

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. OPERE CIVILI E GESTIONE DELLE VARIANTI

PROGETTO DEFINITIVO

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 2

Bretella CT-SR e Fascio A-P di prima fase e Collegamento Fascio A-P-Interporto - OPERE CIVILI
Ponti Ferroviari - VI03 Ponte su Buttaceto Collegamento Interporto Fascio A/P km 0+550 - Relazione di calcolo Spalle

SCALA:

-

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

RS3H 02 D 09 CL VI0300 003 A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autore	Autozzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Febbraio 2020	A.Ferri	Febbraio 2020	S.Vanfiori	Febbraio 2020	Angela Vittozzi	Febbraio 2020

ITALFERR S.p.A.
U.O. Opere Civili e Gestione delle varianti
Dot. Ing. Angela Vittozzi
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma
N° A.20783

File: RS3H.0.2.D.09.CL.VI.03.0.0.003.A

Elaborazione:

INDICE

1	PREMESSA	4
1.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA	4
1.1.1	<i>Aspetti legati alle opere di fondazione</i>	<i>4</i>
2	RIFERIMENTI NORMATIVI	6
3	MATERIALI	7
3.1	VERIFICA S.L.E.	8
3.1.1	<i>Verifiche alle tensioni.....</i>	<i>8</i>
3.1.2	<i>Verifiche a fessurazione</i>	<i>8</i>
4	ANALISI E VERIFICHE SPALLA	10
4.1	GENERALITÀ	10
4.2	MODELLI A MENSOLA PER LA VERIFICA DELLE SPALLE.....	10
4.3	CONDIZIONI ELEMENTARI E COMBINAZIONI DI CARICO	10
4.4	SISTEMI DI RIFERIMENTO ED UNITÀ DI MISURA	14
4.5	GEOMETRIA DELLA SPALLA	15
4.6	ANALISI DEI CARICHI.....	18
4.6.1	<i>Peso proprio elementi strutturali</i>	<i>18</i>
4.6.2	<i>Carichi trasmessi dall'impalcato</i>	<i>18</i>
4.6.3	<i>Azione del Vento.....</i>	<i>19</i>
4.6.4	<i>Carichi da traffico verticali.....</i>	<i>20</i>
4.6.5	<i>Effetti dinamici</i>	<i>21</i>
4.6.6	<i>Carichi da traffico orizzontali</i>	<i>21</i>
4.6.7	<i>Spinta statica del terrapieno.....</i>	<i>22</i>
4.6.8	<i>Sovraccarico sul terrapieno</i>	<i>23</i>
4.6.9	<i>Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche.....</i>	<i>23</i>
4.6.10	<i>Azione sismica</i>	<i>24</i>

4.6.11	<i>Incremento di spinta del terrapieno</i>	30
4.6.12	<i>Inerzie strutturali</i>	30
4.6.13	<i>Calcolo delle sollecitazioni in testa pali</i>	30
4.6.14	<i>Riepilogo risultati</i>	31
4.7	SOLLECITAZIONI	36
4.7.1	<i>Muro paraghiaia</i>	36
4.7.2	<i>Muro frontale</i>	38
4.7.3	<i>Plinto di fondazione</i>	40
4.8	PALI DI FONDAZIONE	42
4.9	VERIFICHE DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI	43
4.9.1	<i>Paraghiaia</i>	46
4.9.2	<i>Muro frontale</i>	51
4.9.3	<i>Soletta</i>	58
4.9.4	<i>Zattera di fondazione</i>	63
4.9.5	<i>Palo di fondazione</i>	65
4.9.6	<i>Muro posteriore</i>	70

1 PREMESSA

La presente relazione ha per oggetto il dimensionamento e le verifiche di resistenza secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) di una delle spalle del viadotto ferroviario VI03 della nuova bretella ferroviaria di collegamento tra la linea Catania-Siracusa ed il terminal Merci Bicocca, viadotto ferroviario previsto nell'ambito del progetto definitivo del Nodo di Catania. In particolare si tratterà la spalla A che presenta l'altezza del paramento maggiore e l'ipotesi di appoggi "fissi" dell'impalcato.

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate secondo il DM 17 gennaio 2018.

1.1 Descrizione dell'opera

Il viadotto VI03 attraversa il torrente Buttaceto con un'altezza del p.f. rispetto al terreno di circa 6.50m.

Il viadotto è previsto a doppio binario dal km 0+505.38 (asse giunto spalla A) al km 0+583.40 per uno sviluppo complessivo di 79.40m ed è costituito da un'unica campata isostatica di luce teorica 78.00m.

Per poter rispettare il franco idraulico è stata utilizzata una campata in acciaio a via inferiore ad attacco diretto. Le spalle sono realizzate in c.a. gettato in opera.

La campata è realizzata con struttura in acciaio a via inferiore ad attacco diretto, è del tipo "a maglia triangolare" a via inferiore chiusa superiormente con altezza baricentrica pari a 9.50 m, interasse delle pareti di 10.30 m. Gli apparecchi d'appoggio saranno del tipo ad acciaio-teflon.

1.1.1 Aspetti legati alle opere di fondazione

Le fondazioni sono realizzate con strutture scatolari su pali di grande diametro, e per la realizzazione degli scavi sono previste opere di protezione per raggiungere la quota d'imposta di progetto delle fondazioni, al fine di salvaguardare l'attuale argine del torrente Buttaceto.

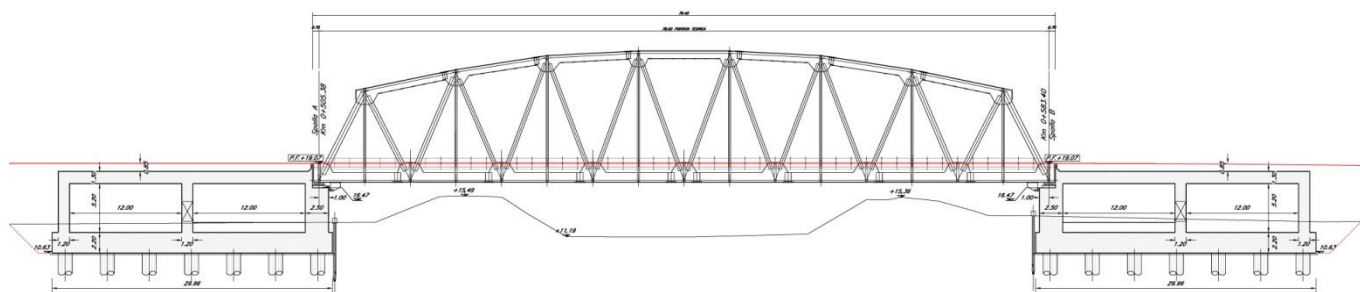


Figura 1 - Sezione longitudinale

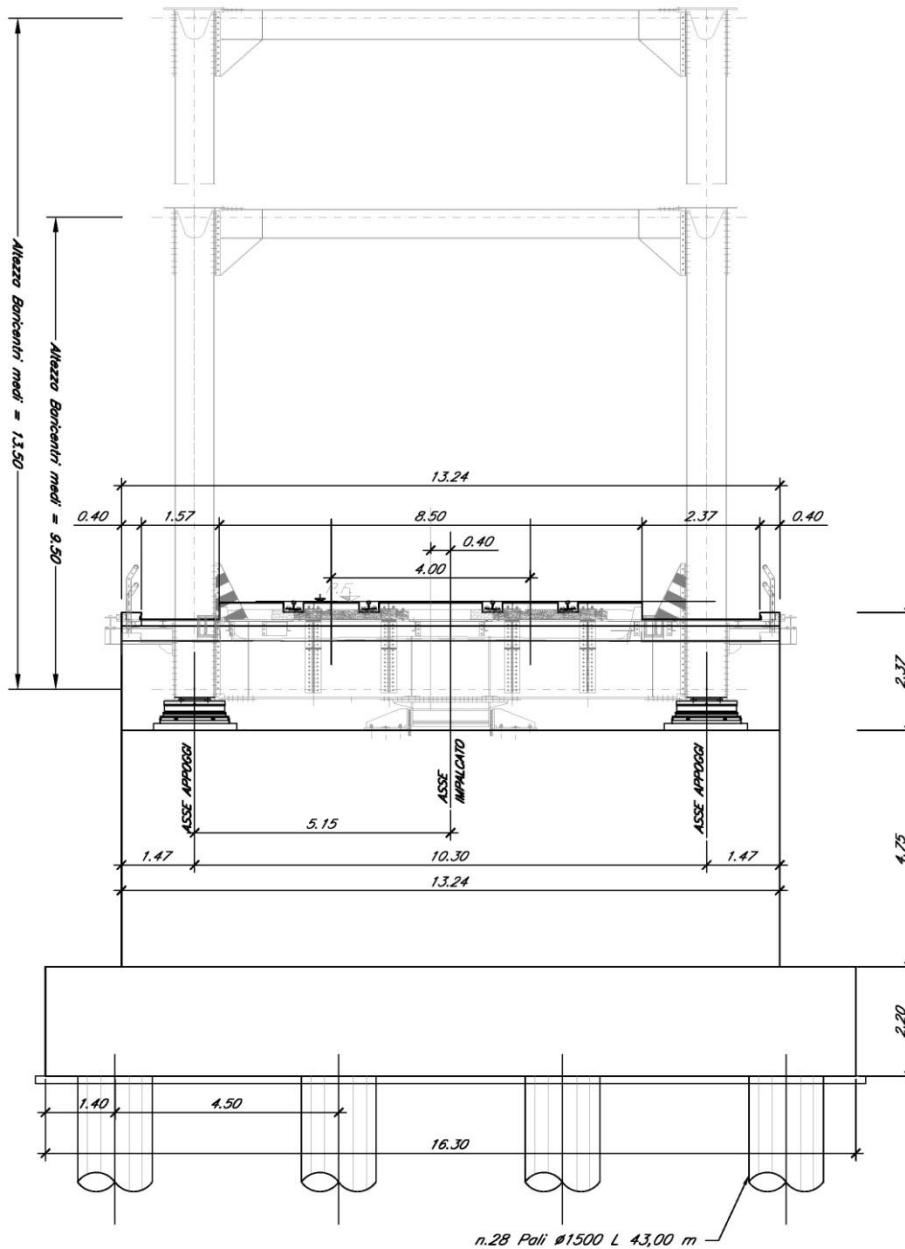


Figura 2 - Sezione trasversale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	6 di 77

2 RIFERIMENTI NORMATIVI

Le principali Normative nazionali ed internazionali vigenti alla data di redazione del presente documento e prese a riferimento sono le seguenti:

[N.1]. Norme Tecniche per le Costruzioni - D.M. 17-01-18 (NTC-2018);

[N.2]. Circolare n. 7 del 21 gennaio 2019 - Istruzioni per l'Applicazione dell'aggiornamento delle Norme Tecniche per le Costruzioni di cui al Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018;

[N.3]. Regolamento (UE) N. 1299/2014 della Commissione del 18 novembre 2014 relativo alle specifiche tecniche di interoperabilità per il sottosistema «infrastruttura» del sistema ferroviario dell'Unione europea, modificato dal Regolamento di esecuzione (UE) N° 2019/776 della Commissione del 16 maggio 2019

[N.4]. Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

[N.5]. RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

[N.6]. CNR-DT207/2008 Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	7 di 77

3 MATERIALI

Le caratteristiche dei materiali previsti le sottostrutture sono le seguenti:

➤ Calcestruzzo magro e getto di livellamento

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C12/15
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : X0

➤ Calcestruzzo pali di fondazione, cordoli, opere provvisori, calcestruzzo fondazioni

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C25/30
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO MINIMO = 60 mm
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

➤ Calcestruzzo fondazioni armate

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C28/35
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC2
- COPRIFERRO = 40 mm (**)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

➤ Calcestruzzo elevazione pile (compresi pulvini, baggioli e ritegni), spalle

- CLASSE DI RESISTENZA MINIMA C32/40
- CLASSE MINIMA DI CONSISTENZA : S4
- CLASSE DI ESPOSIZIONE AMBIENTALE : XC4, XS1*
- COPRIFERRO = 50 mm (**)
- DIAMETRO MASSIMO INERTI : 25 mm

➤ Acciaio ordinario per calcestruzzo armato

- TIPO B450C saldabile che presenta le seguenti caratteristiche :
- Tensione di snervamento caratteristica $f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$
 - Tensione caratteristica a rottura $f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$
- $1.15 \leq f_{tk}/f_{yk} < 1.35$

3.1 Verifica S.L.E.

La verifica nei confronti degli Stati limite di esercizio, consiste nel controllare, con riferimento alle sollecitazioni di calcolo corrispondenti alle Combinazioni di Esercizio il tasso di Lavoro nei Materiali e l'ampiezza delle fessure attese, secondo quanto di seguito specificato

3.1.1 Verifiche alle tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente a trazione" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Specifiche per la progettazione e l'esecuzione dei ponti ferroviari e di altre opere minori sotto binario RFI DTC INC PO SP IFS 001 A del 2019", ovvero:

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

Devono essere rispettati i seguenti limiti per le tensioni di compressione nel calcestruzzo:

- per combinazione di carico caratteristica (rara): $0,55 f_{ck}$;
- per combinazioni di carico quasi permanente: $0,40 f_{ck}$;
- per spessori minori di 5 cm, le tensioni normali limite di esercizio sono ridotte del 30%.

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0,75 f_{yk}$.

3.1.2 Verifiche a fessurazione

La verifica di fessurazione consiste nel controllare l'ampiezza dell'apertura delle fessure sotto combinazione di carico frequente e combinazione quasi permanente. Essendo la struttura a contatto col terreno si considerano condizioni ambientali aggressive; le armature di acciaio ordinario sono ritenute poco sensibili [NTC – Tabella 4.1.IV]

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportata nel prospetto seguente:

Tabella 1 – Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione e Condizioni Ambientali

Gruppi di esigenza	Condizioni ambientali	Combinazione di azione	Armatura			
			Sensibile		Poco sensibile	
			Stato limite	wd	Stato limite	wd
a	Ordinarie	frequente	ap. fessure	$\leq w_2$	ap. fessure	$\leq w_3$
		quasi permanente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$
b	Aggressive	frequente	ap. fessure	$\leq w_1$	ap. fessure	$\leq w_2$

		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$
c	Molto Aggressive	frequente	formazione fessure	-	ap. fessure	$\leq w_1$
		quasi permanente	decompressione	-	ap. fessure	$\leq w_1$

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

CONDIZIONI AMBIENTALI	CLASSE DI ESPOSIZIONE
Ordinarie	X0, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

Risultando:

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

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

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

Data la maggior restrittività, alle prescrizioni normative presenti in NTC si sostituiscono in tal caso quelle fornite dal “Manuale di Progettazione delle Opere Civili” secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, qual è il caso delle strutture in esame così come identificate nel DM 17.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

– Combinazione Caratteristica (Rara) $\delta_f \leq w_1 = 0.2 \text{ mm}$

Riguardo infine il valore di calcolo delle fessure da confrontare con i valori limite fissati dalla norma, si è utilizzata la procedura riportata al C4.1.2.2.4.5 della Circolare n. 7/19.

4 ANALISI E VERIFICHE SPALLA

4.1 Generalità

La spalla presentano una configurazione a paramento di spessore 2.50 m e muri di risvolto per il contenimento del rilevato retrostante di spessore 1.20 m. L'altezza della spalla **A** (escluso paraghiaia) è pari a 4.75 m.

Entrambe le spalle hanno in testa un paraghiaia di spessore 0.8 m ed altezza di circa 2.50 m dalla testa muro frontale.

