cm)	IT (cm ⁴)	Iw (cm ⁶)
58.8	8030	535	632	11.7	495	67.8	130	2.9	37.4	69100

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	87 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	7.29	kN
Av,z	3352.00	mm ²
Vc,Rd,z	654.31	kN
Ved/Vc,Rd	0.01	
Check	ok	
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

C	45.00	mm
t	16.00	mm
ε	0.81	
C/t	2.81	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W	632000	mm ³
Mc,Rd	213.68	kNm
Med	12.96	kNm
Med/Mc,Rd	0.06	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5880	mm ²
Wy	535000	mm ³
Wz	67800	mm ³
Avz	3352.00	mm ²
Avy	3200	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	-0.49	3.95	24.23	-28.68	2.18	0.15	28.92	0.09	ok
SLU_2	-0.50	4.07	23.92	-28.48	1.94	0.16	28.68	0.08	ok
SLU_3	-0.55	4.73	21.37	-26.65	1.75	0.18	26.82	0.08	ok
SLU_4	-0.80	6.85	22.04	-29.69	1.78	0.27	29.85	0.09	ok
SLV_1	1.15	15.49	3.21	19.85	0.09	0.35	19.86	0.06	ok
SLV_2	0.38	8.98	3.47	12.83	0.40	0.22	12.86	0.04	ok
SLV_3	0.37	6.19	2.22	8.79	0.02	0.15	8.79	0.03	ok
SLV_4	-1.12	14.71	22.57	-38.40	1.60	0.32	38.51	0.11	ok
SLV_5	-0.36	8.20	15.89	-24.45	1.29	0.20	24.55	0.07	ok
SLV_6	-0.35	5.42	21.58	-27.35	1.68	0.12	27.50	0.08	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	88 di 132

Verifica stabilità flessio-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	3150	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	1575.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	4950000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	374000	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	69100000000	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	603.0875873	kNm	Mcritico instabilità flessio-torsionale
Wy	632000	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.61		snellezza normalizzata
h/b	3.00		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LT0}	0.20		
ψ	0.00		diagramma momenti SLU
kc	0.752		
f	0.885		
Φ_{LT}	0.756		
X LT	0.940		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	191.78	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	12.96	kNm	
Med/Mb,Rd	0.07		
Check	ok		

8.1.5.2 Trave longitudinale

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	-2.3	-2.3	0.0	-1.9	-4.4
SLU_2	1.7	-2.1	-2.3	0.0	-1.9	-3.0
SLU_3	1.1	-2.2	-3.9	0.0	-3.2	-3.4
SLU_4	3.5	-2.2	-2.3	0.0	-1.9	-3.5
SLV_1	1.6	-0.1	0.3	0.0	0.5	5.9
SLV_2	2.4	0.1	0.7	0.0	0.7	5.0
SLV_3	1.0	-0.3	0.2	0.0	0.3	3.3
SLV_4	-1.6	-2.8	-0.3	0.0	-0.5	-8.1
SLV_5	-2.4	-2.9	-0.7	0.0	-0.7	-7.1
SLV_6	-1.1	-2.5	-0.3	0.0	-0.3	-5.4

Caratteristiche profilo

Tipo	g (Kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)	r2 (mm)
UPN 300	46.2	300	100	10	16	16	8

A (cm ²)	I _y (cm ⁴)	W _y (cm ³)	W _{pl,y} (cm ³)	i _y (cm)	I _z (cm ⁴)	W _z (cm ³)	W _{pl,z} (cm ³)	i _z (cm)	I _T (cm ⁴)	I _w (cm ⁶)
58.8	8030	535	632	11.7	495	67.8	130	2.9	37.4	69100

Caratteristiche materiale

tipo	S355	
f _{yk}	355	MPa
γ _{m0}	1.05	
γ _{m1}	1.10	
γ _{m2}	1.25	
f _{yd}	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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	90 di 132

Verifica a Taglio - NTC 2018 §4.2.4.1.2.4

Ved,z	2.93	kN
Av,z	3352.00	mm ²
Vc,Rd,z	654.31	kN
Ved/Vc,Rd	0.00	
Check	ok	
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

C	45.00	mm
t	16.00	mm
ε	0.81	
C/t	2.81	
limite classe 1	7.32	
limite classe 2	8.14	
limite classe 3	11.39	
Classe profilo	1	(flessione)
proprietà sezione	plastico	
W	632000	mm ³
Mc,Rd	213.68	kNm
Med	8.08	kNm
Med/Mc,Rd	0.04	
Check	ok	

sbalzo ala
spessore ala

modulo resistente sezione

Verifica tensionale - NTC 2018 §4.2.4.1.2

Proprietà elastiche sezione

A	5880	mm ²
Wy	535000	mm ³
Wz	67800	mm ³
Avz	3352.00	mm ²
Avy	3200	mm ²

	σN	σM2	σM3	σMax	τV2	τV3	σVM	σVM/fyd	Check
Combo	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	MPa	-	-
SLU_1	0.29	28.23	8.17	36.69	0.69	0.73	36.74	0.11	ok
SLU_2	0.29	28.22	5.59	34.10	0.63	0.73	34.14	0.10	ok
SLU_3	0.18	46.93	6.41	53.52	0.66	1.21	53.58	0.16	ok
SLU_4	0.59	28.32	6.49	35.40	0.66	0.73	35.45	0.10	ok
SLV_1	0.28	7.40	11.10	18.77	0.02	0.10	18.77	0.06	ok
SLV_2	0.41	10.27	9.31	19.99	0.02	0.21	19.99	0.06	ok
SLV_3	0.18	4.44	6.13	10.75	0.10	0.08	10.75	0.03	ok
SLV_4	-0.28	7.43	15.10	-22.81	0.83	0.10	22.86	0.07	ok
SLV_5	-0.41	10.30	13.32	-24.03	0.87	0.21	24.08	0.07	ok
SLV_6	-0.18	4.47	10.14	-14.79	0.75	0.08	14.85	0.04	ok



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	91 di 132

Verifica stabilità flessione-torsionale - NTC 2018 §4.2.4.1.3.2

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
β_{L0}	0.5		coefficiente per distanza ritegni torsionali
L0	2500.00	mm	luce libera di inflessione
Iz	4950000	mm ⁴	Momento di inerzia asse debole
Jt	374000	mm ⁴	inerzia torsionale primaria
J ω	69100000000	mm ⁶	inerzia torsionale secondaria
Mcr	295.2987084	kNm	Mcritico instabilità flessione-torsionale
Wy	632000	mm ³	modulo resistente sezione
λ_{LT}	0.87		snellezza normalizzata
h/b	3.00		
curva instabilità	b		
α_{LT}	0.34		fattore di imperfezione
β	1.00		
Kx	1.00		
λ_{LTO}	0.20		
ψ	1.00		diagramma momenti SLV
kc	1.000		
f	1.000		
Φ_{LT}	0.994		
X LT	0.679		fattore di riduzione per instabilità
Mb,Rd	138.56	kNm	Momento resistente di progetto per instabilità
Med	8.08	kNm	
Med/Mb,Rd	0.06		
Check	ok		

8.1.6 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.

	P
Combo	KN
SLU_1	1.2
SLU_2	1.0
SLU_3	1.1
SLU_4	0.9
SLV_1	8.2
SLV_2	5.7
SLV_3	3.5
SLV_4	0.0
SLV_5	0.0
SLV_6	0.0

Caratteristiche profilo

Tipo	d (mm)	A (mm ²)
tondo ϕ 16	16	201.1

Caratteristiche materiale

tipo	S355	
fyk	355	MPa
γ_{m0}	1.05	
γ_{m1}	1.10	
γ_{m2}	1.25	
fyd	338.10	MPa
E	210000	MPa
G	80769.23	MPa

Verifica a Trazione - NTC 2018 §4.2.4.1.2.1

Ved,z	8.24	kN
A	201.06	mm ²
Nt,Rd	67.98	kN
Ved/Vc,Rd	0.12	
Check	ok	

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.

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

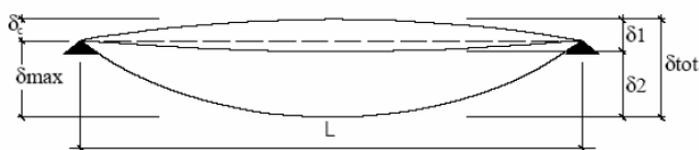


Fig. 4.2.3 - Definizione degli spostamenti verticali per le verifiche in esercizio

essendo:

δ_c la montatura iniziale della trave,

δ_1 lo spostamento elastico dovuto ai carichi permanenti,

δ_2 lo spostamento elastico dovuto ai carichi variabili,

δ_{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.

