

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



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

U.O. INFRASTRUTTURE SUD

PROGETTO DEFINITIVO

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

MACROFASE FUNZIONALE 2

LOTTO 3

Bretella PA-CT - OPERE CIVILI

CVF e ponti stradali - NW03 - NW04 Elaborati generali - Relazione di calcolo Spalle

SCALA:

-

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

RS3H 03 D 78 CL NW0004 001 A

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

File: RS3H.0.3.D.78.CL.NW.00.0.4.001.A

n. Elab.:

ITALFERR S.p.A.
Gruppo Ferrovie dello Stato
Direzione Regionale
UO Infrastrutture Sud
Dott. Jacopo Tiberti
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10075



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	2 di 174

Relazione di calcolo Spalla

INDICE

1	PREMESSA.....	5
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	6
3	MATERIALI.....	7
3.1	CALCESTRUZZO SPALLE, SETTI, SOLETTE E MASSETTO PENDENZE (PUNTO 2.6.2.7.6 MDP).....	7
3.2	CALCESTRUZZO PALI DI FONDAZIONE E PLINTO DI FONDAZIONE.....	7
3.3	ACCIAIO PER C.A. (ARMATURA ORDINARIA).....	8
4	CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO.....	10
4.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	10
4.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA.....	10
4.2.1	Combinazione degli effetti dell'azione sismica.....	13
4.2.2	Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni.....	14
5	DESCRIZIONE DELL'OPERA.....	15
5.1	ESECUZIONE DEL MANUFATTO.....	17
6	ANALISI DEI CARICHI.....	18
6.1	PESO PROPRIO (G1).....	18
6.2	PERMANENTI (G2)	18
6.3	AZIONI VARIABILI (Q).....	18
6.3.1	Carico mobile stradale	18
6.4	AZIONI CLIMATICHE.....	19
6.4.1	Variazione termica uniforme ($\epsilon 3$).....	19
6.4.2	Variazione termica differenziale($\epsilon 3$).....	19
6.5	AZIONE DEL VENTO (Q5).....	19
6.6	AZIONE DELLA NEVE	19
6.7	RITIRO E VISCOSITÀ.....	20

6.8	SPINTE DEL TERRENO (G3)	22
6.9	FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA	26
6.10	SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE.....	27
6.11	SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO	28
7	COMBINAZIONI DI CARICO.....	32
8	MODELLAZIONE NUMERICA.....	42
8.1	CODICE DI CALCOLO	43
8.2	TIPO DI ANALISI SVOLTA (PARAGRAFO 10.2 DEL DM 17-01-18)	43
8.3	AFFIDABILITÀ DEI CODICI DI CALCOLO	44
8.4	GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI.....	44
8.5	PARAMETRI MODELLO GEOTECNICO NW01	45
8.5.1	<i>Rigidezza delle molle orizzontali dei pali</i>	<i>46</i>
9	SPOSTAMENTI IN TESTA AI PALI	48
10	ANALISI MODALE	50
11	CRITERI DI VERIFICA	55
12	ANALISI DEI RISULTATI	59
13	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	78
13.1	PARAMENTO SP 1.80 M.....	78
13.1.1	<i>VERIFICA A TAGLIO.....</i>	<i>80</i>
13.1.2	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE</i>	<i>84</i>
13.1.3	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE.....</i>	<i>90</i>
13.2	MURO PARAGHIAIA	96
13.2.1	<i>VERIFICA A TAGLIO.....</i>	<i>98</i>
13.2.2	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE</i>	<i>102</i>
13.2.3	<i>VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE.....</i>	<i>108</i>
13.3	MURI D'ALA LATERALI SP. 1.30M	114
13.3.1	<i>VERIFICA A TAGLIO.....</i>	<i>116</i>



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	4 di 174

Relazione di calcolo Spalla

13.3.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE	120
13.3.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE	127
13.4	SOLETTA DI FONDAZIONE.....	135
13.4.1	VERIFICA A TAGLIO.....	137
13.4.2	VERIFICA A FLESSIONE - M22.....	141
13.4.3	VERIFICA A FLESSIONE - M11.....	147
13.5	VERIFICA LOCALE ELEMENTO AGGETTANTE	153
13.6	VERIFICA STRUTTURALE PALI.....	162
13.6.1	ANALISI DEI CARICHI.....	162
13.6.2	Verifica di resistenza.....	167
13.7	VERIFICHE GEOTECNICHE PALI.....	174

1 PREMESSA

Il presente documento si inserisce nell'ambito della redazione degli elaborati tecnici di progetto definitivo, delle opere d'arte e delle opere interferite relative al Nodo di Catania ed in particolare al progetto definitivo di Interramento linea dal km 231+631, tra le stazioni di Catania Acquicella e Bicocca, al km 237+139, tra le stazioni di Bicocca e Lentini Diramazione, per il prolungamento della pista dell'aeroporto Vincenzo Bellini di Catania-Fontanarossa.

In particolare, ha per oggetto le verifiche secondo il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite (S.L.) delle strutture che costituiscono la "Spalla" del ponte di prima categoria dei viadotti NW03-NW04 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 in accordo con le disposizioni vigenti in Italia e con riferimento alla nuova classificazione sismica del territorio nazionale, secondo il DM 17 gennaio 2018. L'opera in oggetto è progettata per una vita nominale VN pari a 75 anni. Gli si attribuisce inoltre una classe d'uso III ai sensi del DM 17 gennaio 2018 da cui scaturisce un coefficiente d'uso CU=1.5.