Le fondazioni sono realizzate su pali di diametro 1.50m collegate in testa da una platea di spessore 2.20 m.

Il calcolo è stato effettuato per la spalla **A**, con altezza di paramento maggiore estendendo i risultati anche all'altra.

Per le verifiche dei singoli elementi della spalla (pali, platea di fondazione ed elevazioni) è stata effettuata un'analisi dei carichi agenti sul piano appoggi e allo spiccato della fondazione; l'analisi viene riportata nelle pagine seguenti.

4.2 Modelli a mensola per la verifica delle spalle

Le sollecitazioni di verifica della spalla sono state determinate a partire dai valori delle risultanti delle azioni trasmesse dagli impalcati alla quota degli apparecchi di appoggio alle quali vanno combinate le azioni determinate dalle spinte del terreno di riempimento e del sovraccarico in condizioni sia statiche che sismiche e le azioni date dalle forze di inerzia e dal peso proprio delle sottostrutture.

Tutti i muri sono considerati sconnessi fra loro per la valutazione delle sollecitazioni alla base e quindi le azioni provenienti dall'impalcato sono applicate solamente al muro frontale. Tale schema pur risultando cautelativo, non fornisce sovrastime eccessive nel calcolo dei quantitativi di armatura previsti.

Il modello della struttura è stato implementato in un foglio di calcolo appositamente realizzato per la valutazione delle azioni agenti sulle singole parti della struttura, quali muro paraghiaia e muro frontale che vengono tutti modellati come delle mensole incastrate alla base.

Per il plinto di fondazione, si è utilizzato un modello tirante-puntone per l'analisi e la verifica dello zoccolo anteriore al muro frontale.

Per quanto riguarda invece le sollecitazioni sui pali di fondazione a partire dalle azioni risultanti nel baricentro del plinto alla quota di intradosso, sono stati calcolati, per ciascuna combinazione di carico, gli sforzi assiali e di taglio in testa ai pali di fondazione utilizzando il classico modello a piastra rigida.

4.3 Condizioni elementari e combinazioni di carico

Le verifiche di sicurezza strutturali e geotecniche sono state condotte utilizzando combinazioni di carico definite in ottemperanza alle NTC18, secondo quanto riportato nei paragrafi 2.5.3, 5.1.3.12. Di seguito sono mostrati i coefficienti parziali di sicurezza utilizzati allo SLU ed i coefficienti di combinazione adoperati per i carichi variabili nella progettazione delle strutture da ponte.

2.5.3 COMBINAZIONI DELLE AZIONI

Ai fini delle verifiche degli stati limite si definiscono le seguenti combinazioni delle azioni.

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

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

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto A_d (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Nelle combinazioni per SLE, si intende che vengono omissi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 .

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO	Combinazione eccezionale	Combinazione Sismica
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00	1,00	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Ballast ⁽³⁾	favorevoli	γ_B	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	1,00
Carichi variabili da traffico ⁽⁴⁾	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,45	1,45	1,25	0,20 ⁽⁵⁾	0,20 ⁽⁵⁾
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qi}	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30	1,00	0,00
Precompressione	favorevole	γ_P	0,90	1,00	1,00	1,00	1,00
	sfavorevole		1,00 ⁽⁶⁾	1,00 ⁽⁷⁾	1,00	1,00	1,00

⁽¹⁾ Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO.

⁽²⁾ Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

⁽³⁾ Quando si prevedano variazioni significative del carico dovuto al ballast, se ne dovrà tener conto esplicitamente nelle verifiche.

⁽⁴⁾ Le componenti delle azioni da traffico sono introdotte in combinazione considerando uno dei gruppi di carico gr della Tab. 5.2.IV.

⁽⁵⁾ Aliquota di carico da traffico da considerare.

⁽⁶⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna

⁽⁷⁾ 1,20 per effetti locali

Azioni		ψ_0	ψ_1	ψ_2
Azioni singole da traffico	Carico sul rilevato a tergo delle spalle	0,80	0,50	0,0
	Azioni aerodinamiche generate dal transito dei convogli	0,80	0,50	0,0
Gruppi di carico	gr1	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr2	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	-
	gr3	0,80 ⁽²⁾	0,80 ⁽¹⁾	0,0
	gr4	1,00	1,00 ⁽¹⁾	0,0
Azioni del vento	F_{Wk}	0,60	0,50	0,0
Azioni da neve	in fase di esecuzione	0,80	0,0	0,0
	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
Azioni termiche	T_k	0,60	0,60	0,50

(1) 0,80 se è carico solo un binario, 0,60 se sono carichi due binari e 0,40 se sono carichi tre o più binari.

(2) Quando come azione di base venga assunta quella del vento, i coefficienti ψ_0 relativi ai gruppi di carico delle azioni da traffico vanno assunti pari a 0,0.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3H 02 D 09 CL VI 03 00 003 A 14 di 77

SLE rata - N max gr.1	SLE rata - RT max gr.1	SLE rata - ML max gr.1	SLE rata - N max gr.3	SLE rata - RT max gr.3	SLE rata - ML max gr.3	SLE rata - Vento ponte scarico	SLE freq. - N max gr.1	SLE freq. - RT max gr.1	SLE freq. - ML max gr.1	SLE freq. - N max gr.3	SLE freq. - RT max gr.3	SLE freq. - ML max gr.3	SLE freq. - Vento ponte scarico	SLE quasi permanente	SIV - N max	SIV - RT max	SIV - ML max	SIV - RT max	SIV - ML max	SIV - N min		
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Peso proprio g1	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Permanenti G2	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	Ballast	
1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Qr	
0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q frenatura	
1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q centrifuga	
1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.20	Comb. Nmax Q serpeggio	
0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MTmax Qr	
0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MTmax Q frenatura	
0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MTmax Q centrifuga	
0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MTmax Q serpeggio	
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Qr
0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q frenatura
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q centrifuga
0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.80	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.20	0.00	Comb. MLmax Q serpeggio
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Scarico	
0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Vento Ponte Carico	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	Attrito permanente	
1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.00	0.00	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	Attrito carichi mobili	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	1.00	0.30	1.00	Sisma longitudinale	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	1.00	0.30	1.00	0.30	Sisma trasversale	
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	-1.00	Sisma verticale	

Gli scarichi agli appoggi, riportati nei paragrafi seguenti, fanno riferimento alla seguente terna di assi:

- asse X coincidente con l'asse longitudinale del ponte;
- asse Y coincidente con l'asse trasversale del ponte;
- asse Z coincidente con l'asse verticale del ponte;

Per quanto riguarda la risposta alle diverse componenti dell'azione sismica, poiché si è adottata un'analisi in campo lineare, essa può essere calcolata separatamente per ciascuna delle componenti. Gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc) sono combinate successivamente applicando l'espressione

$$1.00 \cdot Ex + 0.30 \cdot Ey + 0.30 \cdot Ez$$

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

Occorre precisare che con il segno negativo verranno indicate le azioni aventi direzione positiva delle Z (ovvero dirette verso l'alto).

4.4 Sistemi di riferimento ed unità di misura

- Asse X parallelo all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Y ortogonale all'asse longitudinale dell'impalcato
- Asse Z verticale
- Lunghezze = m
- Forze = kN

4.5 Geometria della spalla

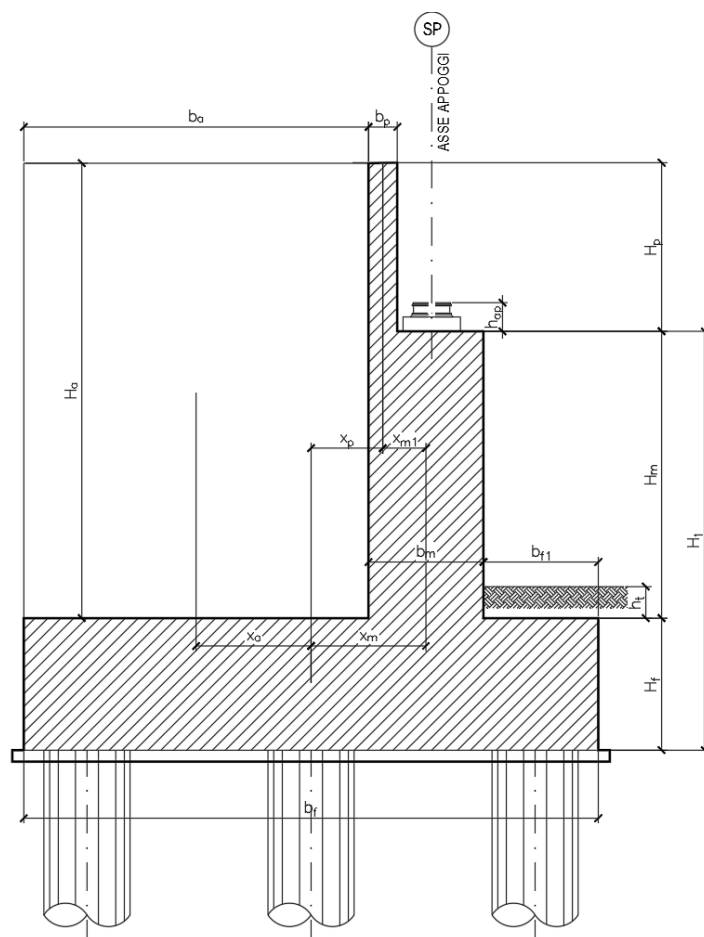


Figura 3 – Significato dei simboli: sezione tipologica

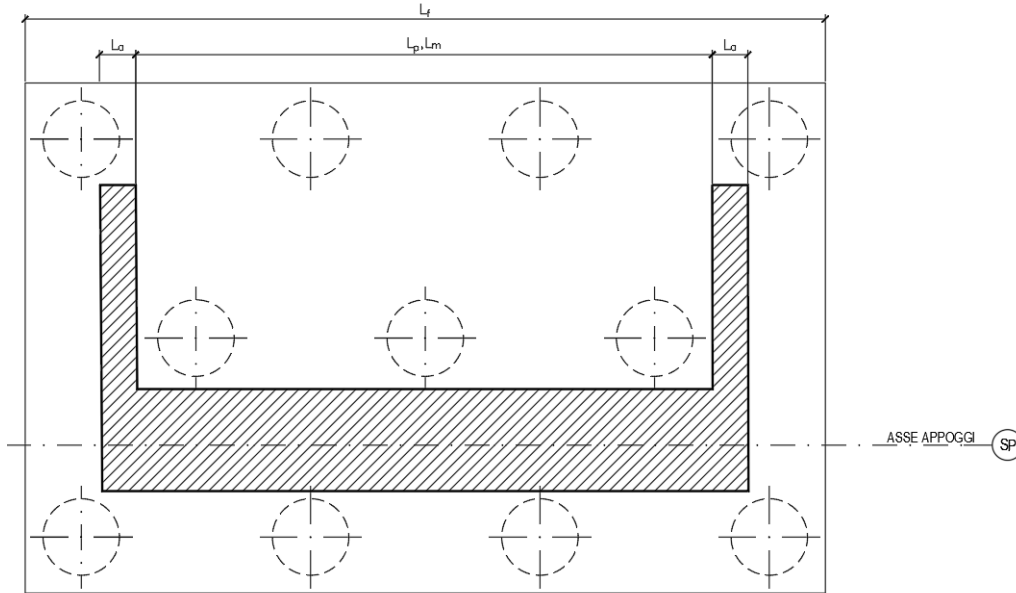


Figura 4 – Significato dei simboli: pianta tipologica

Paraghiaia			
Altezza	H_p	2.50	m
Lunghezza lungo asse X	b_p	0.8	m
Lunghezza lungo asse Y	L_p	13.70	m
Distanza tra i muri andatori dir. Y		13.70	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_p	12.60	m
Muro frontale			
Altezza	H_m	4.75	m
Lunghezza lungo asse X	b_m	2.50	m
Lunghezza lungo asse Y	L_m	13.70	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_m	13.30	m
Coordinata X del baricentro rispetto paraghiaia	x_{m1}	-0.70	m
Distanza asse baggioli- asse muro frontale		0.25	m
Plinto			
Altezza	H_f	2.20	m
Lunghezza lungo asse X	b_f	30.00	m
Lunghezza lungo asse Y	L_f	16.50	m
Mensola anteriore plinto	b_{pl}	0.40	m
Spessore ricoprimento medio	h_t	1.00	m
Distanza asse baggioli - baricentro plinto		13.55	m
Muro andatore			
Altezza	H_a	7.25	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse Y	L_a	1.20	m
Lunghezza di un singolo muro lungo asse X	b_a	27.10	m
Coordinata X del baricentro rispetto fondazione	x_a	-1.40	m
Terreno			
Angolo d'attrito interno (φ)		38	°
Coefficiente per il calcolo della spinta a riposo		▼	$K_0 = 0.384$
Sisma			
S_s		1.246	
a_g		0.321	
Coefficiente riduttivo		1.00	
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.400	
Mononobe e Okabe	K_{AE}	0.640	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.200	

Tabella 2 – Dati di input

4.6 Analisi dei carichi

4.6.1 Peso proprio elementi strutturali

➤ Peso proprio strutture

I pesi degli elementi strutturali sono calcolati utilizzando un peso di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m³.

Impalcato			
N° Binari		2	
Lunghezza	L	80	m
Peso Proprio	G1	135	kN/m
Permanenti portati	G2	56	kN/m
Ballast	G2	0	kN/m
n° totale appoggi sulla spalla	n	2	
Reazione appoggio i = (G1*L/2)/n	Ri	2700.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n	Ri	1120.0	kN
Reazione appoggio i = (G2*L/2)/n (ballast)	Ri	0	kN

4.6.2 Carichi trasmessi dall'impalcato

Gli scarichi agli appoggi dedotti dall'analisi dell'impalcato vengono ripartiti con il metodo Courbon sul singolo appoggio forniscono i risultati in tabella seguente:

Appoggio	A			B			biz
	FZ	FX	FY	FZ	FX	FY	
Descrizione carico	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[kN]	[m]
Peso proprio g1	2700			2700			
Permanenti G2	1120			1120			
Ballast							
Comb. Nmax Qv	4519			4076			
Comb. Nmax Q frenatura					2760		2.00
Comb. Nmax Q centrifuga							
Comb. Nmax Q serpeggio						110	2.00
Comb. MTmax Qv	3396			1456			
Comb. MTmax Q frenatura					1760		2.00
Comb. MTmax Q centrifuga							
Comb. MTmax Q serpeggio						55	2.00
Comb. MLmax Qv							
Comb. MLmax Q frenatura							
Comb. MLmax Q centrifuga							
Comb. MLmax Q serpeggio							
Vento Ponte Scarico						177	3.50
Vento Ponte Carico						544	4.00
Attrito permanente		115	115		115	115	
Attrito carichi mobili		136	136		122	122	
Sisma longitudinale		3779			3708		3.00
Sisma trasversale			1889			1854	3.00
Sisma verticale	945			927			

4.6.3 Azione del Vento

Azione del Vento - generale - NTC e EC 1-1-4:2005

Condizione (ponte carico o scarico)		scarico	carico	
Altitudine sul livello del mare	as	250	250	m
Zona	Z	4	4	
Parametri	Vb,0	28	28	m/s
Parametri	ao	500	500	m
Parametri	ks	0.36	0.36	1/s
Velocità di riferimento (Tr=50anni)	$v_b = v_{b0} * (1 + k_s(as/a_o - 1))$	28	28	m/s
Periodo di ritorno considerato	TR	112.5	112.5	anni
	α_R	1.05	1.05	
Velocità di riferimento	Vb(TR)	29.28	29.28	m/s
Densità dell'aria	ρ	1.25	1.25	kg/mc
Pressione cinetica di riferimento	$q_b = 0.5 * \rho * v_b^2$	0.54	0.54	kN/mq
Classe di rugosità del terreno		D	D	
Distanza dalla costa		>10	>10	km
Altitudine sul livello del mare		<750	<750	m
Categoria di esposizione del sito	Cat	II	II	