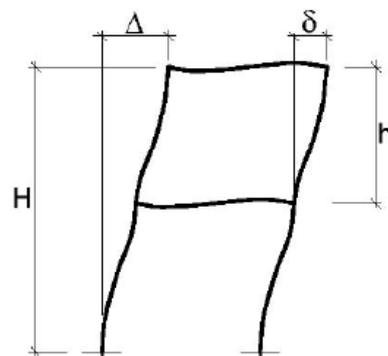


Fig. 4.2.4 - Definizione degli spostamenti orizzontali per le verifiche in esercizio



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	95 di 132

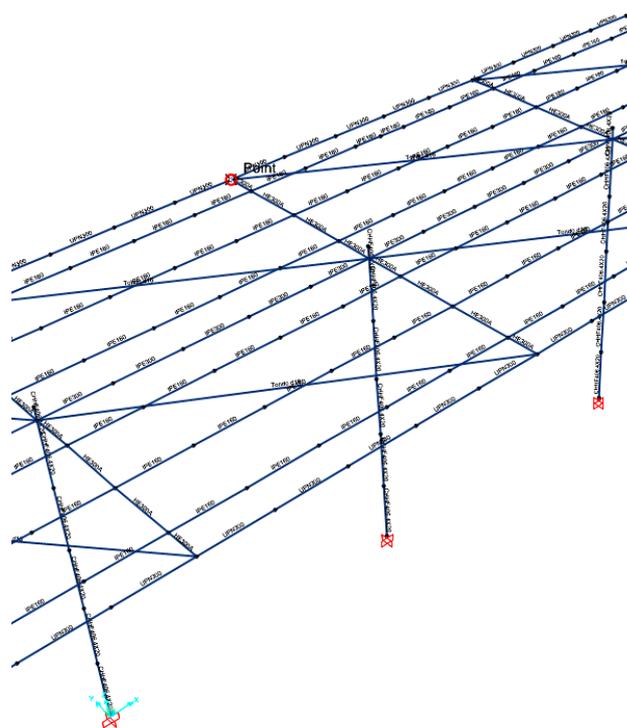
8.2.1.1 Mensola centrale HE300A

Mensola centrale HEA300 - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

L	3150	mm	luce di calcolo elemento
Lriferimento	6300	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

Combo	δ_tot (permanenti + variabili)				δ_2 (carichi variabili)			
	δ_tot	L/δ	UR	Check	δ_2	L/δ	UR	Check
	mm	-	-	-	mm	-	-	-
SLE_1	-13.3	473.8	0.42	ok	-10.2	615.5	0.41	ok
SLE_2	-12.3	512.1	0.39	ok	-9.2	681.7	0.37	ok
SLE_3	-13.6	462.9	0.43	ok	-10.5	597.3	0.42	ok
SLE_4	-11.1	565.7	0.35	ok	-8.1	780.1	0.32	ok

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	96 di 132

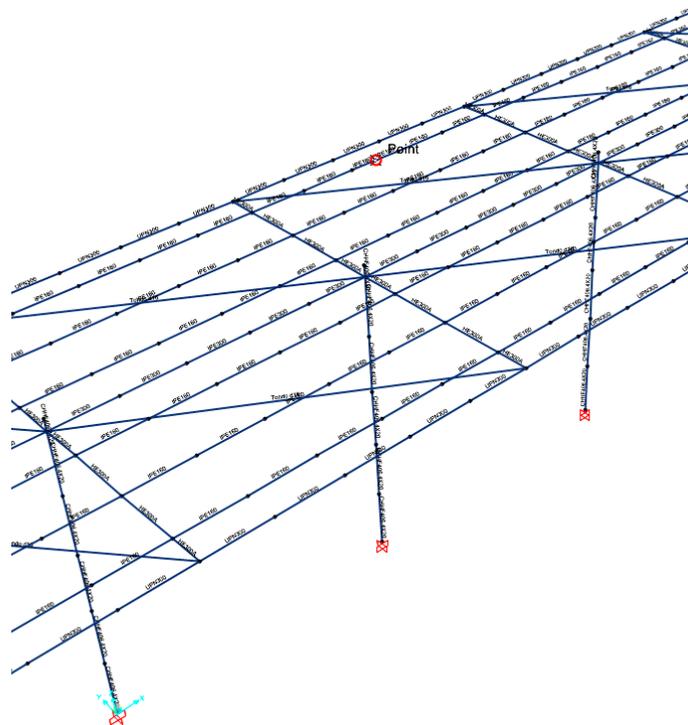
8.2.1.2 Trave secondaria IPE160 – campata centrale

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

L	5000	mm	luce di calcolo elemento
Lriferimento	5000	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
Combo	mm	-	-	-	mm	-	-	-
SLE_1	-20.9	238.9	0.84	ok	-13.2	378.5	0.66	ok
SLE_2	-20.1	248.9	0.80	ok	-12.4	404.0	0.62	ok
SLE_3	-19.0	263.7	0.76	ok	-11.2	444.6	0.56	ok
SLE_4	-17.0	294.4	0.68	ok	-9.3	539.6	0.46	ok

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 banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

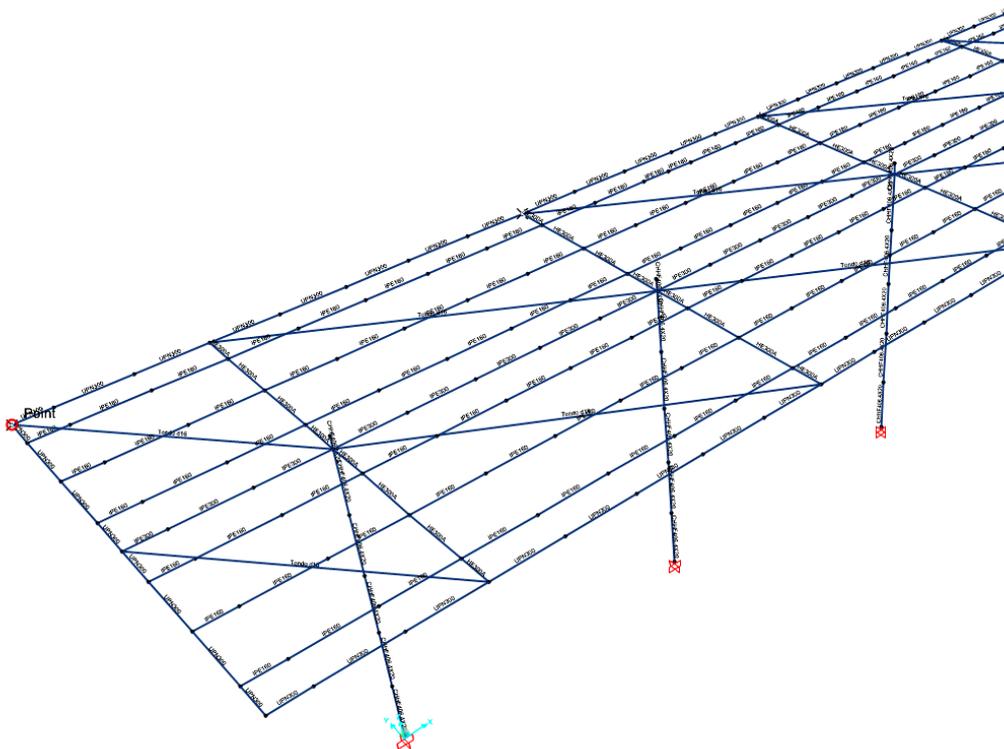
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	97 di 132

8.2.1.3 Trave secondaria IPE160 – Sbalzo di estremità

Sbalzo estremità - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

L	2500	mm	luce di calcolo elemento						
Lriferimento	5000	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	
Combo	mm	-	-	-	mm	-	-	-	
SLE_1	-14.6	342.1	0.58	ok	-11.2	447.6	0.56	ok	
SLE_2	-13.3	375.3	0.53	ok	-9.9	506.1	0.49	ok	
SLE_3	-14.9	335.7	0.60	ok	-11.4	436.7	0.57	ok	
SLE_4	-11.7	426.9	0.47	ok	-8.3	604.7	0.41	ok	

Posizione del nodo di cui si analizzano gli spostamenti:

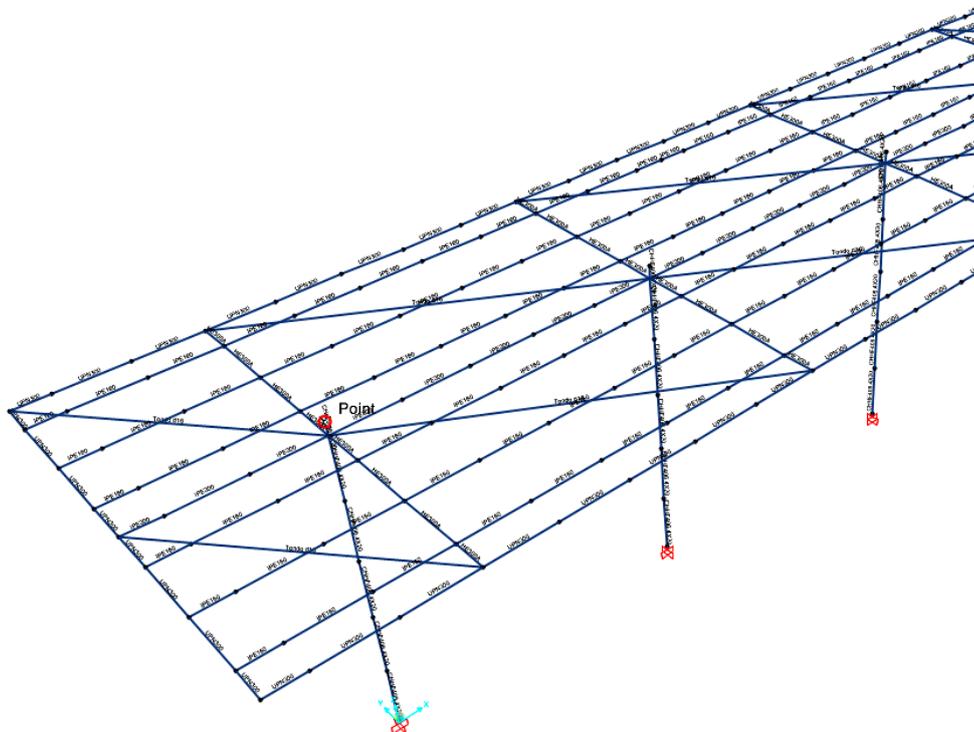


8.2.1.4 Pilastri tubolari ϕ 406.4x20 mm

Pilastro - Verifica spostamenti in esercizio - NTC 2018 §4.2.4.2

H	5350	mm	altezza di calcolo elemento	
H/ δ_{max}	300		limite deformabilità edifici monopiano	
	δ	H/ δ	UR	Check
Combo	mm	-	-	-
SLE_1	8.0	670.6	0.45	ok
SLE_2	7.0	759.4	0.40	ok
SLE_3	9.4	568.2	0.53	ok
SLE_4	6.4	838.9	0.36	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 circolare di diametro 700 mm saldata alla base delle colonne e opportunamente irrigidita e da 12 tirafondi M24 in tondo di acciaio di classe 8.8, disposti come riportato nella seguente figura, ed ancorati alla fondazione in c.a.