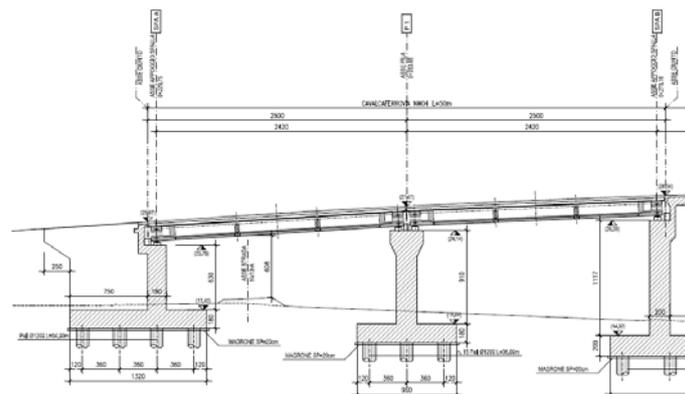


Figura 1 – Viadotto NW03

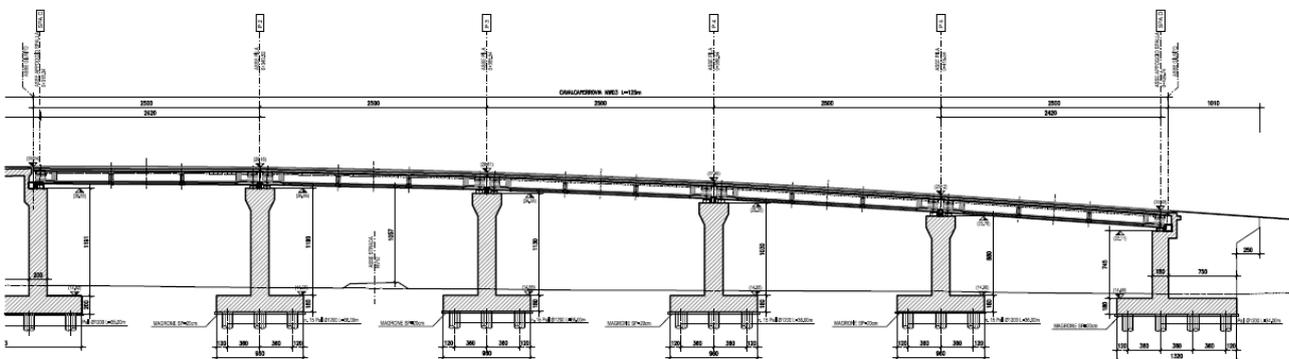


Figura 2 – Viadotto NW04

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>6 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	6 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	6 di 174								

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

Normativa di riferimento:

- [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.

3 MATERIALI

Si riportano di seguito i materiali previsti per la realizzazione delle strutture, suddivisi per elemento costruttivo.

3.1 Calcestruzzo spalle, setti, solette e massetto pendenze (punto 2.6.2.7.6 mdp)

Classe C32/40

$R_{ck} =$	40	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	32	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	40	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata
$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	18,13	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	3,02	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{ctm} =$	3,63	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	2,12	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	33346	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13894	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	50	mm	Copriferro minimo
XC4			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0.55 \times f_{ck} =$	17.6	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0.4 \times f_{ck} =$	12.8	MPa	Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 =$	2.52	MPa	Tensione limite di fessurazione

3.2 Calcestruzzo pali di fondazione e plinto di fondazione

Classe C25/30

$R_{ck} =$	30	MPa	resistenza caratteristica cubica
$f_{ck} =$	25	MPa	resistenza caratteristica cilindrica
$f_{cm} =$	33	MPa	valor medio resistenza cilindrica
$\alpha_{cc} =$	0,85		coeff. rid. Per carichi di lunga durata

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	8 di 174

Relazione di calcolo Spalla

$\gamma_M =$	1,5	-	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{cd} =$	14,17	MPa	resistenza di progetto
$f_{ctm} =$	2,56	MPa	resistenza media a trazione semplice
$f_{cfm} =$	3,08	MPa	resistenza media a trazione per flessione
$f_{ctk} =$	1,79	MPa	valore caratteristico resistenza a trazione
$E_{cm} =$	31476	MPa	Modulo elastico di progetto
$\nu =$	0,2		Coefficiente di Poisson
$G_c =$	13462	MPa	Modulo elastico Tangenziale di progetto
$c =$	60/40	mm	Copriferro minimo pali/plinto di fondazione
XC2			Classe di esposizione
$\sigma_c < 0,55 \times f_{ck} =$	16,5		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni RARE
$\sigma_c < 0,40 \times f_{ck} =$	12		Tensione massima di compressione in esercizio per combinazioni QUASI PERMANENTI
$\sigma_t = f_{ctm} / 1,2 =$	2,52		Tensione limite di fessurazione

3.3 Acciaio per c.a. (armatura ordinaria)

B450C

$f_{yk} \geq$	450 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$f_{tk} \geq$	540 MPa	tensione caratteristica di rottura
$(f_t/f_y)_k \geq$	1,15	
$(f_t/f_y)_k <$	1,35	
$\gamma_s =$	1,15 -	coefficiente parziale di sicurezza SLU
$f_{yd} =$	391,3 MPa	tensione caratteristica di snervamento
$E_s =$	200000 MPa	Modulo elastico di progetto
$\epsilon_{yd} =$	0,196%	deformazione di progetto a snervamento
$\epsilon_{uk} = (A_{gt})_k$	7,50%	deformazione caratteristica ultima
$\sigma_s < 0,75 \times f_{yk} =$	337 MPa	Tensione massima di trazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	9 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Per il calcestruzzo si adotta il diagramma parabola rettangolo definito da un arco di parabola con la seguente equazione:

$$\sigma_c = f_{cd} \cdot \left[2 \cdot \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right) - \left(\frac{\varepsilon_c}{\varepsilon_0} \right)^2 \right]; \quad \text{per: } \varepsilon_c \leq \varepsilon_{c2}$$

$$\sigma_c = 0.85 \cdot f_{cd}; \quad \text{per: } \varepsilon_{c2} \leq \varepsilon_c \leq \varepsilon_{cu2}$$

in cui ε_{c2} e ε_{cu2} assumono i seguenti valori:

deformazione in corrispondenza del valore massimo della tensione $\varepsilon_{c2} = 2.0\%$

deformazione unitaria a rottura $\varepsilon_{cu2} = 3.5\%$

Per l'acciaio B450C Si adotta il diagramma elastico perfettamente plastico considerando, in favore di sicurezza, un limite della deformazione unitaria ultima " ε_{ud} " pari a: deformazione unitaria ultima $\varepsilon_{ud} = 0.9 \times \varepsilon_{uk} = 6.75\%$.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>10 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	10 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	10 di 174								

4 CARATTERIZZAZIONE SISMICA DEL SITO

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

4.1 Vita nominale e classe d'uso

Per la valutazione dei parametri di pericolosità sismica è necessario definire, oltre alla localizzazione geografica del sito, la Vita nominale dell'opera strutturale (VN), intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata, e la Classe d'Uso a cui è associato un coefficiente d'uso (CU)

Per l'opera in oggetto si considera una vita nominale: VN = 75 anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità V<250 Km/h"). Riguardo invece la Classe d'Uso, all'opera in oggetto corrisponde una Classe III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a (NTC – Tabella 2.4.II): $C_u = 1.5$.