Vento su impalcato

Parametri	kr	0.19	0.19	
Parametri	z0	0.05	0.05	m
Parametri	zmin	4	4	m
Altezza di riferimento per l'impalcato (EC punto 8.3.1(6))	z	10	10	m
Coefficiente di topografia	ct	1	1	
Coefficiente di esposizione (z)	ce(z)	2.35	2.35	
Larghezza impalcato	b	13.2	13.2	m
Altezza impalcato	h1	1.2	1.9	m
Altezza treno o parapetto	h2	1.5	4	m
Altezza totale impalcato (comprese le barriere o treno)	dtot	2.7	5.9	m
Rapporto di forma	b/dtot	4.89	2.24	
Coefficiente di forza (figura 8.3 EC)	cfx	1.30	1.83	

Riepilogo

Pressione cinetica di riferimento	qb	0.54	0.54	kN/mq
Coefficiente di esposizione	ce	2.35	2.35	
Coefficiente di forza	cfx	1.30	1.83	
Altezza di riferimento (EC punto 8.3.1 (4) e (5))	d	2.7	5.9	m
Forza statica equivalente a m/l	f=prodotto	4.4	13.6	kN/m
Pressione statica equivalente	p=f/d	1.64	2.30	kN/mq
Pressione statica equivalente (minima considerata)	pmin	1.5	1.5	kN/mq
Forza statica equivalente a m/l considerata	f	4.4	13.6	kN/m

Vento impalcato a ponte scarico

Forza statica equivalente	f	4.4	kN/m
Luce impalcato	L	80	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	177	kN/m

Vento impalcato a ponte carico

Forza statica equivalente	f	13.6	kN/m
Luce impalcato	L	80	m
Forza trasversale al piano appoggi	FT=f*L/2	544	kN/m

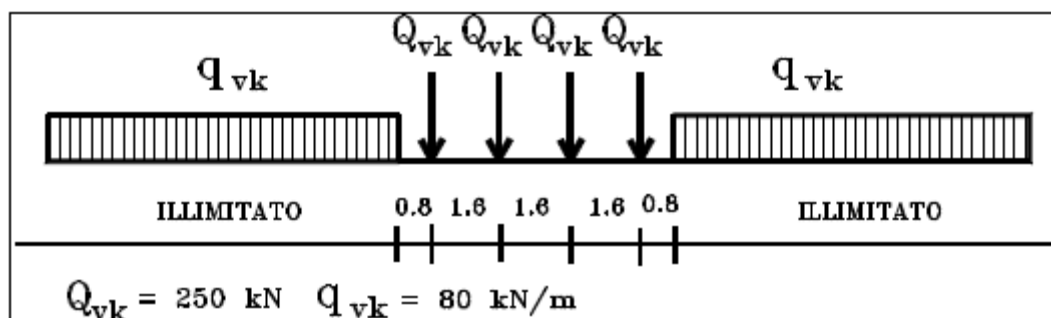
4.6.4 Carichi da traffico verticali

L'opera è stata progettata considerando le sollecitazioni dovute al carico da traffico ferroviario, considerando i modelli LM71 e/o SW/2.

Si riportano di seguito le caratteristiche dei modelli di traffico presi in esame.

➤ *Modello di carico LM71*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.1), definiscono questo modello di carico tramite carichi concentrati e carichi distribuiti, riferiti all'asse dei binari.



Treno di carico LM 71

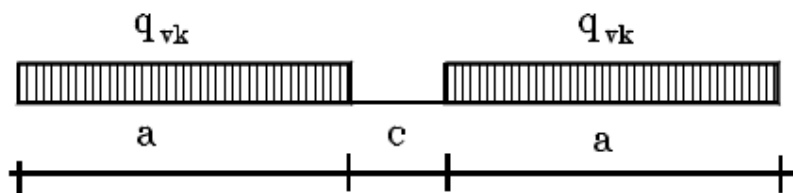
Carichi concentrati: quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m;

Carico distribuito: 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,8 m dagli assi d'estremità e per una lunghezza illimitata

Per questo modello di carico è prevista un'eccentricità del carico rispetto all'asse del binario.

➤ *Modello di carico SW/2*

Sia le istruzioni RFI che le NTC 2018 (par. 5.2.2.2.1.2), definiscono questo modello di carico tramite solo carichi distribuiti.



Treno di carico SW

Tipo di Carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/0	133	15,0	5,3
SW/2	150	25,0	7,0

In questo modello di carico non è prevista alcuna eccentricità del carico ferroviario.

Le azioni di entrambi i modelli dovranno essere moltiplicate per un coefficiente di adattamento definito dalla seguente tabella (tab. 2.5.1.4.1.1 - RFI DTC SI PS MA IFS 001 A).

MODELLO DI CARICO	COEFFICIENTE “ α ”
LM71	1,10
SW/0	1,10
SW/2	1,00

4.6.5 Effetti dinamici

Per la definizione del coefficiente dinamico si segue quanto contenuto nel par.5.2.2.2.3 del DM 17.1.2018 che per l'opera in esame riporta:

[...] Pile con snellezza $\lambda \leq 30$, spalle, fondazioni, muri di sostegno e spinte del terreno possono essere calcolate assumendo coefficienti dinamici unitari.

4.6.6 Carichi da traffico orizzontali

Frenatura		
L	80	m
L _{calc}	80	per Treno LM 71
	30	per Treno SW/0
	50	per SW/2
Q _{lb,k}	1760	per Treno LM 71
Q _{lb,k}	660	per Treno SW/0
Q _{lb,k}	1750	per SW/2
Q _{lb,k} (filtrata) per Treno LM 71	1760	kN
Q _{lb,k} (filtrata) per Treno SW/0	660	kN
Q _{lb,k} (filtrata) per SW/2	1750	kN

Avviamento		
L	80	m
L _{calc}	80	per Treno LM 71
	30	per Treno SW/0
	50	per SW/2
Q _{la,k}	2904	per Treno LM 71
Q _{la,k}	1089	per Treno SW/0
Q _{la,k}	1650	per SW/2
Q _{la,k} (filtrata) per Treno LM 71	1000	kN
Q _{la,k} (filtrata) per Treno SW/0	1000	kN
Q _{la,k} (filtrata) per SW/2	1000	kN

Serpeggio		
FT=100kN/2	50	kN*m
<u>Treno LM 71</u>		
α	1.1	
FT* α	55	kN
<u>Treno SW/0</u>		
α	1.1	
FT* α	55	kN
<u>Treno SW/2</u>		
α	1	
FT* α	50	kN

4.6.7 Spinta statica del terrapieno

A tergo della spalla, applicato sulla zattera posteriore, viene considerato un carico pari al peso del rinterro calcolato con un peso di volume pari a $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$

L'espressione della spinta esercitata da un terrapieno di peso specifico γ , su una parete di altezza H, risulta:

$$S_o = 1/2 * \gamma * H^2 * K_o \quad (\text{spinta per metro lineare di spalla})$$

l'utilizzo di K_o è determinato dall'impossibilità, da parte della spalla, di subire spostamenti; si assume $K_o = 1 - \text{sen } \phi$.

Il punto di applicazione della spinta si trova in corrispondenza del baricentro del diagramma delle pressioni (1/3 H rispetto alla base della parete).

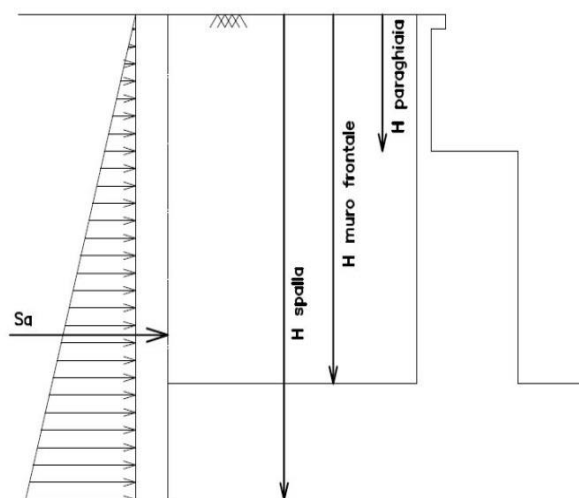


Fig. 1 Spinta statica terreno di rinterro

Per il terreno di riempimento si considera lo standard per rilevati ferroviari e si assegnano le seguenti caratteristiche meccaniche:

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \qquad \varphi' = 38^\circ \qquad c' = 0$$

4.6.8 Sovraccarico sul terrapieno

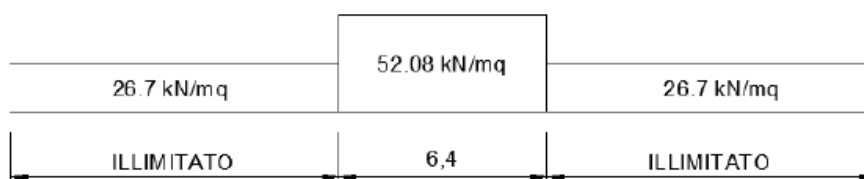
Nell'analisi delle azioni è stato inoltre considerato il contributo, in termini di sovraccarico verticale in fondazione e di spinta, del sovraccarico accidentale eventualmente presente a tergo spalla.

$$q = 58 \text{ kN/m}^2$$

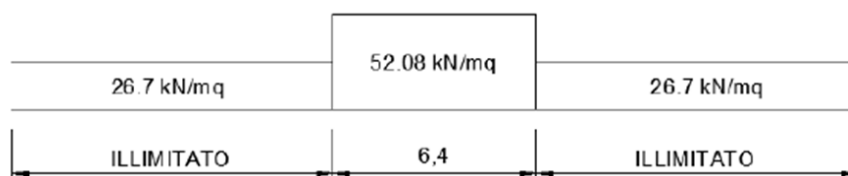
$$S_q = 58 \cdot 0.384 = 22.3 \text{ kN/m}^2$$

Il valore del sovraccarico è determinate come di seguito descritto:

Considerando la distribuzione trasversale dei carichi su una larghezza di 3.0 m secondo quanto previsto da EN 1991 – 2:2003/AC:2010, si ricava il carico equivalente unitario agente alla quota della piattaforma ferroviaria:



A tali carichi si deve applicare il coefficiente α . Nel caso in esame, il coefficiente α è pari ad 1.1



Risulta dunque:

$$Q = 52.08 \cdot 1.1 = 57.3 \text{ kN/m}^2. \text{ Applicato su una larghezza di 3 metri.}$$

In favore di sicurezza, tale carico, viene esteso su tutta l'impronta del rilevato.

4.6.9 Spinta del sovraccarico accidentale condizioni statiche

In aggiunta in condizioni statiche si considera un sovraccarico accidentale pari a $Q = 58 \text{ kN/m}^2$ gravante sulla spalla e sul cuneo di spinta a tergo di essa

La presenza del sovraccarico Q genera una spinta pari a:

$$S_q = Q \cdot H \cdot K_o$$

Tale spinta è applicata ad una altezza pari a $H/2$.

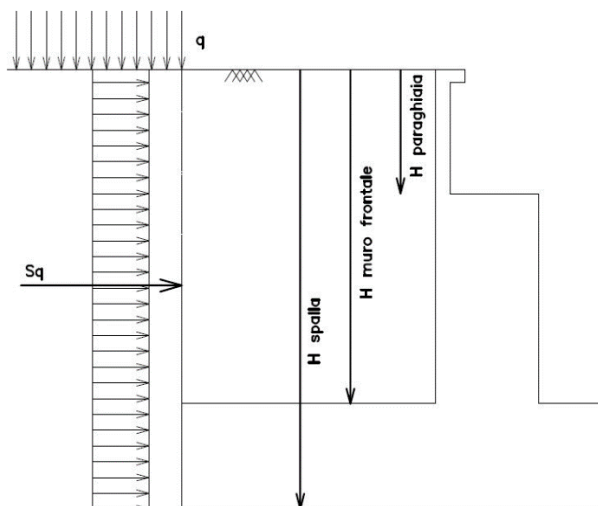


Fig. 2 : Spinta statica sovraccarico accidentale

4.6.10 Azione sismica

Nel seguente paragrafo è riportata la valutazione dei parametri di pericolosità sismica utili alla determinazione delle azioni sismiche di progetto dell'opera cui si riferisce il presente documento, in accordo a quanto specificato a riguardo dal D.M. 17 gennaio 2018 e relativa circolare applicativa.

➤ Azioni sismiche sulla Spalla

Per la valutazione dell'azione sismica associata ai carichi fissi propri e permanenti /accidentali agenti sulle spalle si utilizza il metodo dell'analisi pseudostatica in cui il sisma è rappresentato da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k_h (coefficiente sismico orizzontale) o k_v (coefficiente sismico verticale) secondo quanto di seguito indicato:

Forza sismica orizzontale $F_h = k_h W$

Forza sismica verticale $F_v = k_v W$

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, i valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v possono essere valutati mediante le espressioni

$$k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} \quad (7.11.6)$$

$$k_v = \pm 0,5 \cdot k_h \quad (7.11.7)$$

dove

a_{max} = accelerazione orizzontale massima attesa al sito;

g = accelerazione di gravità.

In assenza di analisi specifiche della risposta sismica locale, l'accelerazione massima può essere valutata con la relazione

$$a_{max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_T \cdot a_g \quad (7.11.8)$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_s) e dell'amplificazione topografica (S_T), di cui al § 3.2.3.2;

a_g = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido.

Nella precedente espressione, il coefficiente β_m assume i valori riportati nella Tab. 7.11-II.

Per muri che non siano in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente β_m assume valore unitario.


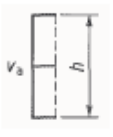


Con riferimento al valore da assegnare al coefficiente β_m , si è fatto riferimento alle indicazioni di cui alla Tabella 7.1.II riportata nella stessa sezione della norma, tenendo tuttavia conto della specifica che prescrive, nel caso di muri che non siano in grado di subire spostamenti (quale è il caso delle spalle del viadotto in questione che in virtù della elevata rigidità sia del sistema di fondazione che della parte in elevazione, è interessata da spostamenti trascurabili durante l'evento sismico) un valore del coefficiente β_m pari ad 1.0.

Assumendo tale valore si considera che, cautelativamente, il terreno di riempimento è rigidamente connesso alla spalla e non subisce deformazioni o movimenti relativi rispetto ad essa.