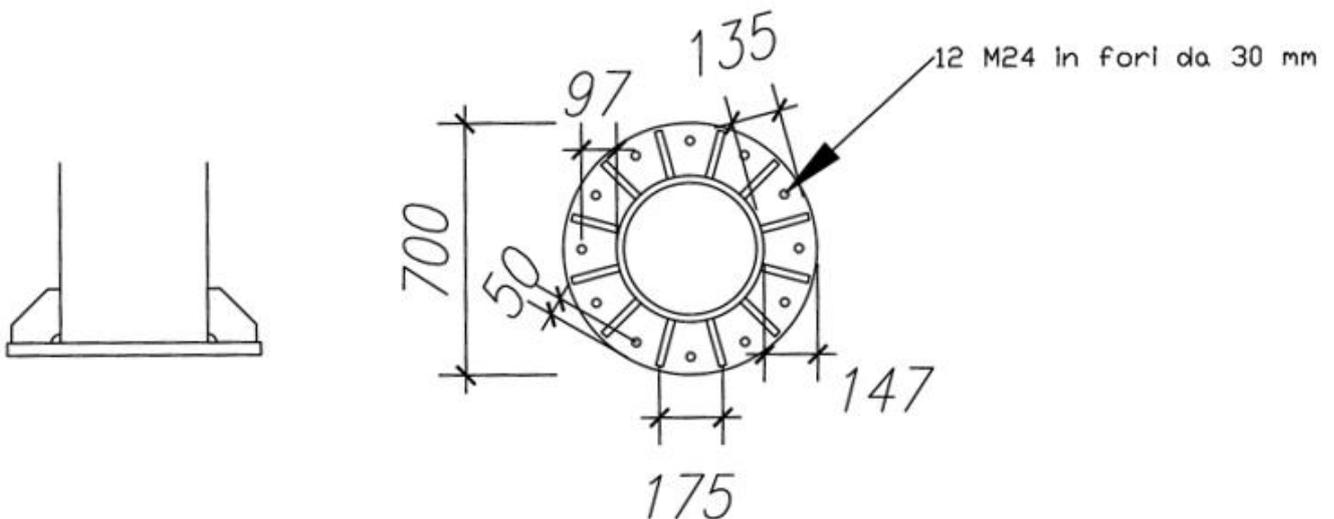


Figura 24: Vista in pianta della piastra di base

Si riportano di seguito le caratteristiche geometriche della piastra:

- piastra circolare di diametro 700 mm, spessore pari a 35 mm;
- costole d'irrigidimento: spessore pari a 20 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:

	P	V2	V3	T	M2	M3
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	-157.3	0.6	11.2	0.1	46.6	-13.5
SLU_2	-157.3	0.6	11.2	0.1	46.6	-13.5
SLU_3	-138.8	-0.2	18.7	0.0	77.7	-14.7
SLU_4	-134.5	-4.9	11.2	0.2	46.7	-32.2
SLU_5	-110.3	12.4	10.0	-0.2	94.3	34.9
SLU_6	-116.5	12.6	10.2	-0.2	85.2	35.3
SLU_7	-88.8	11.5	17.6	-0.3	120.8	33.4
SLU_8	-96.2	16.4	10.5	-0.3	76.1	51.1
SLV_1	-35.0	44.1	10.3	0.7	61.7	153.4
SLV_2	-52.1	16.5	32.6	2.0	201.1	51.5
SLV_3	-34.2	18.4	10.6	0.6	62.2	54.7
SLV_4	-102.4	-37.0	-10.3	-0.7	-61.6	-141.7
SLV_5	-85.2	-9.5	-32.6	-2.0	-201.0	-39.8
SLV_6	-103.1	-11.4	-10.6	-0.7	-62.2	-43.0

La verifica si esegue, considerando 12 tirafondi del tipo M24 classe 8.8 aventi le seguenti caratteristiche:

Diametro (d) [mm]	Passo filet. (P) [mm]	Area nom. (A) [mm ²]	Area res. (A _s) [mm ²]	Diametro (d) [mm]	Passo filet. (P) [mm]	Area nom. (A) [mm ²]	Area res. (A _s) [mm ²]
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	M24	3	452	353
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 25: 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^2 , si ottiene, per la combinazione più gravosa (SLV2):

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez.base_circolare

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

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno: 35 [cm]
 Raggio interno: _____ [cm]
 N° barre uguali: 12
 Diametro barre: 2.12 [cm]
 Copriferro (baric.): 5 [cm]

N° barre: 0 Zoom

Tipo Sezione

Rettan.re Trapezi
 a T Circolare
 Rettangoli Coord.

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

N _{Ed}	0	52.1	kN
M _{xEd}	0	201.1	kNm
M _{yEd}	0	51.5	

P.to applicazione N

Centro Baricentro cls
 Coord.[cm]

xN: 0
yN: 0

Metodo di calcolo

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

Materiali

tirafondo C25/30

ϵ_{su}	10 ‰	ϵ_{c2}	2 ‰
f_{yd}	640 N/mm ²	ϵ_{cu}	3.5 ‰
E_s	200'000 N/mm ²	f_{cd}	14.17
E_s/E_c	15	f_{cc}/f_{cd}	0.8
ϵ_{syd}	3.2 ‰	$\sigma_{c,adm}$	9.75
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm ²	τ_{co}	0.6
		τ_{c1}	1.829

σ_c : -8.668 N/mm²
 σ_s : 246.2 N/mm²
 ϵ_s : 1.231 ‰
 d: 64.06 cm
 x: 22.14 x/d: 0.3456
 δ : 0.872

Vertici: 50
 Verifica
 N° iterazioni: 4
 Precompresso

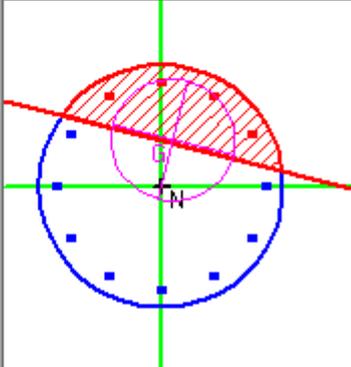


Figura 26: Output analisi VCA Slu con n=15 (max trazione barre)

Verifica C.A. S.L.U. - File: sez.base_circolare

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

Titolo : _____

Sezione circolare cava

Raggio esterno 35 [cm]
Raggio interno _____ [cm]
N° barre uguali 12
Diametro barre 2.12 [cm]
Coprifero (baric.) 5 [cm]

N° barre 0 Zoom

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

Sollecitazioni
S.L.U. Metodo n

N_{Ed} 0 52.1 kN
M_{xEd} 0 201.1 kNm
M_{yEd} 0 51.5

P.to applicazione N
 Centro Baricentro cls
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

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

Materiali

tirafondo C25/30

ϵ_{su} 10 ‰ ϵ_{c2} 2 ‰
 f_{yd} 640 N/mm² ϵ_{cu} 3.5 ‰
 E_s 200'000 N/mm² f_{cd} 14.17
 E_s/E_c 6.3 f_{cc}/f_{cd} 0.8 ?
 ϵ_{syd} 3.2 ‰ $\sigma_{c,adm}$ 9.75
 $\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm² τ_{co} 0.6
 τ_{c1} 1.829

σ_c -13.55 N/mm²
 σ_s 227.5 N/mm²
 ϵ_s 1.138 ‰
d 64.06 cm
x 17.48 x/d 0.2729
 δ 0.7811

Vertici: 50
Verifica
N° iterazioni: 5
 Precompresso

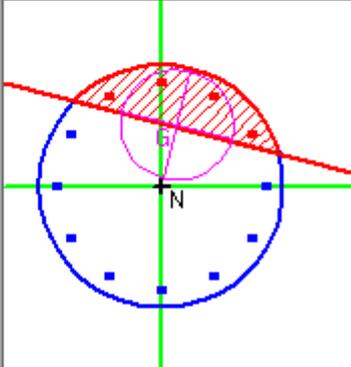


Figura 27: Output analisi VCA Slu con $n=Es/Ec$ (max compressione CLS)

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

$$\sigma_c = 13.55 \text{ N/mm}^2 \text{ (tensione massima di compressione nel calcestruzzo)}$$

$$\sigma_s = 246.2 \text{ N/mm}^2 \text{ (tensione massima nelle barre)}$$

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.

8.3.2 Verifica a trazione dei tirafondi

Lo sforzo normale agente è pari a:

$$N_{Ed} = A \sigma_s = 353\,246.2 \cdot 10^{-3} = 86.91 \text{ kN}$$

Lo sforzo resistente è pari al minimo valore tra:

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

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

Pertanto, la verifica si ritiene soddisfatta.

Calcolo lunghezza di ancoraggio dei tirafondi:

$$l_b = \frac{N_{Ed}}{\pi \phi f_{bd}} = \frac{86.91 \cdot 10^3}{\pi \cdot 24 \cdot 1.89} = 611 \text{ mm}$$

Si adotta pertanto una lunghezza di ancoraggio pari a 650 mm.

8.3.3 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:

$$\sigma_c = 13.55 \text{ N/mm}^2$$

mentre per il calcestruzzo C25/30 si ottiene:

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

Pertanto, la verifica si ritiene soddisfatta.

8.3.4 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, compresa tra due irrigidimenti, sottoposta a compressione e alla massima azione trasmessa dal tirafondo.



Si considera la piastra come trave doppiamente incastrata sulla luce massima tra due irrigidimenti, pari a 175 mm. L'assunzione risulta cautelativa in quanto si trascura la trasmissione degli sforzi nella direzione ortogonale, verso la sezione del tubolare.