I parametri di pericolosità sismica vengono quindi valutate in relazione ad un periodo di riferimento V_R che si ricava per ciascun tipo di costruzione, moltiplicando la vita nominale V_n per il coefficiente d'uso C_u , ovvero:

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

Pertanto, per l'opera in oggetto, il periodo di riferimento è pari a $V_R = 75 \times 1.5 = 112.5$ anni

4.2 Parametri di pericolosità sismica

La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che ai sensi del D.M. 17-01-2018, costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali) dipendono, come già in parte anticipato in precedenza, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (Periodo di riferimento per valutazione azione sismica / VR) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

- Categoria sottosuolo C

I valori delle caratteristiche sismiche (a_g , F_0 , T_c^*) per gli stati limite di normativa sono dunque:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	11 di 174

Latitudine 37.4647 Longitudine 15.0478

WGS84: Lat 37.464700 - Lng 15.047800 ED50: Lat 37.465760 - Lng 15.048614

Visualizza vertici della maglia di appartenenza

Stati limite

Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

Vita Nominale 75

Interpolazione Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	F_0	T_c^* [s]
Operatività (SLO)	68	0.080	2.493	0.281
Danno (SLD)	113	0.103	2.500	0.290
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.321	2.357	0.466
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.458	2.355	0.526

Periodo di riferimento per l'azione sismica: 112.5

Cat. Sottosuolo C

Cat. Topografica T1

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,25	1,05
CC Coeff. funz categoria	1,60	1,58	1,35	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