➤ Sovraspinta sismica del terreno

Per il calcolo della spinta del terreno sulle opere di sostegno, occorre tenere presente che la mobilitazione della spinta attiva avviene per spostamenti di entità contenuta, come si evince dalla seguente tabella desunta dall'EC7 - Parte 1 - Annesso C (C.3 "Movements to mobilise limit earth pressures):

Table C.1 — Ratios v_a/h

Kind of wall movement	v_a/h loose soil %	v_a/h dense soil %
a) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b) 	0,2	0,05 to 0,1
c) 	0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d) 	0,4 to 0,5	0,1 to 0,2

where:
 v_a is the wall motion to mobilise active earth pressure
 h is the height of the wall

In condizioni sismiche, l'entità degli spostamenti dipende principalmente dall'intensità dell'azione sismica e dalla rigidità del sistema pali-terreno; pertanto, la possibilità di ammettere la mobilitazione della spinta attiva è subordinata alla valutazione degli spostamenti dell'opera e potrà essere valutata caso per caso. Cautelativamente, la valutazione degli spostamenti, da effettuarsi calcolando le spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche, sarà riferita alla base dell'opera (i.e. alla sommità della palificata) e il confronto con i valori di riferimento per la mobilitazione della spinta attiva sarà effettuato in accordo con lo schema b) della tabella estratta dall'EC7 per terreni addensati (rilevati stradali e ferroviari). L'altezza h rispetto alla quale effettuare la verifica corrisponde all'altezza totale dell'opera su cui agisce la spinta del terreno, comprensiva dello spessore della fondazione.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, non ricorressero le condizioni di spinta attiva, si procederà al calcolo delle spinte considerando la somma della spinta statica a riposo e dell'incremento di spinta sismica valutata con la teoria di Wood, secondo le indicazioni contenute nell'EC8 – Parte 5 – Annesso E (E.9 “Force due to earth pressure for rigid structures”):

$$\Delta S_s = (a_{\max}/g) \cdot \gamma \cdot H^2$$

Tale risultante è applicata ad un'altezza pari ad H/2.

Qualora, a seguito della verifica dell'entità degli spostamenti, ricorressero le condizioni di spinta attiva, si confermerà la correttezza dell'ipotesi di calcolo delle spinte come somma della spinta attiva in condizioni statiche e dell'incremento di spinta attiva in condizioni sismiche.

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni statiche si farà in generale riferimento alla formulazione di Muller – Breslau:

$$k_a = \frac{\cos^2(\alpha + \phi)}{\cos^2 \alpha \cdot \cos(\alpha - \delta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta)}{\cos(\alpha - \delta) \cdot \cos(\alpha + \beta)}} \right]^2}$$

ϕ = angolo di attrito interno del terreno

α = inclinazione del paramento di monte rispetto alla verticale

β = inclinazione del pendio di monte rispetto al piano orizzontale

δ = angolo di attrito terra-muro

Per la valutazione del coefficiente di spinta attiva in condizioni sismiche si farà riferimento alla formulazione di Mononobe-Okabe:

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta) \left[1 + \sqrt{\frac{\sin(\phi + \delta) \cdot \sin(\phi - \beta - \theta)}{\cos(\delta + \alpha + \theta) \cdot \cos(\beta - \alpha)}} \right]^2} \quad \text{se } \beta \leq \phi - \theta$$

$$k_a = \frac{\cos^2(\phi - \alpha - \theta)}{\cos \theta \cdot \cos^2 \alpha \cdot \cos(\delta + \alpha + \theta)} \quad \text{se } \beta > \phi - \theta$$

dove θ = angolo sismico, definito secondo la seguente espressione (in assenza di falda) in funzione dei coefficienti sismici k_h e k_v :

$$\tan \theta = k_h / (1 \pm k_v)$$

Nella determinazione dei coefficienti sismici k_h e k_v , per le spalle di ponti e viadotti ferroviari fondate su pali si porrà $\beta_m = 1$ in accordo con l'EC8-5.

Le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo a_g .

La spinta totale di progetto E_d esercitata dal terrapieno ed agente sull'opera di sostegno in condizioni sismiche è dunque data dalla somma della spinta a riposo, della spinta sismica e della spinta statica data dal sovraccarico accidentale combinata al 20% così come riportato nella Tabella 5.2.V delle NTC2018.

$$E_d = S_{stat} + 0.2 \cdot S_q + \Delta S_s$$

Infine, nel caso specifico non essendo presente la falda a tergo dell'opera, la spinta idrostatica è nulla.

➤ Valori di progetto

La pericolosità sismica di base è stata definita sulla base delle coordinate geografiche del sito di realizzazione dell'opera:



FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate
 LONGITUDINE: 15.04773 LATITUDINE: 37.46472

Ricerca per comune
 REGIONE: Sicilia PROVINCIA: Catania COMUNE: Ramacca

Elaborazioni grafiche:
 Grafici spettri di risposta
 Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche:
 Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito

Reticolo di riferimento

Controllo sul reticolo:
 Sito esterno al reticolo
 Interpolazione su 3 nodi
 Interpolazione conetta

Interpolazione:
 media ponderata

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

I parametri utilizzati per la definizione dell'azione sismica sono riportati di seguito.

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_{n1} info

Coefficiente d'uso della costruzione - C_U info

Valori di progetto

Periodo di riferimento per la costruzione (in anni) - V_R info

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

Stati limite di esercizio - SLE

SLO - $P_{VR} = 81\%$	<input type="text" value="68"/>
SLD - $P_{VR} = 63\%$	<input type="text" value="113"/>

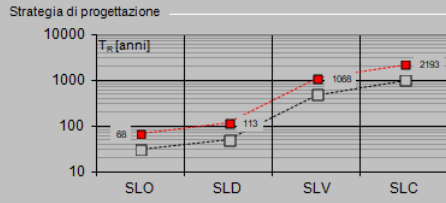
Stati limite ultimi - SLU

SLV - $P_{VR} = 10\%$	<input type="text" value="1068"/>
SLC - $P_{VR} = 5\%$	<input type="text" value="2193"/>

Elaborazioni

- Grafici parametri azione
- Grafici spettri di risposta
- Tabella parametrizzazione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO

- Strategia per costruzioni ordinarie
- Strategia scelta

INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3

FASE 3. DETERMINAZIONE DELL'AZIONE DI PROGETTO

Stato Limite

Stato Limite considerato **SLV** info

Risposta sismica locale

Categoria di sottosuolo **C** info $S_s = 1.246$ $C_U = 1.351$ info

Categoria topografica **T1** info $h/H = 1.000$ $S_T = 1.000$ info

(In quota sito, l'altezza rilievo topografico)

Compon. orizzontale

Spettro di progetto elastico (SLE) Smorzamento ξ (%) $\eta = 1.000$ info

Spettro di progetto inelastico (SLU) Fattore q_s Regol. in altezza **si** info

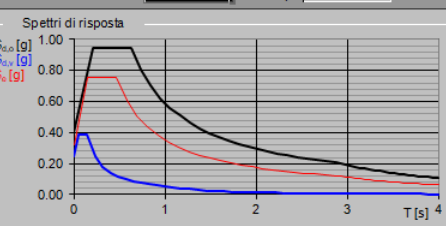
Compon. verticale

Spettro di progetto Fattore q_v $\eta = 0.667$ info

Elaborazioni

- Grafici spettri di risposta
- Parametri e punti spettri di risposta

Spettri di risposta



— Spettro di progetto - componente orizzontale

— Spettro di progetto - componente verticale

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

INTRO FASE 1 FASE 2 **FASE 3**

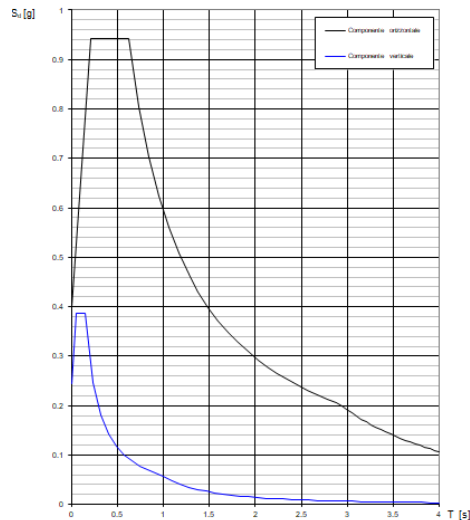
Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.321 g
F_n	2.357
T_c^*	0.466 s
S_s	1.246
C_c	1.351
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.246
η	1.000
T_B	0.210 s
T_C	0.629 s
T_D	2.884 s

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



4.6.11 Incremento di spinta del terrapieno

Avendo valutato preliminarmente l'entità dello spostamento della struttura in fase sismica, e ricorrendo le condizioni sopra descritte (EC7 - Parte 1 - Annesso C), l'incremento di spinta del terrapieno viene valutato secondo la teoria di [Mononobe-Okabe](#).

Mononobe e Okabe			
Inclinazione Paramento	α	90.0	
Angolo d'attrito interno	φ	38.0	°
Coefficiente sismico orizzontale	k_h	0.400	
Coefficiente per sisma verticale	k_v	0.200	
$\theta (+k_v)$		18.4	
$\theta (-k_v)$		26.6	
Mononobe e Okabe (+ k_v)	K_{AE}	0.459	
Mononobe e Okabe (- k_v)	K_{AE}	0.640	

4.6.12 Inerzie strutturali

Si valutano le inerzie legate alla massa degli elementi strutturali con la seguente formula:

$$F_i = k_h \cdot W_{str}$$

4.6.13 Calcolo delle sollecitazioni in testa pali

Le sollecitazioni agenti in testa palo vengono calcolate nell'ipotesi di platea di fondazione infinitamente rigida, attraverso la relazione

$$R(x, y) = \frac{N}{n} + \frac{M_l}{J_l} \cdot y + \frac{M_t}{J_t} \cdot x$$

dove

N, M_l, M_t sono lo sforzo normale e i momenti flettenti longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata, n è il numero di pali e J_l, J_t sono le inerzie longitudinale e trasversale della palificata

$$J_l = \sum y_i^2 \qquad J_t = \sum x_i^2$$

Per quanto riguarda le sollecitazioni orizzontali in testa palo, si assume che le azioni di taglio di ripartiscano uniformemente tra i pali, risultando

$$T(x, y) = \frac{\sqrt{H_l^2 + H_t^2}}{n}$$

dove H_l, H_t sono le forze orizzontali longitudinale e trasversale agenti al baricentro della palificata.

4.6.14 Riepilogo risultati

Il foglio automatico, sulla base di calcoli sviluppati nei fogli successivi, restituisce, per ciascuna combinazione i risultati del controllo di verifica.

Per ciascuna combinazione vengono riassunti:

- Le sollecitazioni al livello del piano di fondazione in termini di sforzo normale N , forza orizzontale T e momento ribaltante M .
- Per i carichi sui pali in termini di N_{\max}, N_{\min}, T ed M .

➤ Fase statica
PARAGHIAIA
AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	685			0.00	0.00	1.25	0	0
Rinterro	g3		329		0.00	0.00	0.83	0	274
Sovr. acc. sul rilevato			698		0.00	0.00	1.25	0	872

SPICCATO MURO FRONTALE
AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	685	0	0	-0.70		6.00	0	-480
Muro frontale	g1	4780	0	0			2.38	0	0
Totale Permanenti		5465	0	0				0	-480
Rinterro	g3		3252	0			2.42	0	7860
Sovr. acc. sul rilevato			2023	0			3.63	0	7334

FONDAZIONE
AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	685			12.60	0.00	8.20	0	8631
Muro frontale	g1	4780			13.30	0.00	4.58	0	63570
Plinto	g1	27225			0.00	0.00	1.10	0	0
Soletta	g1	9009	0.00	0.00	-0.45	0.00	8.00	0	-4054
Muro post. 1	g1	1716	0.00	0.00	-13.60	0.00	4.80	0	-23338
Muro post. 2	g1	1716	0.00	0.00	-0.50	0.00	4.80	0	-858
Muri andatori	g1	11789			-1.40	0.00	5.83	0	-16504
Totale Permanenti		56919						0	27447
Rinterro	g3	0			-1.40	0.00	5.83	0	0
Ricop. Plinto	g3	369			1.40	0.00	2.70	0	516
Sovr. acc. sul rilevato		19677			-1.40	0.00	9.45	0	-27548

* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni

Rinterro	g3		5526		-1.40	0.00	3.15	0	17407
Sovr. acc. sul rilevato			2637		0.00	0.00	4.73	0	12461

➤ Fase sismica Mononobe-Okabe / k_a

PARAGHIAIA

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	685			0.00	0.00	1.25	0	0
Rinterro	g3		204		0.00	0.00	0.83	0	170
					0.00	0.00	2.50	0	0
Sovr. acc. sul rilevato			432		0.00	0.00	1.25	0	540

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	274	0	0.00	0.00	1.25	0	342
Rinterro	Inerzia		0				1.25	0	0
	Sovrappinta		405				0.83	0	337
Rinterro [totale]			405					0	337
Sovr. acc. sul rilevato			432		0.00	0.00	1.25	0	540
Totale generale			1111					0	1220

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	0	0	274	0.00	0.00	1.25	342	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	137	0	0	0.00	0.00	1.25	0	0

SPICCATO MURO FRONTALE

AZIONI SU SPALLA [kN,m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	685	0	0	-0.70		6.00	0	-480
Muro frontale	g1	4780	0	0			2.38	0	0
Totale Permanenti		5465	0	0				0	-480
Rinterro	g3		2013	0			2.42	0	4865
Sovr. acc. sul rilevato			1252	0			3.63	0	4539

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6		274		-0.70	0.00	6.00	0	1644
Muro frontale	q6		1912		0.00	0.00	2.38	0	4540
Rinterro	Inerzia		0				3.63	0	0
	Sovraspinta		3405				2.42	0	8230
Rinterro [totale]			3405					0	8230
Sovr. acc. sul rilevato			1252				3.63	0	4539
Totale generale			6843					0	18953

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6			274	-0.70	0.00	6.00	1644	0
Muro frontale	q6			1912	0.00	0.00	2.38	4540	0
Rinterro					0.00	0.00	0.00	0	0
Totale generale				2186				6184	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q6	137			-0.70	0.00	6.00	0	-96
Muro frontale	q6	956			0.00	0.00	2.38	0	0
Totale generale		1093						0	-96

FONDAZIONE

AZIONI SU SPALLA [kN.m]

cond statica

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	g1	685			12.60	0.00	8.20	0	8631
Muro frontale	g1	4780			13.30	0.00	4.58	0	63570
Plinto	g1	27225			0.00	0.00	1.10	0	0
Soletta	g1	9009			-0.45		8.00	0	-4054
Muro post. 1	g1	1716			-13.60		4.80	0	-23338
Muro post. 2	g1	1716			-0.50		4.80	0	-858
Muri andatori	g1	11789			-1.40	0.00	5.83	0	-16504
Totale Permanenti		56919						0	27447
Rinterro	g3	0			-1.40	0.00	5.83	0	0
Ricop. Plinto	g3	369			1.40	0.00	2.70	0	516
Sovr. acc. sul rilevato		19677			-1.40	0.00	9.45	0	-27548
* Il sovraccarico accidentale a tergo della spalla è da considerarsi presente in tutte le combinazioni									
Rinterro	g3		3420		-1.40	0.00	3.15	0	10774
Sovr. acc. sul rilevato			1632		0.00	0.00	4.73	0	7712

AZIONI SU SPALLA [kN.m]

cond sismica x

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s		274		12.60	0.00	8.20	0	2247
Muro frontale	q _s		1912		13.30	0.00	4.58	0	8746
Plinto	q _s		10889		0.00	0.00	1.10	0	11978
Soletta			3603		-0.45	0.00	8.00	0	28826
Muro post. 1			686		-13.60	0.00	4.80	0	3294
Muro post. 2			686		-0.50	0.00	4.80	0	3294
Muri andatori	q _s		4715		-1.40	0.00	5.83	0	27465
Rinterro	Inerzia		0		-1.40	0.00	5.83	0	0
	Sovraspinta		5786		-1.40	0.00	3.15	0	18225
Rinterro [totale]			5786				5.83	0	18225
Sovr. acc. sul rilevato			1632		-1.40		5.83	0	7712
Totale generale			30184						111788

cond sismica y

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s			274	12.60	0.00	8.20	2247	0
Muro frontale	q _s			1912	13.30	0.00	4.58	8746	0
Plinto	q _s			10889	0.00	0.00	1.10	11978	0
Soletta				3603	-0.45	0.00	8.00	28826	0
Muro post. 1				686	-13.60	0.00	4.80	3294	0
Muro post. 2				686	-0.50	0.00	4.80	3294	0
Muri andatori	q _s			4715	-1.40	0.00	5.83	27465	0
Rinterro	Inerzia			0	0.00		5.83	0	0
	Sovraspinta			663			3.15	2090	0
Rinterro [totale]				663			2090	0	0
Sovr. acc. sul rilevato				1632	-1.40		9.45	15425	0
Totale generale				25061				103366	0

cond sismica vert

Descrizione carico		F _Z	F _X	F _Y	b _{ix}	b _{iy}	b _{iz}	M _x	M _y
		[kN]	[kN]	[kN]	[m]	[m]	[m]	[kNm]	[kNm]
Paraghiaia	q _s	137			12.60	0.00	8.20	0.00	1726
Muro frontale	q _s	956			13.30	0.00	4.58	0.00	12713
Plinto	q _s	5445			0.00	0.00	1.10	0.00	0
Soletta		1802			-0.45	0.00	8.00	0.00	-811
Muro post. 1		343			-13.60	0.00	4.80	0.00	-4667
Muro post. 2		343			-0.50	0.00	4.80	0.00	-172
Muri andatori	q _s	2357			-1.40	0.00	5.83	0.00	-3300
Rinterro	q _s	0			-1.40	0.00	5.83	0.00	0
Ricop. Plinto	q _s	74			1.40	0.00	2.70	0.00	103
Totale generale		11457						0.00	5592



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	36 di 77

4.7 Sollecitazioni

4.7.1 Muro paraghiaia

In condizioni statiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta del rilevato, dalla spinta dei sovraccarichi accidentali, dai sovraccarichi mobili agenti sulla mensola del muro e dall'azione di frenatura. In condizioni sismiche il muro paraghiaia è sollecitato dalla spinta sismica del rilevato, dalle masse del muro. Il modello di calcolo utilizzato è quello di mensola incastrata al muro frontale.