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 13.55 MPa, e si determina pertanto un momento sollecitante per unità di larghezza:

$$M_{sd} = \frac{p L^2}{12} = \frac{13.55 * 175^2}{12} = 34'580 \text{ N mm/mm}$$

Pertanto, si verifica che:

$$W_{el} \geq \frac{M_{sd} \gamma_{M0}}{f_{yk}} = \frac{34'580 \cdot 1.05}{355} = 102.28 \text{ mm}^3$$

La sezione di calcolo di riferimento avente base 1 mm ed altezza 35 mm presenta un W_{el} pari a 204.17 mm³, pertanto la verifica si ritiene soddisfatta.

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

$$N_{Ed} = 86.91 \text{ kN}$$

si considera una diffusione del carico a 30° su metà della luce di calcolo pari a 175 mm, ottenendo pertanto una larghezza collaborante pari a:



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	105 di 132

$$B = 2 \frac{175}{2} \tan 30^\circ \approx 100 \text{ mm}$$

Dallo schema di trave doppiamente incastrata soggetta a un carico concentrato in mezzzeria si determina pertanto un momento sollecitante per unità di larghezza:

$$M_{sd} = \frac{N_{Ed} L}{8 B} = \frac{86.91 * 10^3 * 175}{8 * 100} = 19'011 \text{ N mm/mm}$$

Pertanto, si verifica che:

$$W_{el} \geq \frac{M_{sd} \gamma_{M0}}{f_{yk}} = \frac{19'011 * 1.05}{355} = 56.23 \text{ mm}^3$$

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

8.3.5 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.



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	106 di 132

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:

$$\frac{F_{v,Ed}}{F_{v,Rd}} + \frac{F_{t,Ed}}{1,4F_{t,Rd}} \leq 1,$$

La verifica a taglio è sintetizzata nella tabella seguente. Visti i fattori di utilizzo l'interazione tra trazione e taglio non è significativa.



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	107 di 132

f_{yb}	640	N/mm ²
f_{tb}	800	N/mm ²
ϕ	24	mm
A_{nom}	452	mm ²
A_{res}	353	mm ²
num	12	-

e1	50	mm
e2	100	mm
d0	30	mm
α	0.556	
k	2.5	

γ_{M0}	1.05	-
γ_{M2}	1.25	-
γ_c	1.5	-

Fv,Rd	135.55	KN
Fb,Rd	933.33	KN
Ft,Rd	203.33	KN
Bp,Rd	969.02	KN

Piastra S355

f_{yk}	355	N/mm ²
f_{tk}	510	N/mm ²
t	35	mm

	V_vettore	V_bullone	FV_ed/FV_Rd	FV_ed/Fb_Rd
Combo	KN	KN	-	-
SLU_1	11.2	0.94	0.007	0.001
SLU_2	11.2	0.94	0.007	0.001
SLU_3	18.7	1.56	0.012	0.002
SLU_4	12.3	1.02	0.008	0.001
SLU_5	15.9	1.33	0.010	0.001
SLU_6	16.3	1.36	0.010	0.001
SLU_7	21.0	1.75	0.013	0.002
SLU_8	19.4	1.62	0.012	0.002
SLV_1	45.3	3.77	0.028	0.004
SLV_2	36.5	3.04	0.022	0.003
SLV_3	21.2	1.77	0.013	0.002
SLV_4	38.4	3.20	0.024	0.003
SLV_5	33.9	2.83	0.021	0.003
SLV_6	15.5	1.29	0.010	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	γ [kN/m ³]	RMR	c' [kPa]	ϕ [°]	E [GPa]	K (m/s)
Riporto (R)	19	-	0	28	20 ⁻³	-
Calcarei (C)	20.6	44	200	26	10	10 ⁻⁷

Legenda della tabella sopra riportata:

- γ = Peso di volume del terreno [kN/m³];
- RMR = rock mass rating [-];
- c' = Coesione efficace [kPa];
- ϕ ' = Angolo di resistenza al taglio [°];
- E' = Modulo di deformazione [MPa];
- K =conducibilità idraulica [m/s].

Per l'opera in progetto le fondazioni saranno realizzate mediantei plinti di spessore pari a 1.20m, sostenuti da micropali ϕ 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 ϕ 250 di lunghezza pari a 10m ed armati con profilati metallici tubolari ϕ 168.3x6.3 mm. Uno schema della fondazione è riportato a seguire.

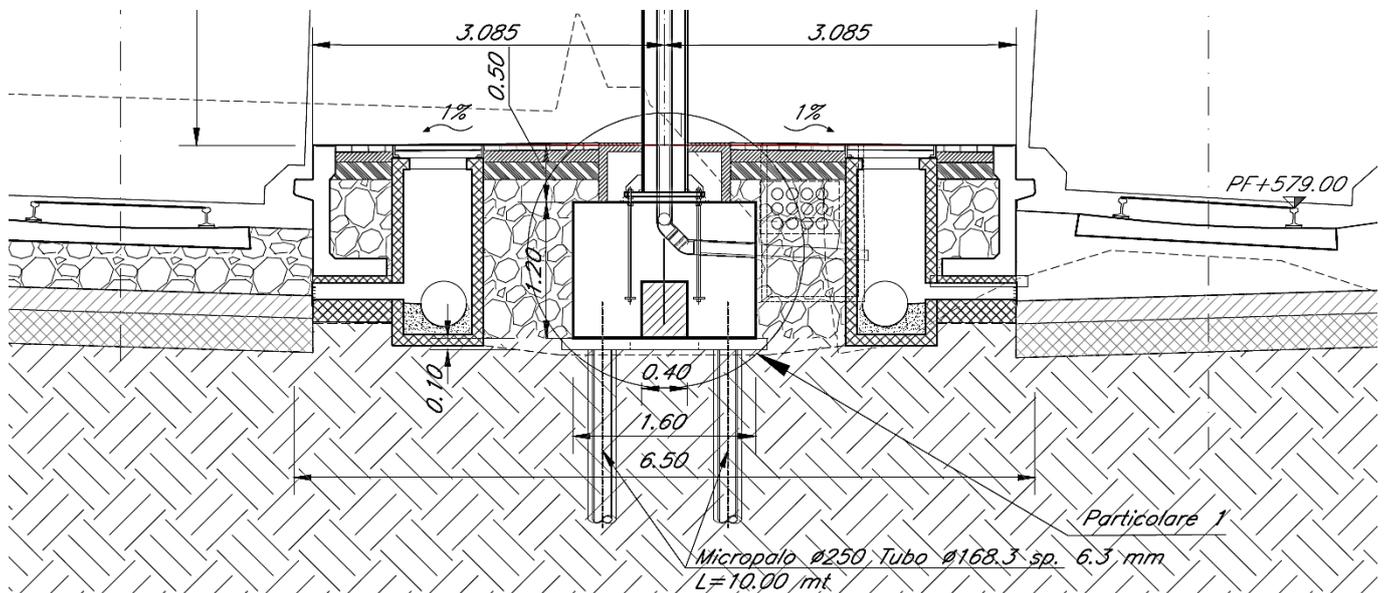
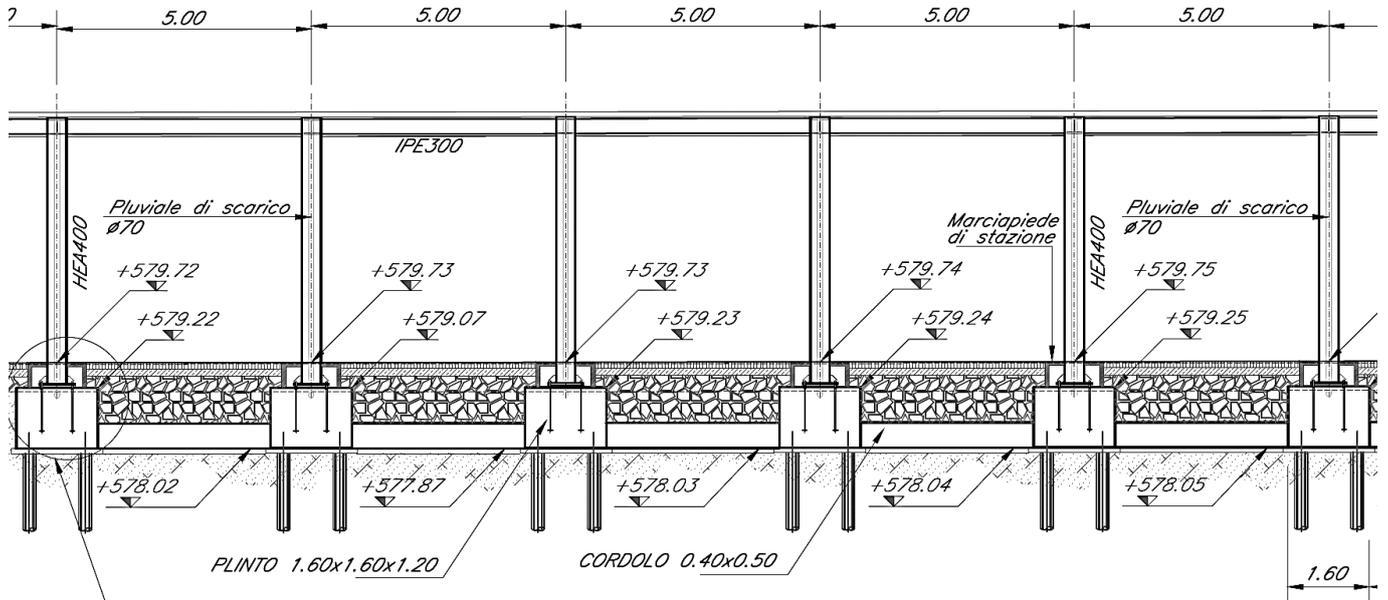


Figura 28: Schema fondazione

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.