a_g → accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

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

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

S → coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	12 di 174

Spettri di progetto

Di seguito si forniscono gli spettri di risposta elastici per lo SLV

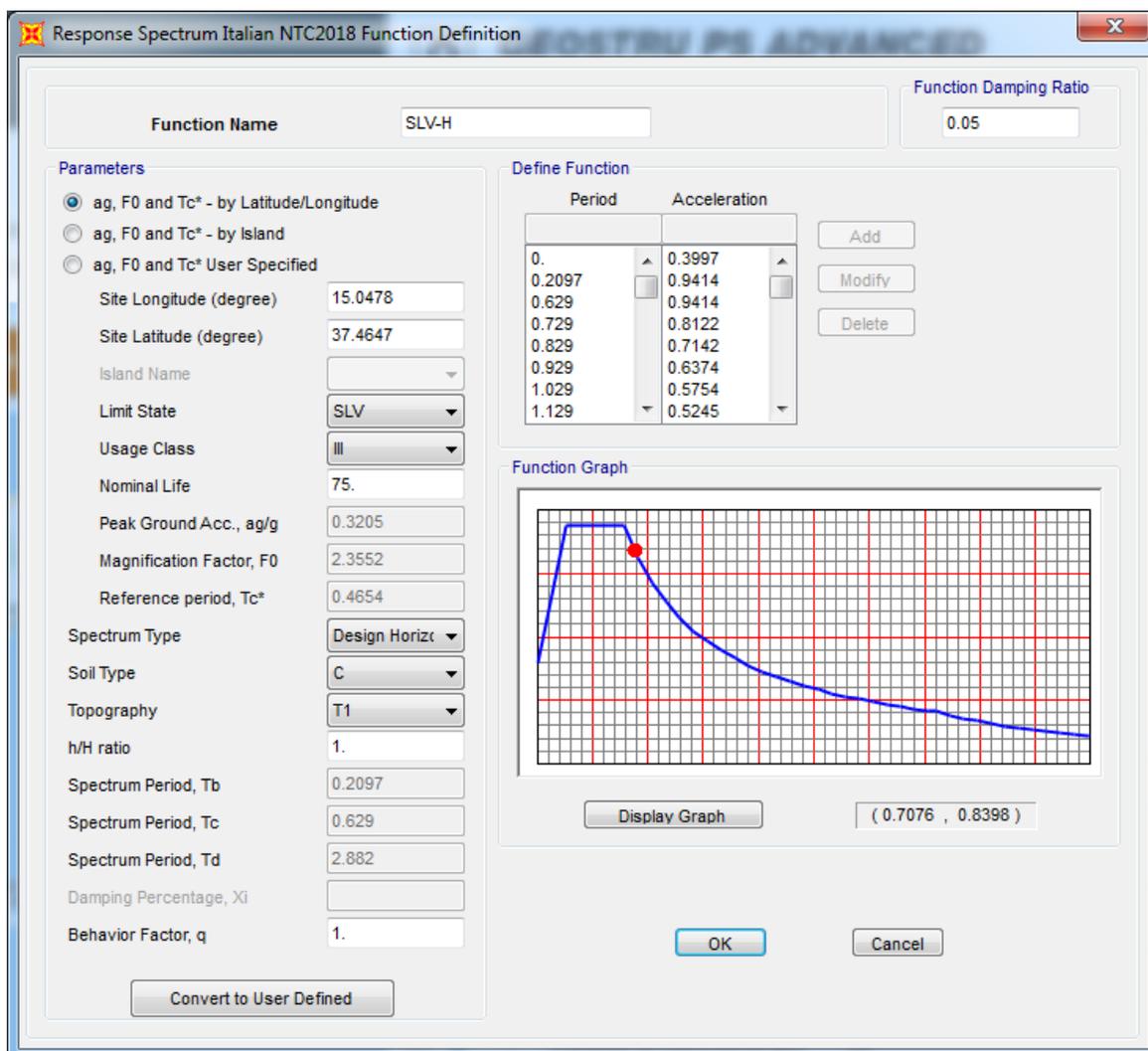
Lat 37.464721 Long 15.047788

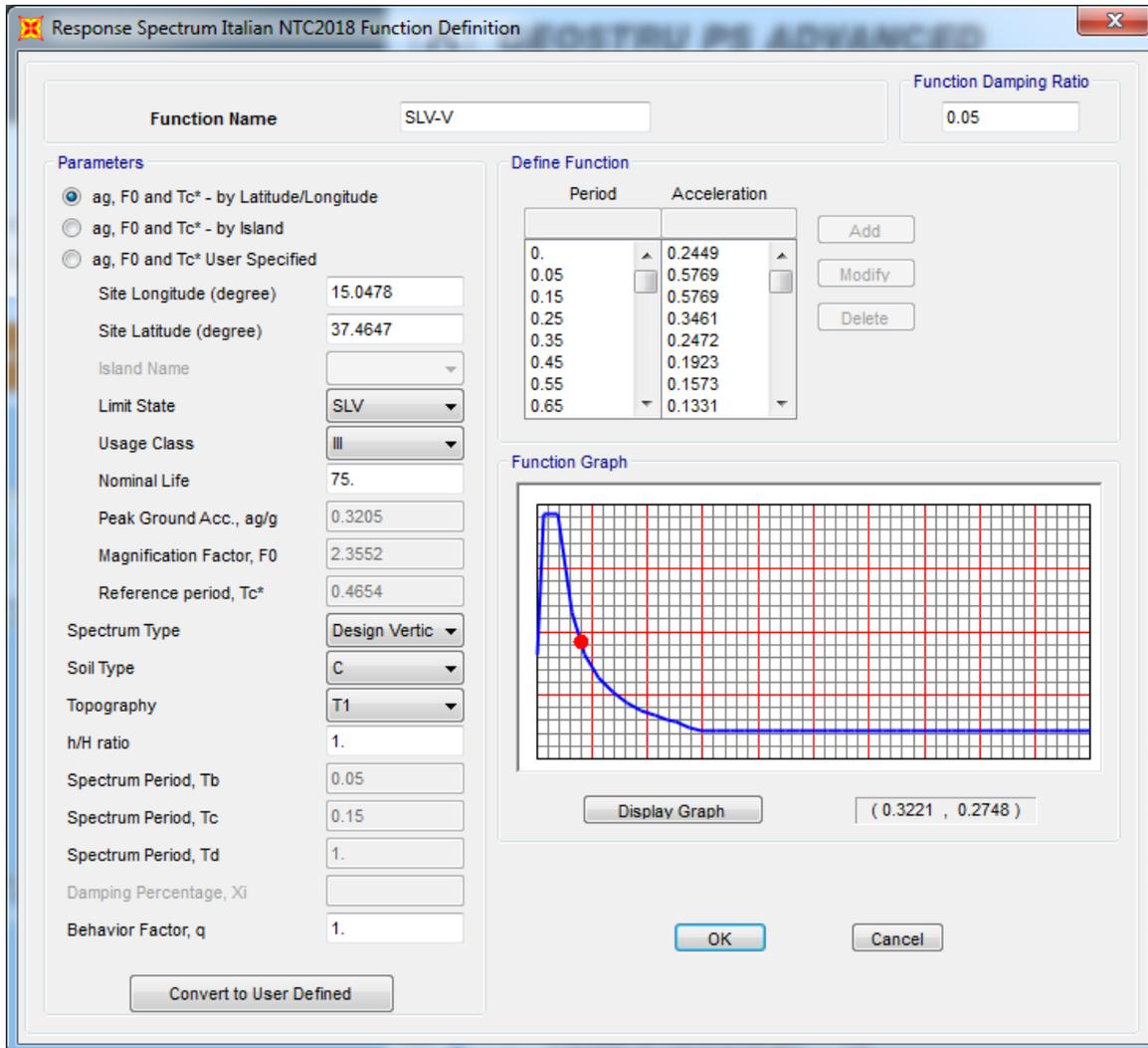
Categoria di sottosuolo tipo C

Classe d'uso : III

Vita nominale VN = 75 anni

$q = 1$





4.2.1 Combinazione degli effetti dell'azione sismica

In accordo con il paragrafo 7.3.5. del D.M. 14.01.2018, gli effetti sulla struttura (sollecitazioni, deformazioni, spostamenti, ecc.) sono combinati secondo le seguenti espressioni:

- Sisma in direzione longitudinale "X" $\Rightarrow 1.0 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$
- Sisma in direzione trasversale "Y" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 1.0 \times E_Y + 0.3 \times E_Z;$
- Sisma in direzione verticale "Z" $\Rightarrow 0.3 \times E_X + 0.3 \times E_Y + 1.0 \times E_Z.$

Per ciascuna delle precedenti relazioni, gli effetti del sisma sono stati combinati facendo variare opportunamente il segno delle singole sollecitazioni al fine di massimizzare gli sforzi nella struttura.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>14 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	14 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	14 di 174								

4.2.2 Combinazione dell'azione sismica con le altre azioni

In accordo con il D.M. 14/01/2018 paragrafo 3.2.4, i carichi sismici vanno combinati con le altre azioni secondo la seguente espressione:

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

dove:

G_1 \Rightarrow peso proprio degli elementi strutturali e non strutturali;

G_2 \Rightarrow carichi permanenti portati;

E \Rightarrow azioni derivanti dai terremoti;

Q_{kj} \Rightarrow azioni variabili sulla struttura.

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

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

Nel caso in esame per i carichi dovuti al transito dei mezzi si assumerà $\Psi_{2j} = 0.0$.

5 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La Spalla dei viadotti NW03-NW04 oggetto della presente relazione è realizzata in cemento armato ordinario. È una spalla composta da un'elevazione dello spessore di 1.80 m, da una fondazione di spessore 1.80 m e due muri d'ala di spessore 1.30 m. Il paraghiaia ha spessore 0.60 m. Le fondazioni sono su 20 pali di diametro 1.20 m e lunghezza 34 m. La spalla oggetto della presente relazione è quella più alta con una altezza del paramento + paraghiaia di 9.50 m.

Nelle figure seguenti si riportano alcuni stralci di planimetrie e sezioni della spalla.