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA**

	Nz	Tx	Ty	Mx	My
A2 - SLU - N max gr.1	685	1300	0	0	1447
A2 - SLU - MT max gr.1	685	1300	0	0	1447
A2 - SLU - ML max gr.1	685	1300	0	0	1447
A2 - SLU - N max gr.3	685	1300	0	0	1447
A2 - SLU - MT max gr.3	685	1300	0	0	1447
A2 - SLU - ML max gr.3	685	1300	0	0	1447
A2 - SLU - Vento ponte scarico	685	428	0	0	357
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	685	872	0	0	1090
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	685	872	0	0	1090
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	685	872	0	0	1090
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	685	872	0	0	1090
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	685	872	0	0	1090
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	685	872	0	0	1090
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	685	0	0	0	0
A1 - SLU - N max gr.1	925	1505	0	0	1676
A1 - SLU - MT max gr.1	925	1505	0	0	1676
A1 - SLU - ML max gr.1	925	1505	0	0	1676
A1 - SLU - N max gr.3	925	1505	0	0	1676
A1 - SLU - MT max gr.3	925	1505	0	0	1676
A1 - SLU - ML max gr.3	925	1505	0	0	1676
A1 - SLU - Vento ponte scarico	925	494	0	0	411
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	685	1012	0	0	1265
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	685	1012	0	0	1265
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	685	1012	0	0	1265
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	685	1012	0	0	1265
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	685	1012	0	0	1265
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	685	1012	0	0	1265
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	685	0	0	0	0
SLE rara - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE rara - MT max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE rara - ML max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE rara - N max gr.3	685	1027	0	0	1146
SLE rara - MT max gr.3	685	1027	0	0	1146
SLE rara - ML max gr.3	685	1027	0	0	1146
SLE rara - Vento ponte scarico	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - MT max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - ML max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - N max gr.3	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - MT max gr.3	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - ML max gr.3	685	1027	0	0	1146
SLE freq. - Vento ponte scarico	685	329	0	0	274
SLE quasi permanente	685	329	0	0	274
SLV - N max	822	494	82	103	482
SLV - MT max gr.1	726	494	274	342	482
SLV - ML max gr.1	726	969	82	103	958
SLV - MT max gr.3	644	494	274	342	482
SLV - ML max gr.3	644	969	82	103	958
SLV - N min	548	494	82	103	482

Tabella 3 – Sollecitazioni alla base del muro paraghiaia



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	38 di 77

4.7.2 Muro frontale

Le sollecitazioni riportate nella seguente tabella sono state ottenute dal modello di calcolo descritto nei paragrafi precedenti.

Per la verifica del muro frontale, a quota spiccato, tali azioni possono essere considerate uniformemente distribuite in quanto l'altezza del muro frontale è tale che nell' ipotesi di ripartizione a 45°, tali scarichi si ripartiscono uniformemente alla base del muro

Ai carichi prima riportati, si aggiungono il peso proprio del muro frontale, del muro paraghiaia e la spinta del terreno e del sovraccarico sul rilevato a tergo.

Si ottengono quindi le seguenti sollecitazioni, con riferimento alle combinazioni maggiormente significative.

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE**

	Nz	Tx	Ty	Mx	My
A2 - SLU - N max gr.1	24520	9034	1113	10811	38845
A2 - SLU - MT max gr.1	19842	8409	1045	20798	33206
A2 - SLU - ML max gr.1	13777	7309	976	6723	23825
A2 - SLU - N max gr.3	24520	10759	1045	10320	51178
A2 - SLU - MT max gr.3	19842	9509	1010	20552	41071
A2 - SLU - ML max gr.3	13777	7309	976	6723	23825
A2 - SLU - Vento ponte scarico	13777	4457	459	3171	12997
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	21608	4806	1113	10811	27898
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	16930	4181	1045	20798	22260
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	10865	3081	976	6723	12879
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	21608	6531	1045	10320	40232
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	16930	5281	1010	20552	30125
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	10865	3081	976	6723	12879
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	10865	229	459	3171	2051
A1 - SLU - N max gr.1	30490	10497	1332	12741	45382
A1 - SLU - MT max gr.1	25063	9772	1253	24326	38841
A1 - SLU - ML max gr.1	18027	8496	1173	7999	27959
A1 - SLU - N max gr.3	30490	12501	1253	12171	59709
A1 - SLU - MT max gr.3	25063	11050	1213	24041	47977
A1 - SLU - ML max gr.3	18027	8496	1173	7999	27959
A1 - SLU - Vento ponte scarico	18027	5188	575	3890	15399
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	23327	5618	1332	12741	32447
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	17901	4893	1253	24326	25907
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	10865	3617	1173	7999	15024
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	23327	7622	1253	12171	46774
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	17901	6171	1213	24041	35043
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	10865	3617	1173	7999	15024
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	10865	229	495	3477	2051
SLE rara - N max gr.1	21700	7143	923	8766	31149
SLE rara - MT max gr.1	17957	6643	868	16755	26638
SLE rara - ML max gr.1	13105	5763	813	5495	19133
SLE rara - N max gr.3	21700	8523	868	8372	41016
SLE rara - MT max gr.3	17957	7523	841	16558	32930
SLE rara - ML max gr.3	13105	5763	813	5495	19133
SLE rara - Vento ponte scarico	13105	5505	406	2711	17805
SLE freq. - N max gr.1	18262	6488	450	3940	25812
SLE freq. - MT max gr.1	16987	6415	479	11251	24872
SLE freq. - ML max gr.1	13105	5660	384	1977	18602
SLE freq. - N max gr.3	18262	7316	417	3704	31732
SLE freq. - MT max gr.3	16987	7119	457	11093	29905
SLE freq. - ML max gr.3	13105	5660	384	1977	18602
SLE freq. - Vento ponte scarico	13105	3482	318	1946	10471
SLE quasi permanente	13105	3482	229	1180	10471
SLV - N max	17788	6905	1967	12617	35437
SLV - MT max gr.1	14964	6705	6106	39830	33559
SLV - ML max gr.1	13994	15507	1945	11893	83600
SLV - MT max gr.3	13186	6705	6106	39770	33336
SLV - ML max gr.3	12215	15507	1945	11834	83377
SLV - N min	11859	6905	1967	12418	34693

Tabella 4 – Sollecitazioni alla base del muro frontale

Le sollecitazioni in direzione trasversale risultano trascurabili rispetto a quelle in direzione longitudinale, tenuto anche conto della geometria della sezione del muro frontale.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	40 di 77

4.7.3 Plinto di fondazione

In questo paragrafo si riporta la determinazione delle sollecitazioni in quota testa pali che si ottengono sommando, alle azioni provenienti dall'impalcato, la risultante e il momento risultante dei pesi della struttura, del terreno interno alla spalla e delle spinte dovute al rilevato rispetto al baricentro del plinto. In condizioni sismiche si è tenuto conto dell'incremento di spinta delle inerzie.

Nella tabella che segue sono indicati la risultante e momento risultante rispetto al baricentro del plinto di fondazione.

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

	Nz	Tx	Ty	Mx	My
A2 - SLU - N max gr.1	101051	12757	1113	13260	310276
A2 - SLU - MT max gr.1	96373	12132	1045	23096	241040
A2 - SLU - ML max gr.1	90307	11032	976	8870	148569
A2 - SLU - N max gr.3	101051	14482	1045	12618	326404
A2 - SLU - MT max gr.3	96373	13232	1010	22775	251325
A2 - SLU - ML max gr.3	90307	11032	976	8870	148569
A2 - SLU - Vento ponte scarico	65711	7413	459	4181	165059
A2 - SLU Gmin - N max gr.1	97660	5573	1113	13260	247518
A2 - SLU Gmin - MT max gr.1	92981	4948	1045	23096	178282
A2 - SLU Gmin - ML max gr.1	86916	3848	976	8870	85812
A2 - SLU Gmin - N max gr.3	97660	7298	1045	12618	263647
A2 - SLU Gmin - MT max gr.3	92981	6048	1010	22775	188567
A2 - SLU Gmin - ML max gr.3	86916	3848	976	8870	85812
A2 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	62319	229	459	4181	102302
A1 - SLU - N max gr.1	129039	14797	1332	15673	378971
A1 - SLU - MT max gr.1	123612	14072	1253	27082	298657
A1 - SLU - ML max gr.1	116576	12796	1173	10579	191391
A1 - SLU - N max gr.3	129039	16801	1253	14927	397706
A1 - SLU - MT max gr.3	123612	15350	1213	26709	310604
A1 - SLU - ML max gr.3	116576	12796	1173	10579	191391
A1 - SLU - Vento ponte scarico	88044	8598	575	5155	210520
A1 - SLU Gmin - N max gr.1	103314	6508	1332	15673	271342
A1 - SLU Gmin - MT max gr.1	97887	5783	1253	27082	191029
A1 - SLU Gmin - ML max gr.1	90851	4507	1173	10579	83763
A1 - SLU Gmin - N max gr.3	103314	8512	1253	14927	290077
A1 - SLU Gmin - MT max gr.3	97887	7061	1213	26709	202976
A1 - SLU Gmin - ML max gr.3	90851	4507	1173	10579	83763
A1 - SLU Gmin - Vento ponte scarico	62319	229	495	4565	102302
SLE rara - N max gr.1	93200	10030	923	10797	266750
SLE rara - MT max gr.1	89458	9530	868	18666	211361
SLE rara - ML max gr.1	84605	8650	813	7284	137385
SLE rara - N max gr.3	93200	11410	868	10283	279653
SLE rara - MT max gr.3	89458	10410	841	18408	219589
SLE rara - ML max gr.3	84605	8650	813	7284	137385
SLE rara - Vento ponte scarico	84605	8392	406	3605	135489
SLE freq. - N max gr.1	89762	9375	450	4929	214246
SLE freq. - MT max gr.1	88487	9303	479	12306	196187
SLE freq. - ML max gr.1	84605	8547	384	2822	136626
SLE freq. - N max gr.3	89762	10203	417	4621	221987
SLE freq. - MT max gr.3	88487	10007	457	12100	202769
SLE freq. - ML max gr.3	84605	8547	384	2822	136626
SLE freq. - Vento ponte scarico	64928	5755	318	2645	150577
SLE quasi permanente	64928	5755	229	1685	150577
SLV - N max	83911	15276	8438	40954	253389
SLV - MT max gr.1	73832	15076	27676	133296	219709
SLV - ML max gr.1	72862	39951	8416	40182	330361
SLV - MT max gr.3	65835	15076	27676	133236	201137
SLV - ML max gr.3	64865	39951	8416	40122	311789
SLV - N min	57254	15276	8438	40755	191483

Tabella 5 – Sollecitazioni ad intradosso del baricentro fondazione

4.8 Pali di fondazione

Le sollecitazioni risultanti sono riportati nelle seguenti tabelle:

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
Al - SLU - N max gr.1	129039	14797	1332	15673	378971	7014	2203	531
Al - SLU - MT max gr.1	123612	14072	1253	27082	298657	6450	2379	505
Al - SLU - ML max gr.1	116576	12796	1173	10579	191391	5403	2923	459
Al - SLU - N max gr.3	129039	16801	1253	14927	397706	7118	2099	602
Al - SLU - MT max gr.3	123612	15350	1213	26709	310604	6518	2312	550
Al - SLU - ML max gr.3	116576	12796	1173	10579	191391	5403	2923	459
Al - SLU - Vento ponte scarico	88044	8598	575	5155	210520	4447	1842	308
Al - SLU Gmin - N max gr.1	103314	6508	1332	15673	271342	5454	1925	237
Al - SLU Gmin - MT max gr.1	97887	5783	1253	27082	191029	4891	2101	211
Al - SLU Gmin - ML max gr.1	90851	4507	1173	10579	83763	3844	2645	166
Al - SLU Gmin - N max gr.3	103314	8512	1253	14927	290077	5559	1821	307
Al - SLU Gmin - MT max gr.3	97887	7061	1213	26709	202976	4959	2033	256
Al - SLU Gmin - ML max gr.3	90851	4507	1173	10579	83763	3844	2645	166
Al - SLU Gmin - Vento ponte scarico	62319	229	495	4565	102302	2878	1573	19

Tabella 6 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLU

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLV - N max	83911	15276	8438	40954	253389	4895	1099	623
SLV - MT max gr.1	73832	15076	27676	133296	219709	5214	60	1126
SLV - ML max gr.1	72862	39951	8416	40182	330361	4951	253	1458
SLV - MT max gr.3	65835	15076	27676	133236	201137	4817	-115	1126
SLV - ML max gr.3	64865	39951	8416	40122	311789	4555	79	1458
SLV - N min	57254	15276	8438	40755	191483	3573	517	623

Tabella 7 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLV

SOLL. TOTALI NEL BARICENTRO DELLA PALIFICATA								
C.C.	N	T _x	T _y	M _x	M _y	N _{max/palo}	N _{min/palo}	T _{/palo}
n°	kN	kN	kN	kNm	kNm	kN	kN	kN
SLE rara - N max gr.1	93200	10030	923	10797	266750	5019	1638	360
SLE rara - MT max gr.1	89458	9530	868	18666	211361	4631	1759	342
SLE rara - ML max gr.1	84605	8650	813	7284	137385	3909	2134	310
SLE rara - N max gr.3	93200	11410	868	10283	279653	5091	1566	409
SLE rara - MT max gr.3	89458	10410	841	18408	219589	4677	1713	373
SLE rara - ML max gr.3	84605	8650	813	7284	137385	3909	2134	310
SLE rara - Vento ponte scarico	84605	8392	406	3605	135489	3862	2181	300