Azioni base pilastro

	P	V2	V3	T	M2	M3
Combo	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m
SLU_1	-157.3	0.6	11.2	0.1	46.6	-13.5
SLU_2	-157.3	0.6	11.2	0.1	46.6	-13.5
SLU_3	-138.8	-0.2	18.7	0.0	77.7	-14.7
SLU_4	-134.5	-4.9	11.2	0.2	46.7	-32.2
SLU_5	-110.3	12.4	10.0	-0.2	94.3	34.9
SLU_6	-116.5	12.6	10.2	-0.2	85.2	35.3
SLU_7	-88.8	11.5	17.6	-0.3	120.8	33.4
SLU_8	-96.2	16.4	10.5	-0.3	76.1	51.1
SLV_1	-35.0	44.1	10.3	0.7	61.7	153.4
SLV_2	-52.1	16.5	32.6	2.0	201.1	51.5
SLV_3	-34.2	18.4	10.6	0.6	62.2	54.7
SLV_4	-102.4	-37.0	-10.3	-0.7	-61.6	-141.7
SLV_5	-85.2	-9.5	-32.6	-2.0	-201.0	-39.8
SLV_6	-103.1	-11.4	-10.6	-0.7	-62.2	-43.0

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
γ cls	25	kN/m ³
γ G1	1.3	
peso plinto	99.84	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	257.1	60.1	-12.8	0.6	11.2
SLU_2	257.1	60.1	-12.8	0.6	11.2
SLU_3	238.6	100.2	-14.9	-0.2	18.7
SLU_4	234.3	60.2	-38.1	-4.9	11.2
SLU_5	210.2	106.3	49.8	12.4	10.0
SLU_6	216.3	97.5	50.5	12.6	10.2
SLU_7	188.6	142.0	47.2	11.5	17.6
SLU_8	196.1	88.6	70.8	16.4	10.5
SLV_1	126.1	79.9	225.8	76.6	20.1
SLV_2	143.3	259.7	77.2	26.3	65.1
SLV_3	105.2	80.7	82.7	28.2	20.3
SLV_4	210.9	-79.9	-205.6	-69.6	-20.1
SLV_5	193.7	-259.7	-57.0	-19.2	-65.1
SLV_6	231.8	-80.7	-62.5	-21.1	-20.3

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	93.9	34.7	2.8
SLU_2	93.9	34.7	2.8
SLU_3	112.9	6.4	4.7
SLU_4	72.4	44.8	3.1
SLU_5	150.1	-45.0	4.0
SLU_6	146.6	-38.4	4.1
SLU_7	165.4	-71.1	5.3
SLU_8	148.6	-50.6	4.9
SLV_1	222.6	-159.5	19.8
SLV_2	246.4	-174.7	17.6
SLV_3	128.4	-75.8	8.7
SLV_4	-125.7	231.2	18.1
SLV_5	-149.5	246.4	17.0
SLV_6	-31.5	147.4	7.3

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 γ_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}	γ_{cu}	1,0	1,4
Peso dell'unità di volume	γ_γ	γ_γ	1,0	1,0

Tab. 6.4.II – Coefficienti parziali γ_R da applicare alle resistenze caratteristiche a carico verticale dei pali

Resistenza	Simbolo	Pali infissi	Pali trivellati	Pali ad elica continua
	γ_R	(R3)	(R3)	(R3)
Base	γ_b	1,15	1,35	1,3
Laterale in compressione	γ_s	1,15	1,15	1,15
Totale (*)	γ	1,15	1,30	1,25
Laterale in trazione	γ_{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 ξ per la determinazione della resistenza caratteristica in funzione del numero di verticali indagate

Numero di verticali indagate	1	2	3	4	5	7	≥ 10
ξ_3	1,70	1,65	1,60	1,55	1,50	1,45	1,40
ξ_4	1,70	1,55	1,48	1,42	1,34	1,28	1,21

Si riporta a seguire una sintesi delle verifiche del micropalo nelle condizioni di massimo sforzo normale, minimo sforzo normale e massimo taglio.

9.1.1 Verifica in condizione di massimo sforzo normale

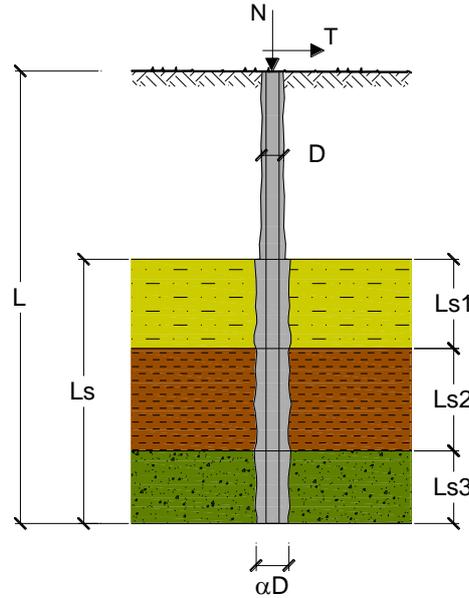
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: Pensilina Cisternazzi

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	246.40		246.40
T (kN)	17.60		17.60



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale	
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$
			γ_G	γ_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	≥ 10	DM88	prog.
ξ_s	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_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	HEM200	$\emptyset 168,3 \times 6,3$	

Ø168,3 x 6,3

Area dell'armatura (A _{arm}):	3206	(mm ²)
Momento di inerzia della sezione di armatura (J _{arm}):	1.053E+07	(mm ⁴)
Modulo di resistenza della sezione di armatura (W _{arm}):	125'184	(mm ³)
Tipo di acciaio	<input type="text" value="S 355 (Fe 510)"/>	
Tensione di snervamento dell'acciaio (f _y):	355	(N/mm ²)
Coefficiente Parziale Acciaio γ _M	1.05	
Tensione ammissibile dell'acciaio (σ _{im}):	338	(N/mm ²)
Modulo di elasticità dell'acciaio (E _{arm}):	210'000	(N/mm ²)

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k):	20.0	(MN/m ³)
------------------------	------	----------------------

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * l_{s_i}$$

Tipo di Terreno	Spessore l _{s_i} (m)	α (-)	Ds _i = α * D (m)	s _i media (MPa)	s _i minima (MPa)	s _i calcolo (MPa)	Q _{si} (kN)
calcarei	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

$$Ls = 6.00 \quad (m) \quad Ql = 795.44 \quad (kN)$$

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta * Ql \quad (\text{consigliato } 10-15\%)$$

$$\% Punta = 15\% \quad Qp = 119.32 \quad (kN)$$

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + Ql$$

$$Qlim = 914.76 \quad (kN)$$

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$$Fs = 3.71$$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	115 di 132

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): 3.37 (N/mm²)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$ $\eta = Pk / N$ (consigliato $\eta > 10$)

$Pk = 5457.55$ (MN) $\eta = 22.15$

VERIFICA ALLE FORZE ORIZZONTALI

Momento massimo per carichi orizzontali (M):
(ipotesi di palo con testa impedita di ruotare)

$$M = T / (2 \cdot b)$$

$$b = 4 \sqrt{\frac{k \cdot D}{4 \cdot E_{arm} \cdot J_{arm}}}$$

$b = 0.867$ (1/m)

Momento Massimo (M):

$M = 10.15$ (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 157.93$ (N/mm²) $\sigma_{min} = -4.23$ (N/mm²)

$\tau = 10.98$ (N/mm²)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 159.07$ (N/mm²) **verifica soddisfatta**



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	116 di 132

9.1.2 Verifica in condizione di minimo sforzo normale

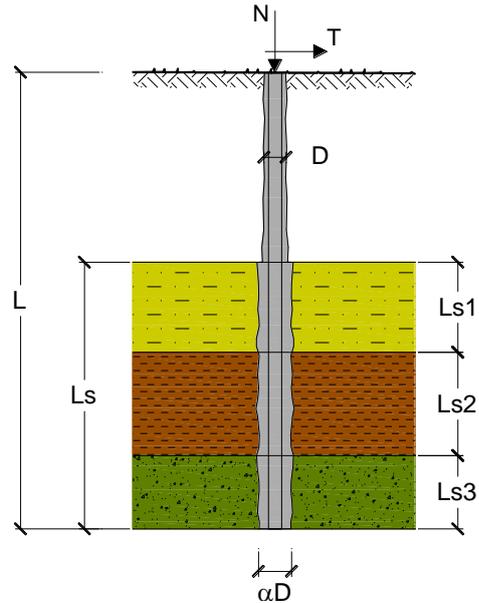
CAPACITA' PORTANTE DI UN MICROPALO

OPERA: Pensilina Cisternazzi

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	-174.70		-174.70
T (kN)	17.60		17.60



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_s	γ_s traz	
			γ_G	γ_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	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.15	1.25

n	<input checked="" type="radio"/> 1	<input type="radio"/> 2	<input type="radio"/> 3	<input type="radio"/> 4	<input type="radio"/> 5	<input type="radio"/> 7	<input type="radio"/> ≥ 10	DM88	prog.
ξ_s	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_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	ø168,3 x 6,3	

Ø168,3 x 6,3

Area dell'armatura (A _{arm}):	3206	(mm ²)
Momento di inerzia della sezione di armatura (J _{arm}):	1.053E+07	(mm ⁴)
Modulo di resistenza della sezione di armatura (W _{arm}):	125'184	(mm ³)
Tipo di acciaio	<input type="text" value="S 355 (Fe 510)"/>	
Tensione di snervamento dell'acciaio (f _y):	355	(N/mm ²)
Coefficiente Parziale Acciaio γ _M	1.05	
Tensione ammissibile dell'acciaio (σ _{im}):	338	(N/mm ²)
Modulo di elasticità dell'acciaio (E _{arm}):	210'000	(N/mm ²)

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k):	20.0	(MN/m ³)
------------------------	------	----------------------