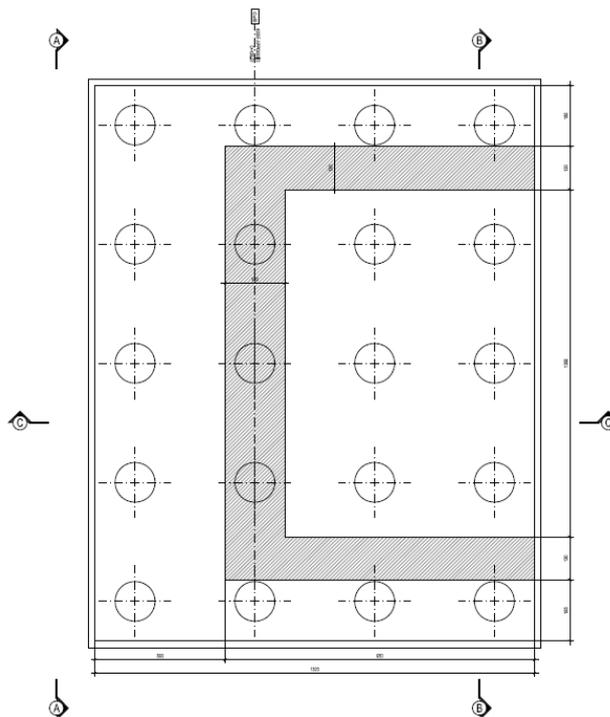


Figura 3 – Pianta della spalla

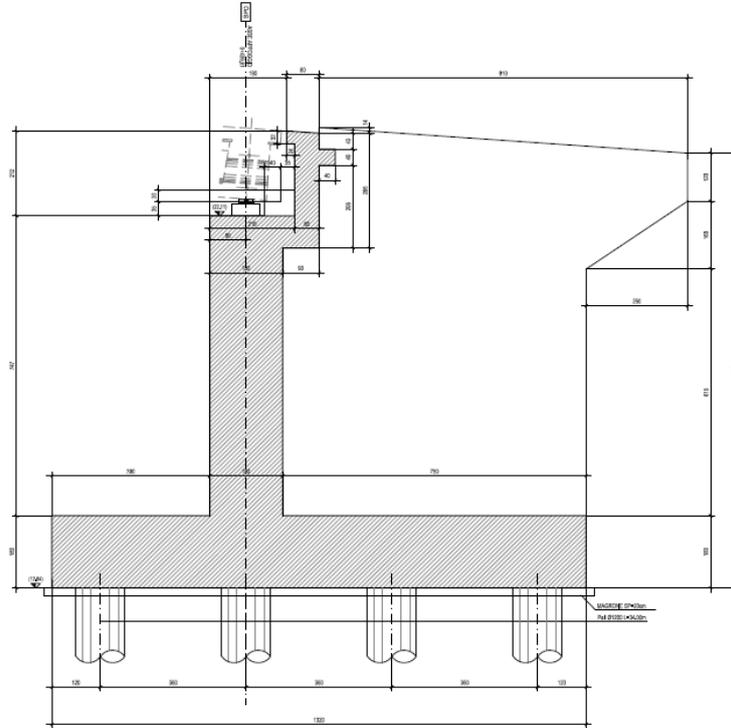


Figura 4 – Sezione trasversale della spalla

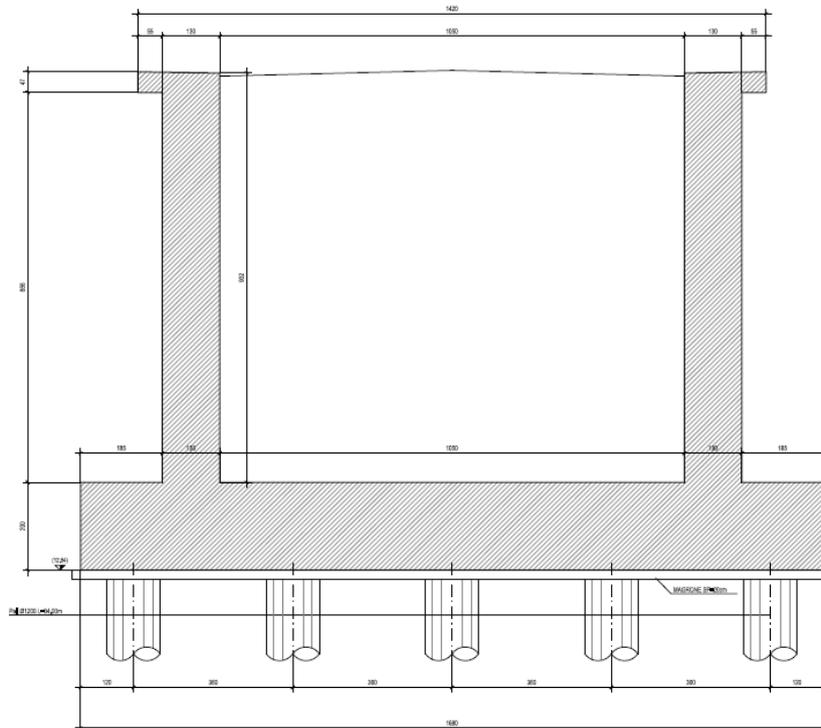


Figura 5 – Sezione longitudinale della spalla



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI
FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	17 di 174

Relazione di calcolo Spalla

5.1 Esecuzione del manufatto

La spalla in cemento armato viene realizzata in due fasi di getto: fondazione ed elevazione.

6 ANALISI DEI CARICHI

L'analisi dei carichi che interessa la spalla è stata effettuata considerando le azioni provenienti dall'impalcato e quelle direttamente applicate sulla spalla. I carichi trasmessi dall'impalcato sono relativi alle condizioni di carico elementari, opportunamente combinate secondo le vigenti normative, analizzate nel dettaglio nella relazione dell'impalcato, a cui si rimanda per maggiori approfondimenti.

6.1 Peso proprio (G1)

Il peso proprio della struttura è calcolato automaticamente dal software di calcolo impiegato.

Paraghiaia (kN/mq)	15.00
Fondazione (kN/mq)	45.00
Elevazione (kN/mq)	45.00
Muri d'ala (kN/mq)	32.50

6.2 Permanenti (G2)

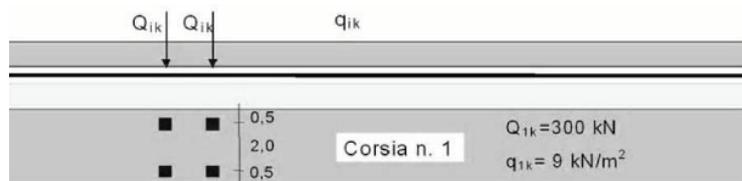
Sono stati considerati i seguenti contributi da applicare alle travi di competenza.

- Pavimentazione 10 cm	$20 \cdot 0.10 = 2.0 \text{ kN/m}^2$
- Riempimento a tergo h=9.50m	$20 \cdot 9.50 = 190.0 \text{ kN/m}^2$
- Rinterro a valle h=60 cm	$20 \cdot 0.60 = 12 \text{ kN/m}^2$

6.3 Azioni variabili (Q)

6.3.1 Carico mobile stradale

In accordo con la normativa vigente (Circolare 2019 C5.1.3.3.5.1), ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si considera applicato lo schema di carico 1 in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m.



Schema di carico 1

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>19 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	19 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	19 di 174								

6.4 Azioni climatiche

6.4.1 *Variazione termica uniforme (ε3)*

La variazione termica uniforme è valutata secondo il § 5.2.2.5.2 delle NTC18. Si prevede una variazione termica pari a ± 15 °C. La variazione termica uniforme non produce effetti globali in termini di tensione sulla spalla.

6.4.2 *Variazione termica differenziale(ε3)*

È stata considerata una differenza di temperatura sull'elevazione della spalla pari a ± 5 °C.

6.5 Azione del Vento (Q5)

L'azione del vento è considerata trascurabile.

6.6 Azione della Neve

Poichè l'azione della neve non è concomitante con i carichi da traffico è considerata trascurabile.

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	20 di 174

6.7 Ritiro e Viscosità

Ritiro elevazione paramento

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
Calcolo dell'azione prodotta da ritiro			
	Rck	40	
	f_{ck}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f_{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E_{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t_s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t_0	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	1300 cm	
altezza sezione	H	180 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A_c	23400000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	29600 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	$h_0=2A_c/u$	1581.08 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t_0 corretto in funz del tipo di cem	t_0	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	$\beta_c(f_{cm})$	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	$b_c(t_0)$	0.65	
coeff. della resistenza del cls	α_1	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α_2	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α_3	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β_H	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	$\beta_c(t, t_0)$	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ_{RH}	1.185	
coeff. nominale della viscosità	φ_0	2.015	
coeff. di viscosità	$\varphi(t, t_0)$	1.98	
Modulo elastico al tempo t	$E_{cm}(t, t_0)$	11277.8 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fusione di h_0	k_h	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	$\beta_{cs}(t, t_s)$	0.910	
def. di ritiro per essiccamento	$\varepsilon_{cs}(t)$	0.000271	
deformazione di base	$\varepsilon_{cs,0}$	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α_{cs1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α_{cs2}	0.11	
	β_{RH}	0.896094	
	$\beta_{as}(t)$	1	
	$\varepsilon_{ca,00}$	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε_{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	$\varepsilon_s(t, t_0)$	0.000329	
Variazione termica uniforme	ΔT_{ritiro}	-11.0 °C	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	21 di 174