Tabella 8 – Sollecitazioni massime sul singolo palo C.C. SLE

4.9 Verifiche degli elementi strutturali

Per tutti gli elementi strutturali della spalla (muro frontale, muro paraghiaia, ...) vengono svolte le seguenti verifiche:

- verifiche a rottura (pressoflessione e taglio) per le combinazioni allo stato limite ultimo (SLU).
- verifiche tensionali per le combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti (SLE)
- verifiche a fessurazione per le combinazioni rara (SLE)

CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE INTERNA ALLA BASE DEL PARAGHIAIA

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	685	1300	0	0	1447
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	685	1300	0	0	1447
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	685	1300	0	0	1447
	Mxx _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	685	1300	0	0	1447
	Myy _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	685	1300	0	0	1447
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	925	1505	0	0	1676
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	925	1505	0	0	1676
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	925	1505	0	0	1676
	Mxx _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	925	1505	0	0	1676
	Myy _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	925	1505	0	0	1676
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Tx,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Ty,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Mxx _{max}	SLE rara - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Myy _{max}	SLE rara - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq. - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Tx,A _{max}	SLE freq. - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Ty,A _{max}	SLE freq. - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Mxx _{max}	SLE freq. - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
	Myy _{max}	SLE freq. - N max gr.1	685	1027	0	0	1146
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	685	329	0	0	274
SLV	Nz,A _{max}	SLV - N max	822	494	82	103	482
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	726	969	82	103	958
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	726	494	274	342	482
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	726	494	274	342	482
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	726	969	82	103	958

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA ALLA BASE DEL MURO FRONTALE**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	24520	9034	1113	10811	38845
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.3	24520	10759	1045	10320	51178
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	24520	9034	1113	10811	38845
	Mxx _{max}	A2 - SLU - MT max gr.1	19842	8409	1045	20798	33206
	Myy _{max}	A2 - SLU - N max gr.3	24520	10759	1045	10320	51178
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	30490	10497	1332	12741	45382
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.3	30490	12501	1253	12171	59709
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	30490	10497	1332	12741	45382
	Mxx _{max}	A1 - SLU - MT max gr.1	25063	9772	1253	24326	38841
	Myy _{max}	A1 - SLU - N max gr.3	30490	12501	1253	12171	59709
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	21700	7143	923	8766	31149
	Tx,A _{max}	SLE rara - N max gr.3	21700	8523	868	8372	41016
	Ty,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	21700	7143	923	8766	31149
	Mxx _{max}	SLE rara - MT max gr.1	17957	6643	868	16755	26638
	Myy _{max}	SLE rara - N max gr.3	21700	8523	868	8372	41016
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq. - N max gr.1	18262	6488	450	3940	25812
	Tx,A _{max}	SLE freq. - N max gr.3	18262	7316	417	3704	31732
	Ty,A _{max}	SLE freq. - MT max gr.1	16987	6415	479	11251	24872
	Mxx _{max}	SLE freq. - MT max gr.1	16987	6415	479	11251	24872
	Myy _{max}	SLE freq. - N max gr.3	18262	7316	417	3704	31732
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	13105	3482	229	1180	10471
SLV	Nz,A _{max}	SLV - N max	17788	6905	1967	12617	35437
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	13994	15507	1945	11893	83600
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	14964	6705	6106	39830	33559
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	14964	6705	6106	39830	33559
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	13994	15507	1945	11893	83600

**CARATTERISTICHE DELLA SOLLECITAZIONE
INTERNA INTRADOSSO FONDAZIONE**

			Nz,A [kN]	Tx,A [kN]	Ty,A [kN]	Mxx [kNm]	Myy [kNm]
SLU GEO	Nz,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	101051	12757	1113	13260	310276
	Tx,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.3	101051	14482	1045	12618	326404
	Ty,A _{max}	A2 - SLU - N max gr.1	101051	12757	1113	13260	310276
	Mxx _{max}	A2 - SLU - MT max gr.1	96373	12132	1045	23096	241040
	Myy _{max}	A2 - SLU - N max gr.3	101051	14482	1045	12618	326404
SLU STR	Nz,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	129039	14797	1332	15673	378971
	Tx,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.3	129039	16801	1253	14927	397706
	Ty,A _{max}	A1 - SLU - N max gr.1	129039	14797	1332	15673	378971
	Mxx _{max}	A1 - SLU - MT max gr.1	123612	14072	1253	27082	298657
	Myy _{max}	A1 - SLU - N max gr.3	129039	16801	1253	14927	397706
SLE RARA	Nz,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	93200	10030	923	10797	266750
	Tx,A _{max}	SLE rara - N max gr.3	93200	11410	868	10283	279653
	Ty,A _{max}	SLE rara - N max gr.1	93200	10030	923	10797	266750
	Mxx _{max}	SLE rara - MT max gr.1	89458	9530	868	18666	211361
	Myy _{max}	SLE rara - N max gr.3	93200	11410	868	10283	279653
SLE FREQUENTE	Nz,A _{max}	SLE freq. - N max gr.1	89762	9375	450	4929	214246
	Tx,A _{max}	SLE freq. - N max gr.3	89762	10203	417	4621	221987
	Ty,A _{max}	SLE freq. - MT max gr.1	88487	9303	479	12306	196187
	Mxx _{max}	SLE freq. - MT max gr.1	88487	9303	479	12306	196187
	Myy _{max}	SLE freq. - N max gr.3	89762	10203	417	4621	221987
SLE Q.P.		SLE quasi permanente	64928	5755	229	1685	150577
SLV	Nz,A _{max}	SLV - N max	83911	15276	8438	40954	253389
	Tx,A _{max}	SLV - ML max gr.1	72862	39951	8416	40182	330361
	Ty,A _{max}	SLV - MT max gr.1	73832	15076	27676	133296	219709
	Mxx _{max}	SLV - MT max gr.1	73832	15076	27676	133296	219709
	Myy _{max}	SLV - ML max gr.1	72862	39951	8416	40182	330361



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	46 di 77

4.9.1 Paraghiaia

Viene verificata la sezione di incastro con lo spiccato del muro frontale. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro paraghiaia viene considerato come una mensola incastrata allo spiccato del muro frontale, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 80x1370 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 16/10$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 16/20$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 12/20$

$A'_s = \phi 12/20$

La verifica a taglio è soddisfatta come elemento non armato a taglio. Si prevede comunque un minimo di armatura a taglio costituita da spilli 9Ø8/m²

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
 AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
 INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	47 di 77

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	1370.0
3	80.0	1370.0
4	80.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	8.0	8.0	16
2	8.0	1362.0	16
3	72.0	1362.0	16
4	72.0	8.0	16

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	134	16
2	3	4	67	16

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	925.00	0.00	1676.00	0.00	1505.00
2	925.00	0.00	1676.00	0.00	1505.00
3	925.00	0.00	1676.00	0.00	1505.00
4	925.00	0.00	1676.00	0.00	1505.00
5	925.00	0.00	1676.00	0.00	1505.00
6	822.00	103.00	482.00	82.00	494.00
7	726.00	103.00	958.00	82.00	969.00
8	726.00	342.00	482.00	274.00	494.00
9	726.00	342.00	482.00	274.00	494.00
10	726.00	103.00	958.00	82.00	969.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	48 di 77

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	685.00	0.00	1146.00
2	685.00	0.00	1146.00
3	685.00	0.00	1146.00
4	685.00	0.00	1146.00
5	685.00	0.00	1146.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	685.00	0.00 (0.00)	1146.00 (5540.07)
2	685.00	0.00 (0.00)	1146.00 (5540.07)
3	685.00	0.00 (0.00)	1146.00 (5540.07)
4	685.00	0.00 (0.00)	1146.00 (5540.07)
5	685.00	0.00 (0.00)	1146.00 (5540.07)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	685.00	0.00 (0.00)	274.00 (7716.53)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
Mx	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My	Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	49 di 77

Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex (4.1.15)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	925.00	0.00	1676.00	925.09	0.06	7865.76	4.68412.2(196.3)	
2	S	925.00	0.00	1676.00	925.09	0.06	7865.76	4.68412.2(196.3)	
3	S	925.00	0.00	1676.00	925.09	0.06	7865.76	4.68412.2(196.3)	
4	S	925.00	0.00	1676.00	925.09	0.06	7865.76	4.68412.2(196.3)	
5	S	925.00	0.00	1676.00	925.09	0.06	7865.76	4.68412.2(196.3)	
6	S	822.00	103.00	482.00	822.30	1654.89	7841.65	16.07412.2(196.3)	
7	S	726.00	103.00	958.00	726.00	806.77	7816.29	8.11412.2(196.3)	
8	S	726.00	342.00	482.00	725.95	5488.87	7793.31	16.01390.1(196.3)	
9	S	726.00	342.00	482.00	725.95	5488.87	7793.31	16.01390.1(196.3)	
10	S	726.00	103.00	958.00	726.00	806.77	7816.29	8.11412.2(196.3)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 x/d Rapporto di duttilità [§ 4.1.2.1.2.1 NTC] deve essere < 0.45
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00076	72.0	1362.0	-0.03481	8.0	8.0
2	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00076	72.0	1362.0	-0.03481	8.0	8.0
3	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00076	72.0	1362.0	-0.03481	8.0	8.0
4	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00076	72.0	1362.0	-0.03481	8.0	8.0
5	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00076	72.0	1362.0	-0.03481	8.0	8.0
6	0.00350	0.092	80.0	1370.0	-0.00070	72.0	1362.0	-0.03448	8.0	8.0
7	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00075	72.0	1362.0	-0.03488	8.0	8.0
8	0.00350	0.098	80.0	1370.0	-0.00041	72.0	1362.0	-0.03225	8.0	8.0
9	0.00350	0.098	80.0	1370.0	-0.00041	72.0	1362.0	-0.03225	8.0	8.0
10	0.00350	0.091	80.0	1370.0	-0.00075	72.0	1362.0	-0.03488	8.0	8.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000532085	0.000000000	-0.039066802	0.091	0.700
2	0.000532085	0.000000000	-0.039066802	0.091	0.700
3	0.000532085	0.000000000	-0.039066802	0.091	0.700
4	0.000532085	0.000000000	-0.039066802	0.091	0.700
5	0.000532085	0.000000000	-0.039066802	0.091	0.700
6	0.000525410	0.000000114	-0.038688786	0.092	0.700



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	50 di 77

7	0.000531076	0.000000102	-0.039125289	0.091	0.700
8	0.000488141	0.000000447	-0.036163215	0.098	0.700
9	0.000488141	0.000000447	-0.036163215	0.098	0.700
10	0.000531076	0.000000102	-0.039125289	0.091	0.700

METODO SLU - VERIFICHE A TAGLIO SENZA ARMATURE TRASVERSALI (§ 4.1.2.1.3.1 NTC)

Ver S = comb.verificata a taglio/ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb. (sollecit. retta)
 Vwct Taglio trazione resistente [kN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 d Altezza utile sezione [cm]
 bw Larghezza minima sezione [cm]
 Ro Rapporto geometrico di armatura longitudinale [<0.02]
 Scp Tensione media di compressione nella sezione [Mpa]

N°Comb	Ver	Ved	Vwct	d	bw	Ro	Scp
1	S	1505.00	4468.07	72.0	1370.0	0.0042	0.08
2	S	1505.00	4468.07	72.0	1370.0	0.0042	0.08
3	S	1505.00	4468.07	72.0	1370.0	0.0042	0.08
4	S	1505.00	4468.07	72.0	1370.0	0.0042	0.08
5	S	1505.00	4468.07	72.0	1370.0	0.0042	0.08
6	S	494.02	4454.20	72.0	1370.0	0.0042	0.08
7	S	969.02	4441.24	72.0	1370.0	0.0042	0.07
8	S	494.25	4441.37	72.0	1370.1	0.0042	0.07
9	S	494.25	4441.37	72.0	1370.1	0.0042	0.07
10	S	969.02	4441.24	72.0	1370.0	0.0042	0.07

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
2	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
3	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
4	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
5	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}

Ver. Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	51 di 77

sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
2	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
3	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
4	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
5	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
2	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
3	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
4	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4
5	S	1.37	80.0	1370.0	-51.7	8.0	118.3	25696	273.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
2	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
3	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
4	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07
5	S	-0.00030	0	0.500	16.0	72	0.00016 (0.00016)	500	0.078 (0.20)	0.00	5540.07

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.31	80.0	0.0	-4.8	8.0	1362.0	20550	273.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00003	0	0.500	16.0	72	0.00001 (0.00001)	449	0.006 (0.20)	0.00	7716.53

4.9.2 Muro frontale

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione. Nella determinazione dei momenti flettenti di verifica il muro frontale viene considerato come una mensola incastrata nella platea di fondazione, trascurando a favore di sicurezza gli effetti dovuti alla eventuale presenza dei muri di risvolto.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
 AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
 INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	52 di 77

Caratteristiche della sezione :

Sezione rettangolare 250x1370 cm

Armatura verticale

$A_s = \phi 26/10 + \phi 26/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 26/10$ (lato esterno)

Armatura orizzontale

$A_s = \phi 20/20 + \phi 20/20$ (lato controterra)

$A'_s = \phi 20/20$ (lato esterno)

Per la verifica a taglio della sezione si considera l'area di ferro necessaria, come indicata dal codice di calcolo, e si assegna una armatura equivalente; in particolare si utilizzeranno:

Spille 9 $\phi 10/mq$.