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * l_{s_i}$$

Tipo di Terreno	Spessore l _{s_i} (m)	α (-)	Ds _i = α * D (m)	s _i media (MPa)	s _i minima (MPa)	s _i calcolo (MPa)	Q _{si} (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

$$Ls = 6.00 \text{ (m)} \quad Ql = 731.81 \text{ (kN)}$$

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta * Ql \quad (\text{consigliato } 10-15\%)$$

$$\% \text{ Punta } 15\% \quad Qp = 0.00 \text{ (kN)}$$

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + Ql$$

$$Qlim = 731.81 \text{ (kN)}$$

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$$Fs = 4.19$$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	119 di 132

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): **3.37 (N/mm²)**

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$ $\eta = Pk / N$ (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):

$M = 10.15$ (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 26.59$ (N/mm²) $\sigma_{min} = -135.57$ (N/mm²)

$\tau = 10.98$ (N/mm²)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

$\sigma_{id} = 136.89$ (N/mm²) **verifica soddisfatta**



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	120 di 132

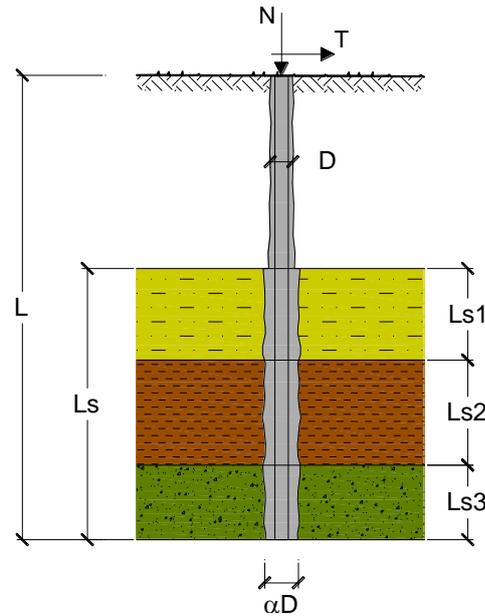
9.1.3 Verifica in condizione di massimo taglio

OPERA: [Pensilina Cisternazzi](#)

DATI DI INPUT:

Sollecitazioni Agenti:

	Permanenti	Temporanee	Calcolo
N (kN)	222.60		222.60
T (kN)	19.80		19.80



coefficienti parziali			azioni		resistenza laterale		
Metodo di calcolo			permanenti	variabili	γ_s	$\gamma_{s\text{traz}}$	
			γ_G	γ_Q			
SUD	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	
definiti dal progettista			<input checked="" type="radio"/>	1.00	1.00	1.15	1.25

n	<input checked="" type="radio"/>	<input type="radio"/>	DM88	prog.					
ξ_3	1.70	1.65	1.60	1.55	1.50	1.45	1.40	1.00	1.00
ξ_4	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	HEM200	ø168,3 x 6,3	

Ø168,3 x 6,3

Area dell'armatura (A _{arm}):	3206	(mm ²)
Momento di inerzia della sezione di armatura (J _{arm}):	1.053E+07	(mm ⁴)
Modulo di resistenza della sezione di armatura (W _{arm}):	125'184	(mm ³)
Tipo di acciaio	<input type="text" value="S 355 (Fe 510)"/>	
Tensione di snervamento dell'acciaio (f _y):	355	(N/mm ²)
Coefficiente Parziale Acciaio γ _M	1.05	
Tensione ammissibile dell'acciaio (σ _{im}):	338	(N/mm ²)
Modulo di elasticità dell'acciaio (E _{arm}):	210'000	(N/mm ²)

Coefficiente di Reazione Laterale:

Coeff. di Winkler (k):	20.0	(MN/m ³)
------------------------	------	----------------------

CAPACITA' PORTANTE ESTERNA

Capacità portante di fusto

$$Ql = \sum_i \pi * Ds_i * s_i * l_{s_i}$$

Tipo di Terreno	Spessore l _{s_i} (m)	α (-)	Ds _i = α * D (m)	s _i media (MPa)	s _i minima (MPa)	s _i calcolo (MPa)	Q _{si} (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

$$Ls = 6.00 \quad (m) \quad Ql = 795.44 \quad (kN)$$

Capacità portante di punta

$$Qp = \%Punta * Ql \quad (\text{consigliato } 10-15\%)$$

$$\% Punta = 15\% \quad Qp = 119.32 \quad (kN)$$

CARICO LIMITE DEL MICROPALO

$$Qlim = Qb + Ql$$

$$Qlim = 914.76 \quad (kN)$$

COEFFICIENTE DI SICUREZZA

$$Fs = Qlim / N \quad (Fs > 1)$$

$$Fs = 4.11$$



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	123 di 132

CAPACITA' PORTANTE PER INSTABILITA' DELL'EQUILIBRIO ELASTICO

Reaz. Laterale per unità di lunghezza e di spostam. (β) ($\beta = k \cdot D_{arm}$): 3.37 (N/mm²)

$Pk = 2 \cdot (\beta \cdot E_{arm} \cdot J_{arm})^{0.5}$ $\eta = Pk / N$ (consigliato $\eta > 10$)

$Pk = 5457.55$ (MN) $\eta = 24.52$

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):

$M = 11.42$ (kN m)

VERIFICHE STRUTTURALI DEL MICROPALO

Acciaio S 355 (Fe 510)

Tensioni nel singolo micropalo

$$\sigma = N/A_{arm} \pm M/W_{arm}$$

$$\tau = 2 \cdot T/A_{arm}$$

$\sigma_{max} = 160.64$ (N/mm²) $\sigma_{min} = -21.79$ (N/mm²)

$\tau = 12.35$ (N/mm²)

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \tau^2)^{0.5}$$

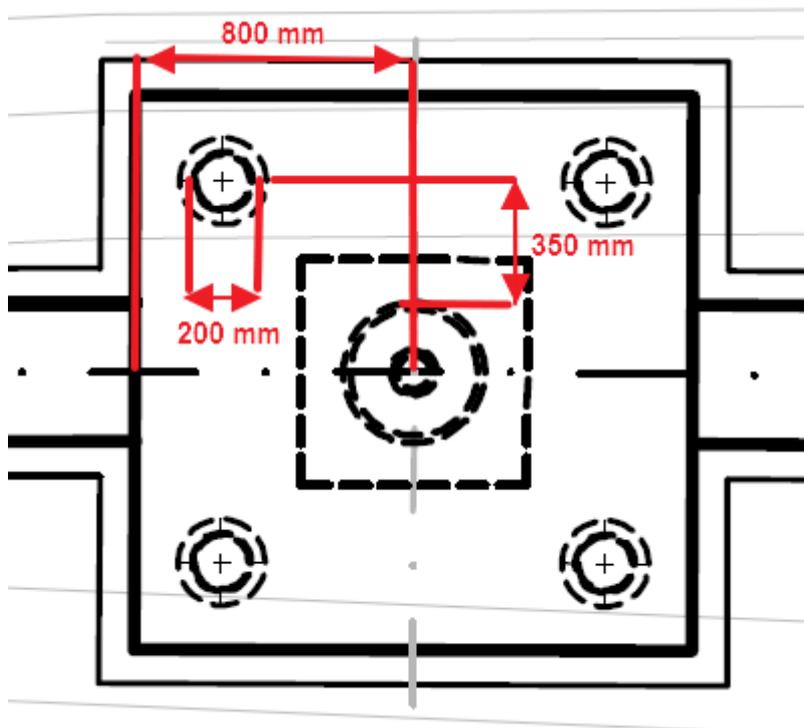
$\sigma_{id} = 162.06$ (N/mm²) **verifica soddisfatta**

9.2 Verifica del plinto di fondazione

Si effettua la verifica del plinto di fondazione secondo quanto previsto in NTC18 [§ 4.1.2.3.7] che per elementi tozzi prevede modelli tirante-puntone: i tiranti sono costituiti dall'armatura tesa, mentre i puntoni dal calcestruzzo compresso. Nel caso in esame le forze concentrate sono rappresentate dalle massime reazioni verticali e orizzontali trasmesse dai micropali di fondazione al plinto, come riassunto nella tabella seguente.