Ritiro muro d'ala

Calcolo ritiro secondo Eurocodice 2 UNI EN 1992-1-1			
Calcolo dell'azione prodotta da ritiro			
	Rck	40	
	f _{ck}	33.20 N/mm ²	
resistenza a compressione media	f _{cm}	41.20 N/mm ²	
modulo elastico secante	E _{cm}	33642.78 N/mm ²	
coefficiente di dilatazione termica	α	0.00001	
classe del cemento	cls tipo	R	
età del cls all'inizio del ritiro	t _s	2 gg	
età del cls al momento del carico	t ₀	2 gg	
età del cls	t	25550 gg	
larghezza sezione	B	750 cm	
altezza sezione	H	130 cm	
sezione trasversale dell'elemento	A _c	9750000 mm ²	
perimetro a contatto con l'atmosfera	u	17600 mm	
dimensione convenz. elemento di cls	h ₀ =2A _c /u	1107.95 mm	
umidità relativa percentuale	RH	75 %	
Calcolo del modulo elastico			
coeff. del tipo di cemento	α	1	
tempo t ₀ corretto in funz del tipo di cem	t ₀	6.19 gg	> 0.5
coeff. della resistenza del cls	β _{c(f_{cm})}	2.62	
coeff. della viscosità nel tempo	b _{c(t₀)}	0.65	
coeff. della resistenza del cls	α ₁	0.89	
coeff. della resistenza del cls	α ₂	0.968	
coeff. della resistenza del cls	α ₃	0.922	
coeff. che tiene conto dell'umidità relativa	β _H	1382.537	
coeff. della variabilità viscosità nel tempo	β _{c(t, t₀)}	0.984	
coeff. che tiene conto dell'umidità	φ _{RH}	1.209	
coeff. nominale della viscosità	φ ₀	2.054	
coeff. di viscosità	φ(t, t ₀)	2.02	
Modulo elastico al tempo t	E _{cm} (t, t ₀)	11132.2 N/mm ²	
Calcolo della deformazione di ritiro			
parametro fusione di h ₀	k _h	0.7	PROSPETTO 3.3
coeff. variabilità deformazione nel tempo	β _{cs(t, t_s)}	0.945	
def. di ritiro per essiccamento	ε _{cs(t)}	0.000282	
deformazione di base	ε _{cs,0}	0.000426	
coeff. per il tipo di cemento	α _{ds1}	6	
coeff. per il tipo di cemento	α _{ds2}	0.11	
	β _{RH}	0.896094	
	β _{as(t)}	1	
	ε _{ca,00}	0.000058	
deformazione dovuta al ritiro autogeno	ε _{ca}	5.8E-05	
deformazione di ritiro	ε _{s(t, t₀)}	0.00034	
Variazione termica uniforme	ΔT _{ritiro}	-11.2 °C	

6.8 SPINTE DEL TERRENO (G3)

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	v_a/h
	loose soil %	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 statiche, per i muri di sostegno e per le spalle di ponti e viadotti fondati su pali, si ipotizza che gli spostamenti siano di entità inferiore alla mobilitazione della spinta attiva e si procederà al calcolo delle spinte adottando il coefficiente di spinta a riposo:

$$k_0 = 1 - \tan \phi$$

La spinta statica esercitata dal terreno a tergo della spalla si calcola secondo l'espressione: $S_a = 1/2 \cdot \gamma \cdot k_0 \cdot H^2$

Risulta quindi :

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	23 di 174

Relazione di calcolo Spalla

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE SPALLA

Altezza muro d'ala (m)	9.50	Spessore paraghiaia (m)	0.60
Altezza paramento spalla (m)	9.50	Spessore fondazione (m)	1.80
Altezza totale spalla (m)	11.30	Spessore elevazione (m)	1.80
Altezza paraghiaia (m)	2.00	Spessore muri d'ala (m)	1.30
Larghezza paramento (m)	13.00	Larghezza muri d'ala (m)	7.50
Spessore pavimentazione (m)	0.10	Spessore riempimento a tergo (m)	9.50
Larghezza max fondazione (m)	16.80	Spessore rinterro fondazione (m)	0.60

Angolo attrito terreno ricoprimento (°)	35
Peso specifico ricoprimento (kN/mc)	20.00
Peso specifico pavimentazione (kN/mc)	20.00
Angolo attrito terreno laterale (°)	35
Peso specifico terreno laterale (kN/mc)	19.00
Coeff. spinta in quiete Ko	0.426
Coeff. spinta attiva Ka	0.271
Coeff. spinta sismica Kae	0.698
CLS Rck (MPa) =	40

SPINTA RIPOSO SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE

Spinta parete in corrispondenza testa paraghiaia (kN/mq)	0.77
Spinta parete in corrispondenza linea d'asse soletta di fondo (kN/mq)	92.32

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”):

$$\Delta S = k_h \gamma H^2 \quad \text{con } k_h = a_g S$$

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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	24 di 174

Relazione di calcolo Spalla

La spinta statica esercitata dal terreno a tergo della spalla, nell'ipotesi che il terreno stesso si trovi in condizioni di equilibrio limite attivo, si calcola secondo l'espressione: $S_a = 1/2 \cdot \gamma \cdot k_a \cdot H^2$

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 determinazione del coefficiente di spinta attiva si è considerata un'inclinazione nulla del terreno a monte ($\beta = 0$).

La spinta sismica esercitata dal terreno a tergo della spalla, nell'ipotesi che il terreno stesso si trovi in condizioni di equilibrio limite attivo, si calcola secondo l'espressione:

$$S_{aE} = 1/2 \cdot \gamma \cdot k_{aE} \cdot (1 - k_v) \cdot H^2$$

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

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

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

ϕ = angolo di attrito interno del terrapieno;

\varpsi = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale della parete interessata del muro;

β = angolo di inclinazione rispetto all'orizzontale del profilo del terrapieno;

δ = angolo di attrito terrapieno = 0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	25 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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

$$\tan \theta = \frac{k_h}{1 \mp k_v}$$

I valori dei coefficienti sismici orizzontale k_h e verticale k_v sono stati valutati mediante le espressioni:

$$k_h = \beta_m \cdot a_{\max} / g$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h$$

dove

β_m = coefficiente di riduzione dell'accelerazione massima attesa al sito;

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:

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_S \cdot S_T \cdot a_g$$

dove

S = coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T) di cui al paragrafo 3.2.3.2 delle NTC18.