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	53 di 77

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	1370.0
3	250.0	1370.0
4	250.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	1361.0	26
3	241.0	1361.0	26
4	241.0	9.0	26
5	15.0	9.0	26
6	15.0	1361.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini.	Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin.	Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre	Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø	Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	2	134	26
2	3	4	134	26
3	5	6	67	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe:	8 mm
Passo staffe:	1.4 cm
Staffe:	Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	30490.00	12741.00	45382.00	1332.00	10497.00
2	30490.00	12171.00	59709.00	1253.00	12501.00
3	30490.00	12741.00	45382.00	1332.00	10497.00
4	25063.00	24326.00	38841.00	1253.00	9772.00
5	30490.00	12171.00	59709.00	1253.00	12501.00
6	17788.00	12617.00	35437.00	1967.00	6905.00

Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	54 di 77

7	13994.00	11893.00	83600.00	1945.00	15507.00
8	14964.00	39830.00	33559.00	6106.00	6705.00
9	14964.00	39830.00	33559.00	6106.00	6705.00
10	13994.00	11893.00	83600.00	1945.00	15507.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	21700.00	8766.00	31149.00
2	21700.00	8372.00	41016.00
3	21700.00	8766.00	31149.00
4	17957.00	16755.00	26638.00
5	21700.00	8372.00	41016.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	18262.00	3940.00 (11552.11)	25812.00 (75680.99)
2	18262.00	3704.00 (8227.37)	31732.00 (70483.47)
3	16987.00	11251.00 (31055.40)	24872.00 (68652.55)
4	16987.00	11251.00 (31055.40)	24872.00 (68652.55)
5	18262.00	3704.00 (8227.37)	31732.00 (70483.47)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	13105.00	1180.00 (13291.86)	10471.00 (117948.32)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.4	cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.9	cm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	55 di 77

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N_r,M_x Res,M_y Res) e (N,M_x,M_y)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	30490.00	12741.00	45382.00	30489.89	37231.91	132929.43	2.901810.5(1027.5)	
2	S	30490.00	12171.00	59709.00	30489.89	27604.87	133063.86	2.221810.5(1027.5)	
3	S	30490.00	12741.00	45382.00	30489.89	37231.91	132929.43	2.901810.5(1027.5)	
4	S	25063.00	24326.00	38841.00	25063.04	78768.52	126425.88	3.231810.5(1027.5)	
5	S	30490.00	12171.00	59709.00	30489.89	27604.87	133063.86	2.221810.5(1027.5)	
6	S	17788.00	12617.00	35437.00	17788.06	42122.37	118986.66	3.331810.5(1027.5)	
7	S	13994.00	11893.00	83600.00	13993.95	16678.32	114886.68	1.371810.5(1027.5)	
8	S	14964.00	39830.00	33559.00	14964.12	134226.81	114312.53	3.381810.5(1027.5)	
9	S	14964.00	39830.00	33559.00	14964.12	134226.81	114312.53	3.381810.5(1027.5)	
10	S	13994.00	11893.00	83600.00	13993.95	16678.32	114886.68	1.371810.5(1027.5)	

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Yc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	250.0	1370.0	0.00238	241.0	1361.0	-0.02745	9.0	9.0
2	0.00350	250.0	1370.0	0.00230	241.0	1361.0	-0.02921	9.0	9.0
3	0.00350	250.0	1370.0	0.00238	241.0	1361.0	-0.02745	9.0	9.0
4	0.00350	250.0	1370.0	0.00255	241.0	1361.0	-0.02359	9.0	9.0
5	0.00350	250.0	1370.0	0.00230	241.0	1361.0	-0.02921	9.0	9.0
6	0.00350	250.0	1370.0	0.00214	241.0	1361.0	-0.03388	9.0	9.0
7	0.00350	250.0	1370.0	0.00177	241.0	1361.0	-0.04317	9.0	9.0
8	0.00350	250.0	1370.0	0.00269	241.0	1361.0	-0.02050	9.0	9.0
9	0.00350	250.0	1370.0	0.00269	241.0	1361.0	-0.02050	9.0	9.0
10	0.00350	250.0	1370.0	0.00177	241.0	1361.0	-0.04317	9.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro aX+bY+c=0 nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
--------	---	---	---	-----	--------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	56 di 77

1	0.000123979	0.000000789	-0.028575215	---	---
2	0.000132221	0.000000622	-0.030406670	---	---
3	0.000123979	0.000000789	-0.028575215	---	---
4	0.000104425	0.000001414	-0.024543117	---	---
5	0.000132221	0.000000622	-0.030406670	---	---
6	0.000150136	0.000000880	-0.035239411	---	---
7	0.000191521	0.000000378	-0.044898343	---	---
8	0.000087434	0.000002149	-0.021303094	---	---
9	0.000087434	0.000002149	-0.021303094	---	---
10	0.000191521	0.000000378	-0.044898343	---	---

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
 Passo staffe: 1.4 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiezione di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	10505.26	107627.35	16255.59240.9	231.4	1370.0	2.500	1.047	46.4	71.8(0.0)
2	S	12506.75	107727.77	16273.45241.0	231.7	1369.8	2.500	1.047	55.2	71.8(0.0)
3	S	10505.26	107627.35	16255.59240.9	231.4	1370.0	2.500	1.047	46.4	71.8(0.0)
4	S	9788.07	106602.43	16244.30240.9	231.2	1368.9	2.500	1.039	43.3	71.8(0.0)
5	S	12506.75	107727.77	16273.45241.0	231.7	1369.8	2.500	1.047	55.2	71.8(0.0)
6	S	6916.41	106435.76	16384.98242.3	233.3	1369.9	2.500	1.028	30.3	71.8(0.0)
7	S	15510.81	106313.53	16453.85243.2	234.2	1370.5	2.500	1.022	67.7	71.8(0.0)
8	S	6853.03	105121.94	16273.12240.9	231.7	1368.2	2.500	1.023	30.2	71.8(0.0)
9	S	6853.03	105121.94	16273.12240.9	231.7	1368.2	2.500	1.023	30.2	71.8(0.0)
10	S	15510.81	106313.53	16453.85243.2	234.2	1370.5	2.500	1.022	67.7	71.8(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.33	250.0	1370.0	-55.8	9.0	9.0	44108	1088.4



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	57 di 77

2	S	4.32	250.0	1370.0	-93.7	9.0	9.0	43877	1088.4
3	S	3.33	250.0	1370.0	-55.8	9.0	9.0	44108	1088.4
4	S	3.07	250.0	1370.0	-53.1	9.0	9.0	40079	1088.4
5	S	4.32	250.0	1370.0	-93.7	9.0	9.0	43877	1088.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver.	La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
e1	Esito della verifica
e2	Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1	Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
kt	= 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
k2	= 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k3	= 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k4	= 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø	= 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Cf	Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
e sm - e cm	Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
sr max	Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
wk	Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
Mx fess.	Massima distanza tra le fessure [mm]
My fess.	Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
	Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	441	0.074 (0.20)	20396.97	72478.36
2	S	-0.00050	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	440	0.124 (0.20)	13686.98	67055.10
3	S	-0.00030	0	0.500	26.0	77	0.00017 (0.00017)	441	0.074 (0.20)	20396.97	72478.36
4	S	-0.00028	0	0.500	26.0	77	0.00016 (0.00016)	425	0.068 (0.20)	41066.73	65290.10
5	S	-0.00050	0	0.500	26.0	77	0.00028 (0.00028)	440	0.124 (0.20)	13686.98	67055.10

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.68	250.0	1370.0	-44.2	9.0	9.0	43552	1088.4
2	S	3.27	250.0	1370.0	-66.5	9.0	9.0	43016	1088.4
3	S	2.76	250.0	1370.0	-47.2	9.0	9.0	42914	1088.4
4	S	2.76	250.0	1370.0	-47.2	9.0	9.0	42914	1088.4
5	S	3.27	250.0	1370.0	-66.5	9.0	9.0	43016	1088.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00024	0	0.500	26.0	77	0.00013 (0.00013)	439	0.058 (0.20)	11552.11	75680.99
2	S	-0.00035	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	436	0.087 (0.20)	8227.37	70483.47
3	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	436	0.062 (0.20)	31055.40	68652.55
4	S	-0.00025	0	0.500	26.0	77	0.00014 (0.00014)	436	0.062 (0.20)	31055.40	68652.55
5	S	-0.00035	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	436	0.087 (0.20)	8227.37	70483.47

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.08	250.0	1370.0	-6.4	9.0	9.0	31688	1088.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00004	0	0.500	26.0	77	0.00002 (0.00002)	390	0.007 (0.20)	13291.86 117948.32

4.9.3 Soletta

La soletta viene verificata tramite uno schema a trave incastrata, di larghezza unitaria. La luce di calcolo è presa pari alla distanza tra il muro frontale e centrale. Il carico variabile viene diffuso sino all'asse della soletta.

Il momento agente viene valutato tramite la formula $M_{Ed} = q * L^2 / 12$

Il taglio agente viene valutato tramite la formula $T_{Ed} = q * L / 2$

				kN/m	kN*m	kN
					M	T
G1	32.5	kN/mq	qSLU	126.55	1519	759
G2	16	kN/mq	qSLE rara	88.97	1068	-
Q	40	kN/mq	q SLE fre	80.87	970	-
			qSLE qp.	48.50	582	-
L	12.00	m				
int.	1	m				

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.800 MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	9.400 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33643.0 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.100 MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00 Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo β1*β2 :	1.00
	Coeff. Aderenza differito β1*β2 :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	59 di 77

Forma del Dominio: Poligonale
Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	130.0
3	100.0	130.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	121.0	26
3	91.0	121.0	26
4	91.0	9.0	26
5	9.0	15.0	26
6	91.0	15.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
N°Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
N°Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
N°Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	8	26
2	2	3	3	26
3	5	6	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
Passo staffe: 13.5 cm
Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia
con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
Vx Componente del Taglio [kN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0.00	1519.00	0.00	759.00	0.00

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	60 di 77

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	1068.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	970.00 (1144.41)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0.00	582.00 (1144.41)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.4 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
--------	-----	---	----	----	-------	--------	--------	----------	-----------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	61 di 77

1	S	0.00	1519.00	0.00	0.00	3488.70	0.00	2.30	106.2(39.0)
---	---	------	---------	------	------	---------	------	------	-------------

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc max Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	130.0	0.00145	9.0	121.0	-0.02400	9.0	9.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000227266	-0.026044614		

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
 Passo staffe: 13.5 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiezz. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con $L=lungh.legat.proietta-$
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	759.00	3722.39	836.58123.8	114.8	100.0	2.500	1.000	6.8	7.4(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	62 di 77

Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	4.32	0.0	130.0	-129.4	91.0	9.0	2750	79.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \max * (e_sm - e_cm)$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00072	0	0.500	26.0	77	0.00039 (0.00039)	414	0.161 (0.20)	1144.41	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	3.92	0.0	130.0	-117.6	91.0	9.0	2750	79.6

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00065	0	0.500	26.0	77	0.00035 (0.00035)	414	0.146 (0.20)	1144.41	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	2.35	0.0	130.0	-70.5	27.2	9.0	2750	79.6

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00039	0	0.500	26.0	77	0.00021 (0.00021)	414	0.088 (0.20)	1144.41	0.00

4.9.4 Zattera di fondazione

Per la valutazione delle sollecitazioni nel plinto di fondazione, è necessario valutare preventivamente le sollecitazioni agenti nei pali di fondazione. Tali sollecitazioni sono state valutate mediante una ripartizione rigida delle sollecitazioni agenti a base plinto.

Si vedano i paragrafi precedenti da cui risulta :

$$N_{\max} = 7118 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$T_{\max} = 602 \text{ kN (CC. SLU)}$$

$$N_{\max} = 5214 \text{ kN (CC. SLV)}$$

$$T_{\max} = 1458 \text{ kN (CC. SLV)}$$

4.9.4.1 Unghia anteriore platea fondazione

Il tacco anteriore del plinto di fondazione è stato verificato ipotizzando un meccanismo di tirante puntone. Si riporta di seguito la verifica. La larghezza di diffusione è stata valutata in corrispondenza del filo anteriore del muro frontale, mediante una diffusione a 45° a partire dal piano medio del palo (vedi figura seguente), mentre l'altezza della biella compressa è stata valutata pari a 0.2 d_p (con d_p altezza utile della sezione del plinto).

La verifica è stata eseguita in corrispondenza del palo più sollecitato.

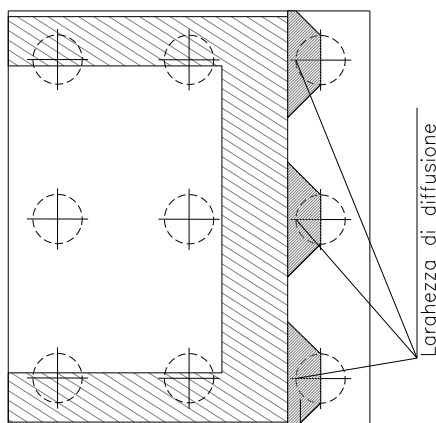
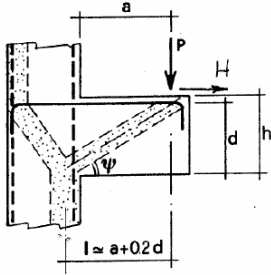


Figura 5 – Diffusione delle azioni dal palo al muro frontale

Di seguito si riportano i risultati delle verifiche strutturali del plinto di fondazione, condotte con riferimento al metodo usualmente utilizzato per la verifica delle mensole tozze, ovvero il metodo del tirante-puntone, di cui nel seguito si riporta lo schema e di verifica generale e relative formulazioni proposte a riguardo al C4.1.2.1.5 dalla Circolare Ministeriale n° 7/19.

VERIFICA - MECCANISMO TIRANTE PUNTONO.



P,H : Carichi Esterni di Progetto (P_{Ed}, H_{Ed})

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza dell'armatura metallica

$$P_R = P_{R_s} = (A_s f_{yd} - H_{Ed}) \frac{1}{\lambda} \quad \lambda = \text{ctg} \psi \approx l / (0,9d).$$

Pr : Portanza mensola in termini di resistenza della Biella compressa

$$P_{R_c} = 0,4 b d f_{cd} \frac{c}{1 + \lambda^2} \geq P_{R_s}$$

CONDIZIONI DI VERIFICA

- $P_R \geq P_{Ed}$
- $P_{R_c} \geq P_{R_s}$

Dati di progetto

b(m)=	1.50	m	dimensione trasversale verifica
P _{Ed} (KN) =	7118.00	KN	Carico complessivo VERTICALE sulla fascia di dimensione b
H _{Ed} (KN) =	602.00	KN	Carico complessivo ORIZZONTALE sulla fascia di dimensione b
a(m) =	1.00	m	distanza P da incastro
h(m) =	2.20	m	spessore mensola
δ(m) =	0.10	m	copriferro riferito al baricentro delle armature complessive in trazione
d(m) =	2.10	m	altezza utile
l(m) =	1.42	m	a+0,2d
λ =	0.75		λ=ctgψ≈l/(0,9d).

Tipo di mensola (Valutazione coefficiente c)

sblazi di piastre (no staffatura)

c(m) = 1.00

Caratteristiche Materiali

f _{cd} =	14.1	MPa	Calcestruzzo
f _{yd} =	391.0	MPa	Acciaio

Caratteristiche Armature di Progetto

Registro tipo	R1				
n° R1 =	1	φ1(mm) =	26.0	p1(cm) =	10.0
A _{φ i} (mm ²) =	530.93	nb tot 1 =	15.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	7963.93
				A _{φ CAL} (mm ²) =	7963.93
Registro tipo	R2				
n° R2 =	1	φ2(mm) =	26.0	p2(cm) =	10.0
A _{φ i} (mm ²) =	530.93	nb tot 2 =	15.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	7963.93
				A _{φ CAL} (mm ²) =	7963.93
Registro tipo	R3				
n° R3 =	0	φ3(mm) =	26.0	p3(cm) =	10.0
A _{φ i} (mm ²) =	530.93	nb tot 3 =	0.0	A _{φ TOT} (mm ²) =	0.00
				A _{φ CAL} (mm ²) =	0.00

Verifiche di resistenza

ψ =	0.926	rad	=	53.08	°
P _{R_s} =	7487.9	KN		PR _s >PE _d - Verifica Soddisfatta	
P _{R_c} =	11355.8	KN		PR _c >PR _s - Verifica Soddisfatta	

4.9.5 Palo di fondazione

Viene verificata la sezione di incastro con la platea di fondazione.