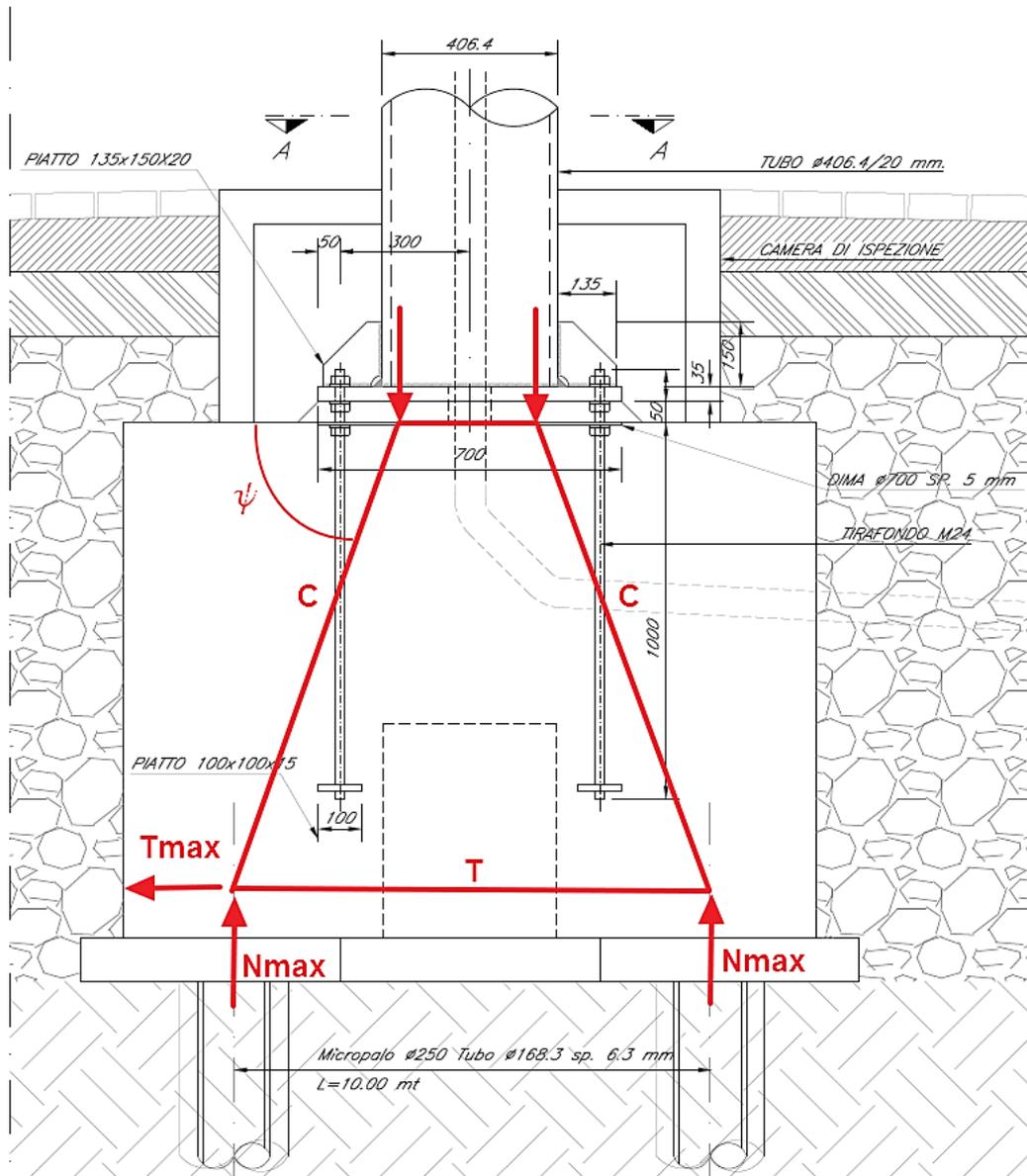
Npmax	246.4	KN	compressione
Npmin	-174.7	KN	trazione
Tpmax	19.8	KN	taglio

Il gli schemi di calcolo tirante-puntone considerati sono diversi nei due casi di palo compresso e palo in trazione, come riportato nel seguito. La luce ideale della mensola tozza, misurata nelle due direzioni ortogonali, corrisponde alla distanza tra l'asse del micropalo appartenente alla fila più esterna ed il filo della colonna in acciaio che insiste sul plinto stesso (350 mm). La disposizione delle armature deve tener conto dell'ingombro del micropalo inserito nel plinto di fondazione: viene pertanto verificata la striscia di influenza di un micropalo al netto dell'ingombro del profilato metallico (valutato cautelativamente in 200 mm). La larghezza utile della mensola tozza risulta pertanto $B = (800\text{mm} - D_{\text{profilato}}) = 600\text{ mm}$, come illustrato nella figura seguente.



Palo Compresso

Ai fini della valutazione del braccio delle forze interne, l'asse delle armature costituenti il tirante è stato considerato ad una distanza di 76 mm dall'intradosso del plinto, considerando il copriferro netto di 40 mm e l'ingombro di staffe e strato di armatura ortogonale.



Si dispongono all'intradosso armature $\varnothing 16/200$ mm nelle due direzioni ortogonali. La verifica del meccanismo tirante puntone è riportata nel seguito.

DATI DI INPUT

Tipo Acciaio	B450C	$f_{yk} = 450$ Mpa
Classe Calcestruzzo	25/30	$R_{ck} = 30$ Mpa

1) Resistenze materiali

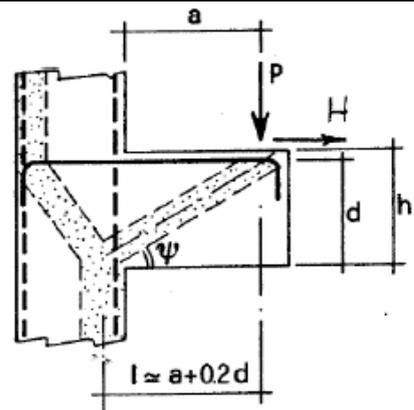
Resistenza compressione cilindrica	f_{ck}	24.9	Mpa
Resistenza di calcolo cls	f_{cd}	14.1	Mpa
Resistenza di calcolo acciaio	f_{yd}	391.3	Mpa

2) Carichi agenti

Carico verticale	P_{Ed}	246.4	KN
Carico orizzontale	H_{Ed}	19.8	KN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	h_c	1200	mm
Lunghezza della mensola	l_c	600	mm
Distanza di applicazione carico	a	350	mm
Profondità mensola	b	600	mm
Ricoprimento cls tirante	c_{op}	70	mm
Altezza utile tirante superiore	d	1130	mm
Braccio delle forze interne ($= 0.9 \cdot d$)	z	1017	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	576	mm
Inclinazione puntone	ψ	1.055	rad
$ctg \psi$	λ	0.566	



RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante

Sforzo di trazione nel tirante	F_t	159	KN
Armatura necessaria	$A_{s,nec}$	407	mm ²
Forza verticale agente	V_{Ed}	246	KN

Diametro dell'armatura principale	ϕ	16	
Numero di barre	n°	4	
	A_s	804	mm ²

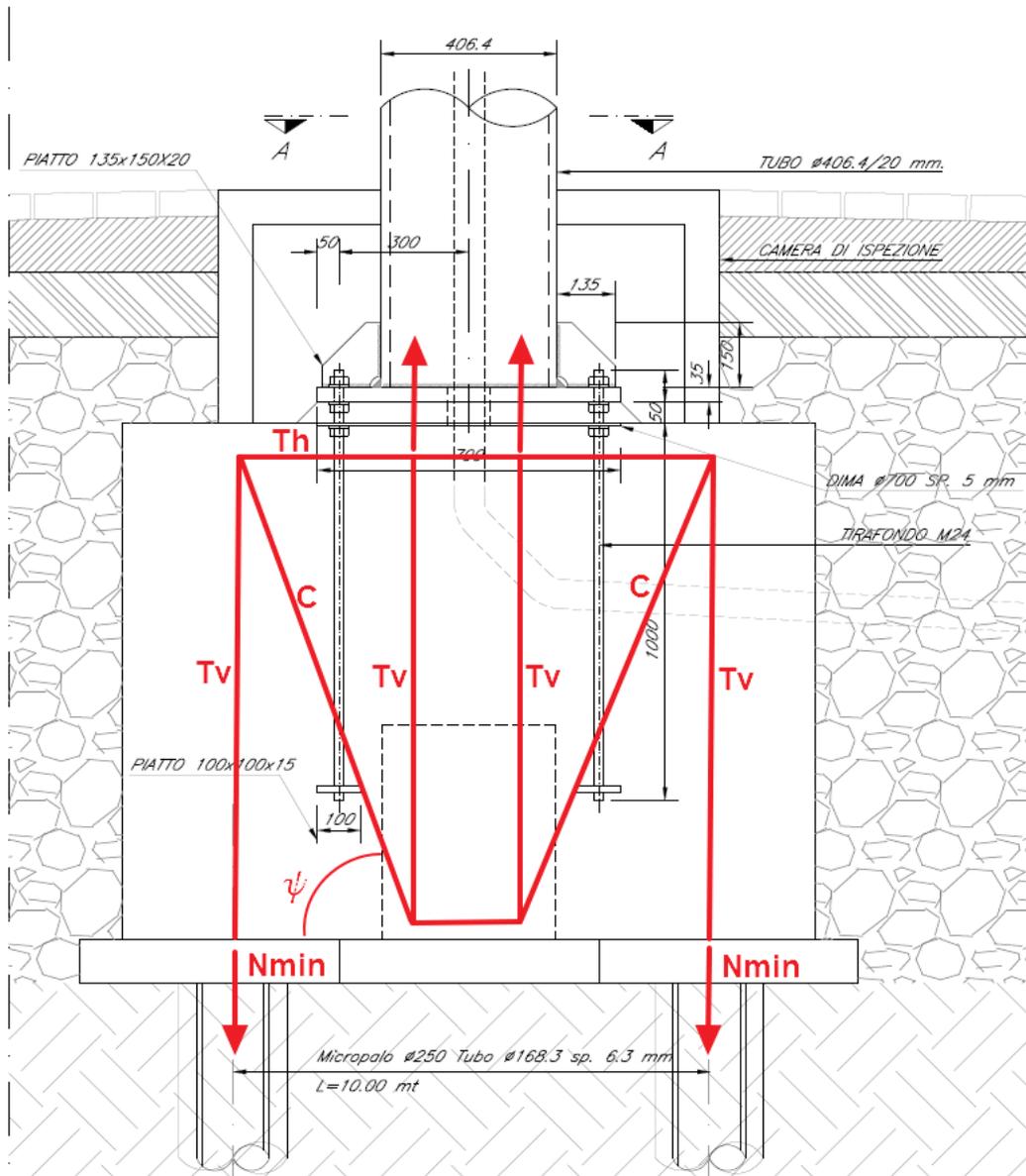
Resistenza tirante	P_{Rs}	521	KN
Coefficiente di sicurezza	F_s	2.11	OK

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di Staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	P_{Rc}	4346	KN
Gerarchia delle resistenze	$P_{Rc} > P_{Rs} ?$	SI	

Palo in trazione

Ai fini della valutazione del braccio delle forze interne, l'asse delle armature costituenti il tirante superiore è stato considerato ad una distanza di 76 mm dall'estradosso del pinto, considerando il copriferro netto di 40 mm e l'ingombro di staffe e strato di armatura ortogonale.