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.

Risulta quindi:

Dati per analisi sismica NTC:	
Sottosuolo tipo	C
Categoria topografica	T1
q =	1.0
$S_S =$	1.25
$S_T =$	1.00
$\beta_m =$	1.00
$a_g / g =$	0.321
$\eta =$	1.000
F0 =	2.357
TC* =	0.466 s
Cc =	1.35
TB =	0.210 s
TC =	0.629

AZIONE SISMICA SUL TERRENO

Spostamento in testa al palo	us =	13.08	mm
Primo periodo proprio	T1 =	0.06892	s



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	26 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Se(T) = 0.580 0<T<TB

T1 > 0.05 s OK

Kh = 0.580

Kv = 0.290

SPINTA ATTIVA SULLE PARETI DOVUTA AL TERRENO ED AL CARICO SOVRASTANTE

Spinta parete in corrispondenza testa paraghiaia (kN/mq)	0.49
Spinta parete in corrispondenza linea d'asse soletta di fondo (kN/mq)	58.67

Determinata secondo la teoria di Coulomb us > 0.1% H verificato

Incremento spinta paramento (kN/mq)

$\Delta S_E = 48.1$

Incremento spinta muro d'ala (kN/mq)

$\Delta S_E = 48.1$

6.9 FORZE INERZIALI DOVUTE AL SISMA

Nel caso dei muri di sostegno e delle spalle connesse all'impalcato mediante appoggi scorrevoli, le forze di inerzia agenti sulla massa della struttura e del terreno presente sulla sua fondazione saranno valutate applicando l'accelerazione massima al suolo **ag/S**.

Nel caso delle spalle connesse all'impalcato mediante appoggi fissi, qualora non venga effettuata un'analisi di interazione fra spalla, terreno e impalcato, le forze di inerzia agenti possono essere assunte pari al prodotte delle masse per l'accelerazione massima al suolo **ag/g*S** nel caso in cui il sistema costituito da spalla, terreno e impalcato sia considerabile come infinitamente rigido (periodo proprio inferiore a 0,05s); altrimenti, si dovrà fare riferimento all'accelerazione valutata con lo spettro di progetto in corrispondenza del periodo TB (**ag/g* S *F0**).

Le forze d'inerzia legate alla massa strutturale della spalla sono state definite:

- in direzione orizzontale x e y moltiplicando le masse strutturali per il coefficiente sismico **ag/g*S**
- in direzione verticale z attraverso la funzione Gravity Multipliers di SAP2000, assegnando al moltiplicatore della gravità il valore **a_max(T=0) SLV-V**.

Le forze d'inerzia legate al terreno tra i muri d'ala e al di fuori dei muri d'ala presente sulla fondazione della spalla sono state valutate moltiplicando il peso proprio W_t per **ag/g*S**.

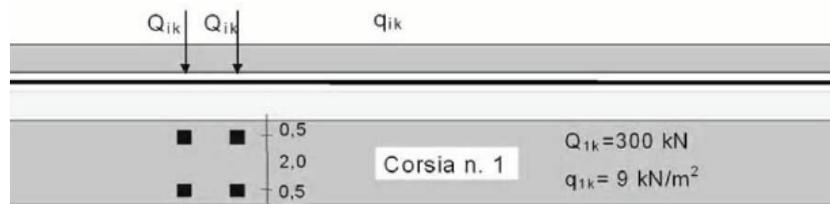
Risulta quindi:

AZIONE SISMICA SU STRUTTURA

Forza orizzontale su paramento (KN/mq)	26.1
Forza orizzontale su paraghiaia (kN/mq)	8.7
Forza orizzontale su muri d'ala (kN/mq)	18.9
Forza orizzontale su fondazione (KN/m)	47.0
Inerzia verticale su elevazione (gravity)	0.290
Forza orizzontale riempimento a tergo (kN/mq)	111.3
Forza verticale riempimento su fondazione all'interno dei muri d'ala (kN/mq)	55.1
Forza verticale riempimento su fondazione all'esterno dei muri d'ala (kN/mq)	3.48

6.10 SPINTA DA SOVRACCARICO ACCIDENTALE

Ai fini del calcolo delle spalle, dei muri d'ala e delle altre parti del ponte a contatto con il terreno, sul rilevato o sul terrapieno si considera applicato lo schema di carico 1 in cui, per semplicità, i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3,0 m e lunga 2,20 m.



Schema di carico 1

Pertanto si considera la presenza di un sovraccarico accidentale a tergo della spalla uniformemente distribuito e di intensità pari **q=42.60 kPa**.

Il valore della spinta risultante al metro è dunque pari ad:

$$S = k_o \cdot q$$

SPINTA SULLE PARETI DOVUTA AL SOVRACCARICO ACCIDENTALE (circolare 2019 C5.1.3.3.5.1)

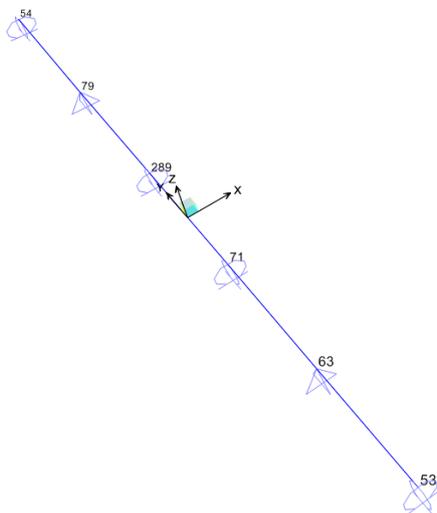
Carico stradale concentrato Q1k (kN)	600
Lunghezza di ripartizione lungo x (m) =	2.20
Larghezza di ripartizione lungo y (m)	3.00
Carico stradale distribuito Q1k (kN/mq)	90.91
Carico stradale q1k (kN/mq)	9.00
Spinta (kN/mq)	42.60

6.11 SCARICHI TRASMESSI DA IMPALCATO

Il collegamento tra le spalle e l'impalcato avviene mediante due apparecchi di appoggio fissi e quattro apparecchi di appoggio mobili multidirezionali.

Di seguito si riportano i carichi trasmessi dall' impalcato analizzato in altra relazione di calcolo.