Il momento flettente agente in testa palo viene derivato dal taglio in testa palo nell'ipotesi di elasticità lineare sia per il palo che per il terreno. Risulta

$$M = T * \alpha$$

$$\alpha = 4.35 \text{ (vedi relazione geotecnica)}$$

$$N_{\max} = 7118 \text{ kN} \quad T = 602 \text{ kN} \quad M = 602 * 4.35 = 1617 \text{ kNm}$$

$$N_{\min} = -115 \text{ kN} \quad T = 1458 \text{ kN} \quad M = 1458 * 4.35 = 6343 \text{ kNm}$$

$$N = 5214 \text{ kN} \quad T = 1458 \text{ kN} \quad M_{\max} = 1458 * 4.35 = 6343 \text{ kNm}$$

Caratteristiche della sezione:

Sezione circolare $\varnothing 150 \text{ cm}$

$$A_s = 48 + 48 + 24 \phi 26 \quad \text{staffe } \phi 14/20$$

La lunghezza del palo è pari a $L = 30.00 \text{ m}$

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30	
	Resis. compr. di progetto fcd:	14.160	MPa
	Resis. compr. ridotta fcd':	7.080	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	2.560	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	137.50	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa
Resist. snerv. di progetto fyd:		391.30	MPa
Resist. ultima di progetto ftd:		391.30	MPa
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 * \beta_2$:		1.00	
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 * \beta_2$:		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	66 di 77

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 75.0 cm
 X centro circ.: 0.0 cm
 Y centro circ.: 0.0 cm

DATI GENERAZIONI CIRCOLARI DI BARRE

N°Gen. Numero assegnato alla singola generazione circolare di barre
 Xcentro Ascissa [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Ycentro Ordinata [cm] del centro della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 Raggio Raggio [cm] della circonferenza lungo cui sono disposte le barre generate
 N°Barre Numero di barre generate equidistanti disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	66.3	48	26
2	0.0	0.0	61.1	48	26
3	0.0	0.0	55.9	26	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
 Passo staffe: 20.0 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.
 Vy Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y
 Vx Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	711800	2617	0	602	0
2	157300	2617	0	602	0
3	521400	6343	0	1458	0
4	-11500	6343	0	1458	0

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
---------	---	----	----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	67 di 77

1	5091	1778	0
2	1566	1778	0

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	4571	1586 (383840)	0 (0)
2	1397	1586 (183162)	0 (0)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale in daN applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	240600	81700 (397512)	0 (0)
2	134300	81700 (228760)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.6 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 6.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
 Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	711800	2617	0	711795	1279282	0	488.84	647.7(53.0)
2	S	157300	2617	0	157294	1212479	0	463.31	647.7(53.0)
3	S	521400	6343	0	521410	1264366	0	199.33	647.7(53.0)
4	S	-11500	6343	0	-11485	1178669	0	185.82	647.7(53.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Xc max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
Yc max	Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
es min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs min	Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
Ys min	Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
es max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
Xs max	Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
Ys max	Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	75.0	0.00306	0.0	66.3	-0.00360	0.0	-66.3
2	0.00350	0.0	75.0	0.00297	0.0	66.3	-0.00516	0.0	-66.3
3	0.00350	0.0	75.0	0.00303	0.0	66.3	-0.00407	0.0	-66.3
4	0.00350	0.0	75.0	0.00293	0.0	66.3	-0.00576	0.0	-66.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c	Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000050237	-0.000267809	----	----
2	0.000000000	0.000061278	-0.001095866	----	----
3	0.000000000	0.000053545	-0.000515863	----	----
4	0.000000000	0.000065550	-0.001416232	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe:	14 mm
Passo staffe:	20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver	S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved	Taglio di progetto [daN] = proiezz. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
d z	Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro Braccio coppia interna [cm] Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso. I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw	Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm ² /m]
A.Eff	Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm ² /m] Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature. L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta- ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	602	582082	159614118.6	95.8	137.2	1.000	1.250	0.2	42.6(0.0)
2	S	602	520671	167921119.2	100.8	137.2	1.000	1.063	0.2	42.6(0.0)
3	S	1458	572973	162417118.8	97.5	137.3	1.000	1.208	0.4	42.6(0.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	69 di 77

4 S 1458 495400 170767119.5| 102.5 136.5 1.000 1.000 0.4 42.6(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm²]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm²]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.5	0.0	0.0	-2	0.0	-66.3	574	26.5
2	S	0.4	0.0	0.0	-6	0.0	-66.3	1936	122.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm
 Esito della verifica
 e1 Massima deformazione di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione di trazione del cls. (in sezione fessurata), valutata nella fibra più interna dell'area Ac eff
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = (e1 + e2)/(2*e1) [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0	0.839	26.0	74	0.00000 (0.00000)	412	0.000 (0.20)	379937	0
2	S	0.00000	0	0.836	26.0	74	0.00000 (0.00000)	369	0.001 (0.20)	183159	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	0.4	0.0	0.0	-1	0.0	-66.3	574	26.5
2	S	0.4	0.0	0.0	-5	0.0	-66.3	1936	122.1

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	0.00000	0	0.837	26.0	74	0.00000 (0.00000)	412	0.000 (0.20)	383840	0
2	S	0.00000	0	0.836	26.0	74	0.00000 (0.00000)	369	0.001 (0.20)	183162	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	70 di 77

1	S	23.3	0.0	0.0	-68	0.0	-66.3	474	15.9
2	S	20.8	0.0	0.0	-177	0.0	-66.3	1401	90.3

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm sr max	wk	Mx fess	My fess	
1	S	-0.00005	0	0.838	26.0	74	0.00002 (0.00002)	472	0.010 (0.20)	397512	0
2	S	-0.00010	0	0.835	26.0	74	0.00005 (0.00005)	366	0.019 (0.20)	228760	0

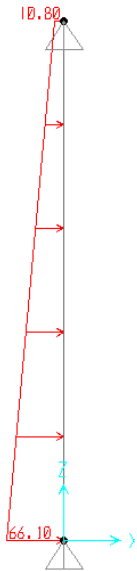
4.9.6 Muro posteriore

Il muro posteriore viene verificato come trave appoggiata superiormente alla soletta superiore, ed inferiormente al piedritto. Viene presa una altezza del muro pari ad 7.2m (asse soletta-asse plinto). Il muro è soggetto alle seguenti forze:

- Spinta statica delle terre

$$p_{ss} = K_o * (H_r + H_{psup} + S_s/2) * \gamma = 10.8 \text{ kN/m}$$

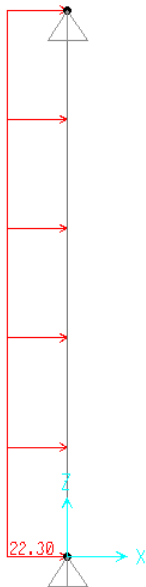
$$p_{is} = p_{ss} + K_o * \gamma * (S_s/2 + H_{int} + S_f/2) = 66.1 \text{ kN/m}$$



- Spinta dovuta al carico accidentale

$$q = 58 \text{ kN/ m}^2$$

$$S_q = 58 * 0.384 = 22.3 \text{ kN/m}^2$$

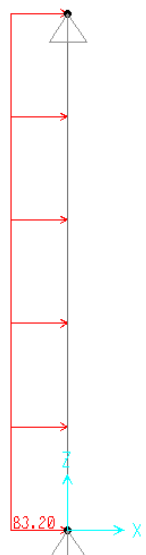


- Sisma: inerzia e sovrappinta:

$$F_{\text{sis}} = a_{\text{max}} \cdot \gamma \cdot (H_{\text{tot}}) = 71.19 \text{ kN/m} \quad (\text{carico applicato sulla parete})$$

$$F_{\text{inp}} = \alpha \cdot S_p \cdot \gamma \cdot 1\text{m} = 12.00 \text{ kN/m} \quad (\text{inerzia piedritto})$$

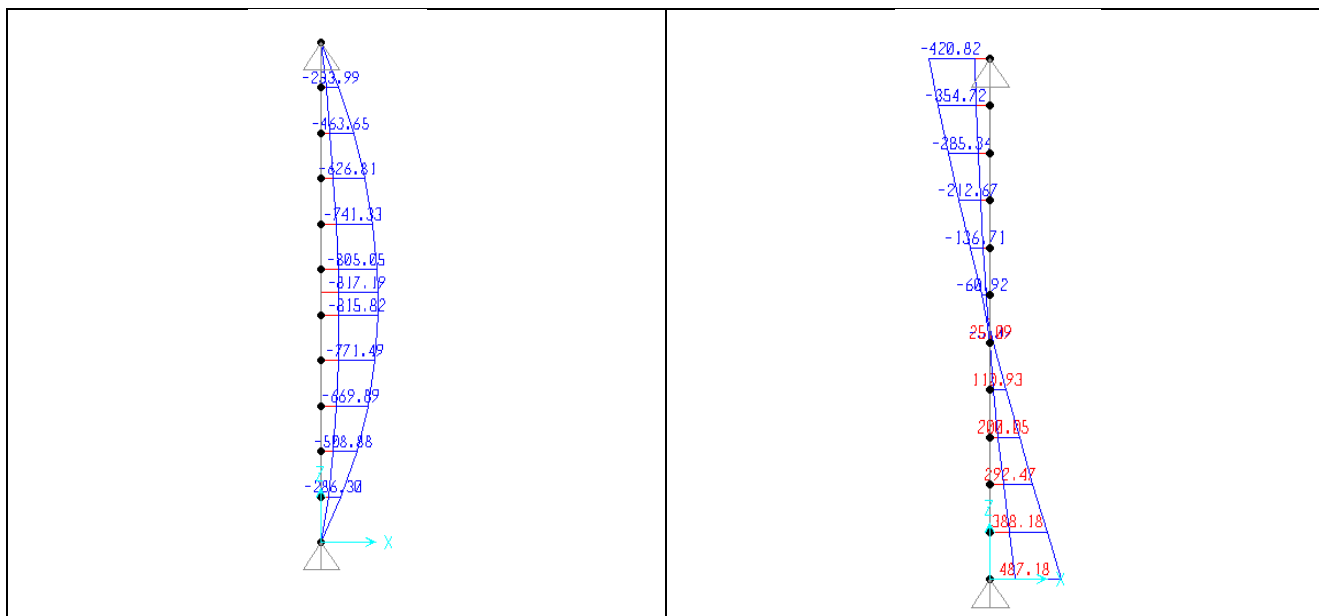
$$\text{Totale} = 83.19 \text{ kN/m}$$



Le sollecitazioni massime risultano:

$$M_{\text{max}} = 817 \text{ kN} \cdot \text{m}$$

$$V_{\text{max}} = 487 \text{ kN}$$



Involuppo Momento kN*m e Taglio kN

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto f_{cd} :	18.800	MPa
	Resis. compr. ridotta f_{cd}' :	9.400	MPa
	Def.unit. max resistenza $ec2$:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu :	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale E_c :	33643.0	MPa
	Resis. media a trazione f_{ctm} :	3.100	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	182.60	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. f_{yk} :	450.00	MPa
	Resist. caratt. rottura f_{tk} :	450.00	MPa
	Resist. snerv. di progetto f_{yd} :	391.30	MPa
	Resist. ultima di progetto f_{td} :	391.30	MPa
	Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068	
	Modulo Elastico E_f :	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50	
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	337.50	MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	73 di 77

Classe Conglomerato: C32/40

N° vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	0.0	0.0
2	0.0	120.0
3	100.0	120.0
4	100.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N° Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ [mm]
1	9.0	9.0	26
2	9.0	111.0	26
3	91.0	111.0	26
4	91.0	9.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N° Gen. Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
 N° Barra Ini. Numero della barra iniziale cui si riferisce la generazione
 N° Barra Fin. Numero della barra finale cui si riferisce la generazione
 N° Barre Numero di barre generate equidistanti cui si riferisce la generazione
 Ø Diametro in mm delle barre della generazione

N° Gen.	N° Barra Ini.	N° Barra Fin.	N° Barre	Ø
1	1	4	3	26
2	2	3	8	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 8 mm
 Passo staffe: 21.4 cm
 Staffe: Una sola staffa chiusa perimetrale

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baric. (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [daNm] intorno all'asse X di riferimento delle coordinate con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.
 Vy Componente del Taglio [kN] parallela all'asse Y di riferimento delle coordinate

N° Comb.	N	Mx	Vy
1	0.00	-817.19	487.18
2	145.80	0.10	487.18

COMB. RARE (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
----------	---	----	----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	74 di 77

1	9.82	-395.79	0.00
2	145.80	0.00	0.00

COMB. FREQUENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	9.82	-367.13 (-931.96)	0.00 (0.00)
2	145.80	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)

COMB. QUASI PERMANENTI (S.L.E.) - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse X di riferimento (tra parentesi Mom.Fessurazione)
 con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	9.82	-281.14 (-933.58)	0.00 (0.00)
2	145.80	0.00 (0.00)	0.00 (0.00)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.5 cm
Copriferro netto minimo staffe:	6.9 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)
 Mx Componente del momento assegnato [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 N Res Sforzo normale resistente [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compress.)
 Mx Res Momento flettente resistente [kNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 As Totale Area totale barre longitudinali [cm²]. [Tra parentesi il valore minimo di normativa]

N°Comb	Ver	N	Mx	N Res	Mx Res	Mis.Sic.	As Totale
1	S	0.00	-817.19	0.00	-2193.19	2.68	79.6(36.0)
2	S	145.80	0.10	145.97	-2267.07	780.57	79.6(36.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Xc max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 Ascissa in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a ec max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es min Deform. unit. minima nell'acciaio (negativa se di trazione)
 Xs min Ascissa in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	75 di 77

Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a es min (sistema rif. X,Y,O sez.)
 es max Deform. unit. massima nell'acciaio (positiva se di compress.)
 Xs max Ascissa in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.0	0.0	0.00070	9.0	9.0	-0.03109	91.0	111.0
2	0.00350	0.0	0.0	0.00082	9.0	9.0	-0.02955	91.0	111.0

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro $aX+bY+c=0$ nel rif. X,Y,O gen.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]; deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000311600	0.003500000		
2	0.000000000	-0.000297739	0.003500000	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 8 mm
 Passo staffe: 21.4 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = V_y ortogonale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [kN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [kN] assorbito dalle staffe [(4.1.18) NTC]
 d | z Altezza utile media pesata sezione ortogonale all'asse neutro | Braccio coppia interna [cm]
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
 I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallele. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_{max} con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	487.18	3452.30	489.46115.5]	106.5	100.0	2.500	1.000	4.7	4.7(0.0)
2	S	487.18	3467.79	488.50115.3]	106.3	100.0	2.500	1.006	4.7	4.7(0.0)

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [Mpa]
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [Mpa]
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm²] in zona tesa considerata aderente alle barre
 As eff. Area barre [cm²] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRUPTAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 1
 LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	76 di 77

1	S	2.06	0.0	0.0	-73.4	81.9	111.0	2250	53.1
2	S	0.12	0.0	0.0	1.6	81.9	111.0	---	---

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
 Esito della verifica

e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
 k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
 kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [kNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [kNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00041	0	0.500	26.0	77	0.00022 (0.00022)	449	0.099 (0.20)	-931.57	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.92	0.0	0.0	-68.0	81.9	111.0	2250	53.1
2	S	0.12	0.0	0.0	1.6	81.9	111.0	---	---

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00038	0	0.500	26.0	77	0.00020 (0.00020)	449	0.092 (0.20)	-931.96	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	1.47	0.0	0.0	-51.9	81.9	111.0	2250	53.1
2	S	0.12	0.0	0.0	1.6	81.9	111.0	---	---

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§ 7.3.4 EC2]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00029	0	0.500	26.0	77	0.00016 (0.00016)	449	0.070 (0.20)	-933.58	0.00
2	S	0.00000	0.00000	---	---	---	---	---	0.000 (0.20)	0.00	0.00

I muri laterali hanno stesso spessore del muro posteriore, per cui risultano verificati.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL'
AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA
INTERESSATO.

MACROFASE FUNZIONALE 1
LOTTO 02

Relazione di calcolo spalle

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 09 CL	VI 03 00 003	A	77 di 77

Tabella riassuntiva armature

PARTE D'OPERA	INCIDENZA (Kg/mc)
Pali di fondazione	160
Fondazione	110
Elevazione	80
Soletta superiore	100

(per il quantitativo di armatura secondaria si assume il 20% di quella principale; si aggiunge al quantitativo di armatura principale e secondaria un 15% per sovrapposizioni/legature)