Si dispongono all'estradosso armature $\varnothing 16/200$ mm nelle due direzioni ortogonali. Risulta inoltre necessaria un'armatura verticale costituita da legature $\varnothing 16/400 \times 200$ mm (da disporsi opportunamente alternate) per trasferire lo sforzo trasmesso dai pali dall'intradosso all'estradosso del pinto.



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	128 di 132

La verifica del meccanismo tirante puntone è riportata nel seguito.

DATI DI INPUT

Tipo Acciaio	B450C	$f_{yk} = 450$ Mpa
Classe Calcestruzzo	25/30	$R_{ck} = 30$ Mpa

1) Resistenze materiali

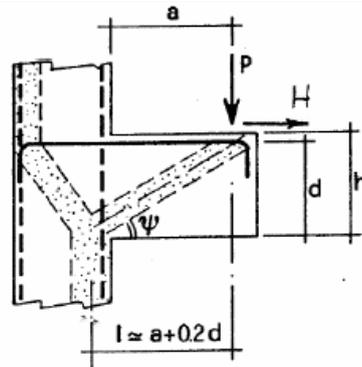
Resistenza compressione cilindrica	f_{ck}	24.9	Mpa
Resistenza di calcolo cls	f_{cd}	14.1	Mpa
Resistenza di calcolo acciaio	f_{yd}	391.3	Mpa

2) Carichi agenti

Carico verticale	P_{Ed}	174.7	KN
Carico orizzontale	H_{Ed}	19.8	KN

3) Geometria della mensola

Altezza mensola	h_c	1200	mm
Lunghezza della mensola	l_c	600	mm
Distanza di applicazione carico	a	350	mm
Profondità mensola	b	600	mm
Ricoprimento cls tirante	c_{op}	70	mm
Altezza utile tirante superiore	d	1130	mm
Braccio delle forze interne ($= 0.9 \cdot d$)	z	1017	mm
Proiezione orizzontale del puntone	l	576	mm
Inclinazione puntone	ψ	1.055	rad
$ctg \psi$	λ	0.566	



RESISTENZE E VERIFICHE

1) Tirante orizzontale

Sforzo di trazione nel tirante	F_t	119	KN
Armatura necessaria	$A_{s,nec}$	303	mm ²
Forza verticale agente	V_{Ed}	175	KN

Diametro dell'armatura principale	ϕ	16
Numero di barre	n°	4
	A_s	804 mm ²

Resistenza tirante	P_{Rs}	521	KN
Coefficiente di sicurezza	F_s	2.98	OK

2) Puntone e G.d.R.

In presenza di Staffe $c=1.5$, altrimenti $c=1$	c	1.5	
Resistenza puntone	P_{Rc}	4346	KN
Gerarchia delle resistenze	$P_{Rc} > P_{Rs} ?$		SI

3) Tirante verticale

Sforzo di trazione nel tirante	F_t	174.7	KN
Armatura necessaria	$A_{s,nec}$	446	mm ²

Diametro dell'armatura principale	ϕ	16
Numero di barre	n°	4
	A_s	804 mm ²

Coefficiente di sicurezza	F_s	1.80	OK
---------------------------	-------	------	-----------

9.3 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):

$$N_{sd} = N(G1+G2) + N(pp \text{ plinto}) = 68.9 \text{ kN} + 76.8 \text{ kN} = 145.70 \text{ kN}$$

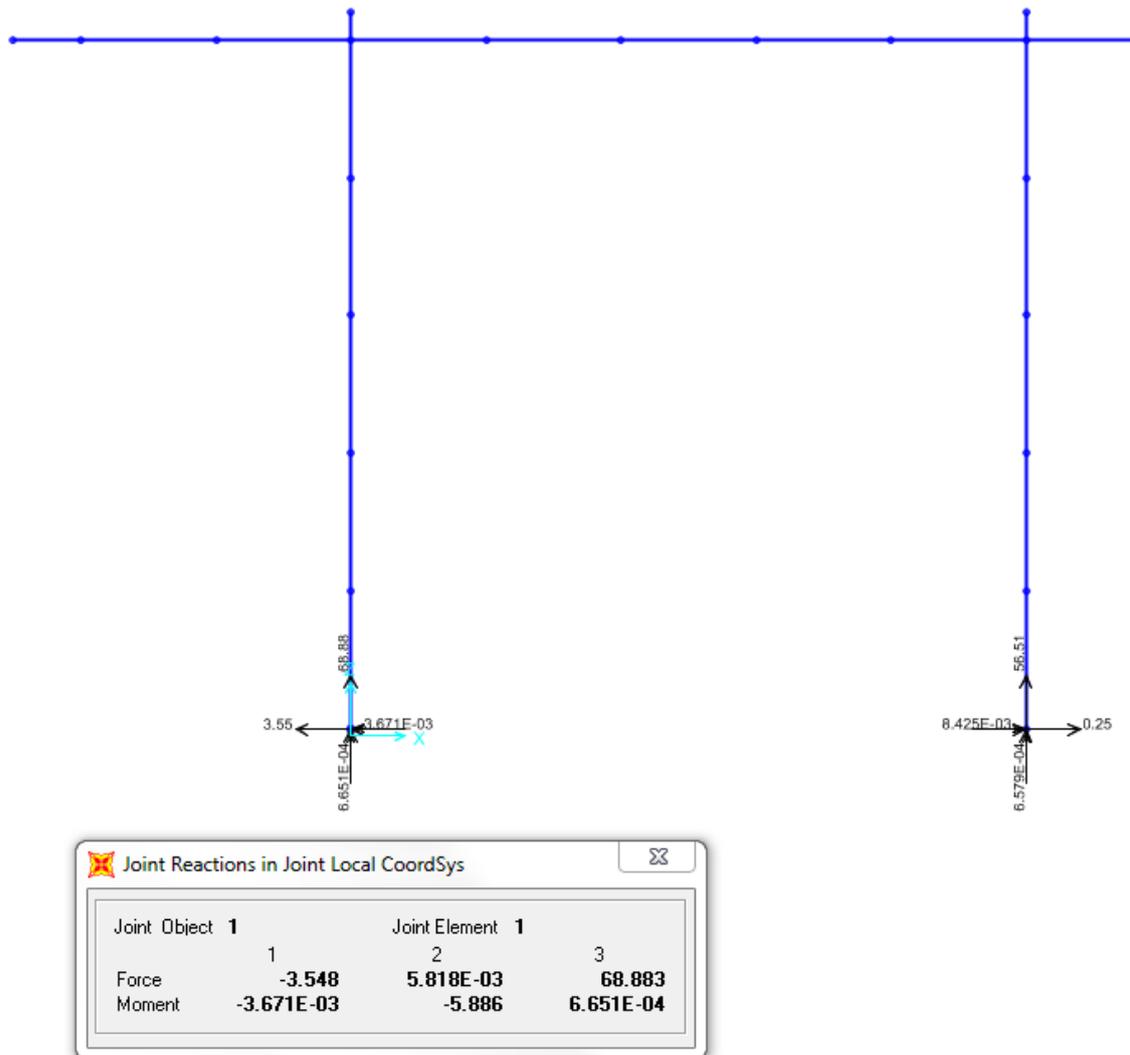


Figura 29: Reazioni alla base (G1+G2)

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.



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	131 di 132

Dati

Accelerazione massima locale (su suolo in piano di tipo A)	a_g	0.236*g
Fattore di amplificazione spettrale massima	F_0	2.346
Categoria suolo		B
coef. di amplificazione stratigrafica	S_s	1.179
Coef. di amplificazione topografica	S_T	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_i	16.0mm
Numero di barre di armatura longitudinale	n	4
Area della sezione di calcestruzzo	A_c	2000.00cm ²
Area totale armatura nella sezione della trave	A_{stot}	8.04cm ²
Classe di resistenza del calcestruzzo	R_{ck}	30.00MPa
Tensione di progetto a compressione del cls	f_{cd}	14.11MPa
Tensione di progetto a compressione dell'acciaio	f_{yd}	391.30MPa
Valore medio forze verticali negli elementi sui plinti collegati	N_{sd}	145.70kN

Risultati

Accelerazione orizzontale massima attesa al sito	$a_{max} = a_g S$	0.278*g
Forza assiale nella trave di collegamento N_{Ed}	$0.3N_{sd} a_{max} / g$	12.16kN
Forza assiale di resistenza a compressione N_{Rc}	$0,8A_c f_{cd} + A_{stot} f_{yd}$	2572.30kN
Forza assiale di resistenza a trazione della trave N_{Rt}	$A_{stot} f_{yd}$	314.70kN

Verifiche

Verifica per trave compressa	$N_{Rc} > N_{Ed}$	2572.3 > 12.16
Verifica per trave tesa	$N_{Rt} > N_{Ed}$	314.7 > 12.16
VERIFICATO		

Controllo snellezza

lunghezza netta della trave	l	340.0cm
coefficiente per il calcolo della lunghezza libera di inflessione	β	0.500
coefficiente C per calcolo della snellezza limite ($0,7 \leq C \leq 2,7$)	C	0.700



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

FV01- STAZIONE CISTERNAZZI / OSPEDALE - Pensilina di banchina - Relazione di calcolo fondazioni e elevazioni

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3Y	1B	D 10 RH	FV 01 0C 001	A	132 di 132

lunghezza libera di inflessione della trave di collegamento

$$l_0 = \beta l$$

170.0cm

raggio di inerzia minimo della sezione della trave

$$i = \sqrt{J_{\min}/A_c}$$

11.5cm

snellezza della trave:

$$\lambda = l_0 / i$$

14.72

snellezza limite $\lambda_{\lim} = 15,4 C / \sqrt{N_{ed}/(A_c f_{cd})}$ (4.1.33)

$$\lambda_{\lim} = 15,4 C / \sqrt{v}$$

164.24

Gli effetti di instabilità possono essere trascurati se

$$\lambda < \lambda_{\lim}$$

14.72 < 164.24

VERIFICATO