Con riferimento alla figura seguente si riportano gli scarichi massimi dell'impalcato agenti sulla spalla fissa:



FASE 1

TABLE: Joint Reactions SLU-01

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLU-01	Combination	0	0	779.592
54	SLU-01	Combination	0	0	779.592
63	SLU-01	Combination	0	0	783.635
71	SLU-01	Combination	0	0	769.687
79	SLU-01	Combination	0	0	783.635
289	SLU-01	Combination	0	0	769.687

TABLE: Joint Reactions SLE

Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLE	Combination	0	0	545.632
54	SLE	Combination	0	0	545.632
63	SLE	Combination	0	0	553.125
71	SLE	Combination	0	0	543.153
79	SLE	Combination	0	0	553.125
289	SLE	Combination	0	0	543.153



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	29 di 174

FASE 2

TABLE: Joint Reactions INV SLU STR

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1032.202
53	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	158.647
54	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	571.57
54	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	120.155
63	INV SLU STR	Combination	Max	1181.167	94.386	1804.832
63	INV SLU STR	Combination	Min	-957.858	-291.567	-43.132
71	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1454.049
71	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	-56.931
79	INV SLU STR	Combination	Max	783.519	135.37	1024.753
79	INV SLU STR	Combination	Min	-1006.83	-216.433	-41.617
289	INV SLU STR	Combination	Max	0	0	1131
289	INV SLU STR	Combination	Min	0	0	20.993

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
54	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
63	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
71	G1+G2	0.0	0.0	-599.7
79	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
289	G1+G2	0.0	0.0	-599.7

SPALLA FISSA

SOMMA F3	PESO TOT	a_max	N° FISSI	F1 MAX	F2 MAX
3719.4	7438.8	0.58	2	2157.3	1078.6

TABLE: Joint Reactions INV SLU SISMICO

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	336.921
53	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.458
54	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	337.129
54	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-87.665
63	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2157.264	1078.6318	224.887
63	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2157.26	-1078.632	-151.861
71	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.195
71	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.084
79	INV SLU SISMICO	Combination	Max	2157.264	1078.6318	225.207
79	INV SLU SISMICO	Combination	Min	-2157.26	-1078.632	-152.181
289	INV SLU SISMICO	Combination	Max	0	0	242.359
289	INV SLU SISMICO	Combination	Min	0	0	-129.249

Viadotto NW03-04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0004 001** REV. **A** FOGLIO **30 di 174**

Relazione di calcolo Spalla

TABLE: Joint Reactions INV-SLERA

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	748.131
53	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	148.169
54	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	406.767
54	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	72.386
63	INV-SLERA	Combination	Max	879.339	69.367	1331.017
63	INV-SLERA	Combination	Min	-702.481	-215.814	-37.846
71	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	1068.961
71	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	-50.283
79	INV-SLERA	Combination	Max	573.341	103.744	753.068
79	INV-SLERA	Combination	Min	-750.199	-155.428	-36.835
289	INV-SLERA	Combination	Max	0	0	829.184
289	INV-SLERA	Combination	Min	0	0	9.644

TABLE: Joint Reactions INV-SLEFRE

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	574.703
53	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	317.637
54	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	66.851
63	INV-SLEFRE	Combination	Max	661.581	61.076	994.977
63	INV-SLEFRE	Combination	Min	-526.766	-153.342	-31.67
71	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	803.52
71	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	-35.913
79	INV-SLEFRE	Combination	Max	429.911	86.371	560.758
79	INV-SLEFRE	Combination	Min	-564.726	-109.075	-31.67
289	INV-SLEFRE	Combination	Max	0	0	620.436
289	INV-SLEFRE	Combination	Min	0	0	5.782

TABLE: Joint Reactions INV-SLEQP

Joint	OutputCase	CaseType	StepType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
53	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	124.732
54	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	124.732
63	INV-SLEQP	Combination	Max	0.529	5.186	36.513
63	INV-SLEQP	Combination	Min	-19.296	-0.142	36.513
71	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
71	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555
79	INV-SLEQP	Combination	Max	19.296	0.284	36.513
79	INV-SLEQP	Combination	Min	-0.529	-10.382	36.513
289	INV-SLEQP	Combination	Max	0	0	56.555
289	INV-SLEQP	Combination	Min	0	0	56.555

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU STR	0.0	0.0	-1811.8
54	INV SLU STR	0.0	0.0	-1351.2
63	INV SLU STR	1181.2	291.6	-2588.5
71	INV SLU STR	0.0	0.0	-2223.7
79	INV SLU STR	1006.8	216.4	-1808.4
289	INV SLU STR	0.0	0.0	-1900.7



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	31 di 174

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.6
54	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-882.8
63	INV SLU SISMICO	2157.3	1078.6	-778.0
71	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.3
79	INV SLU SISMICO	2157.3	1078.6	-778.3
289	INV SLU SISMICO	0.0	0.0	-785.5

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLERA	0.0	0.0	-1293.8
54	INV-SLERA	0.0	0.0	-952.4
63	INV-SLERA	879.3	215.8	-1884.1
71	INV-SLERA	0.0	0.0	-1612.1
79	INV-SLERA	750.2	155.4	-1306.2
289	INV-SLERA	0.0	0.0	-1372.3

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1120.3
54	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-863.3
63	INV-SLEFRE	661.6	153.3	-1548.1
71	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1346.7
79	INV-SLEFRE	564.7	109.1	-1113.9
289	INV-SLEFRE	0.0	0.0	-1163.6

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
54	INV-SLEQP	0.0	0.0	-670.4
63	INV-SLEQP	19.3	5.2	-589.6
71	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7
79	INV-SLEQP	19.3	10.4	-589.6
289	INV-SLEQP	0.0	0.0	-599.7



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	32 di 174

Relazione di calcolo Spalla

7 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riportano di seguito le combinazioni di carico utilizzate nei calcoli. Ai fini delle verifiche agli stati limite, in accordo con le NTC18, si definiscono le seguenti combinazioni di:

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

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_{G3} G_3 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{k1} + \Psi_{02} \gamma_{Q2} Q_{k2} + \Psi_{03} \gamma_{Q3} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + Q_{k1} + \Psi_{02} Q_{k2} + \Psi_{03} Q_{k3} + \dots$$

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

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{11} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

- *Combinazione QUASI PERMANENTE, generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:*

$$G_1 + G_2 + G_3 + P + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

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

$$E + G_1 + G_3 + P + \Psi_{21} Q_{k1} + \Psi_{22} Q_{k2} + \Psi_{23} Q_{k3} + \dots$$

Nelle combinazioni per le verifiche allo stato limite di esercizio (SLE), ovvero quelle rare, frequenti e quasi permanenti, si intende che vengono omessi i carichi Q_{kj} che danno un contributo favorevole ai fini delle verifiche e, se del caso, i carichi G_2 . Le verifiche agli stati limite ultimi sono eseguite facendo riferimento allo stato limite ultimo di tipo strutturale STR ovvero per il raggiungimento della resistenza ultima negli elementi strutturali.

Come anticipato precedentemente gli effetti dell'azione sismica sono valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} \times Q_{ki}$$

Il valore assunto per il coefficiente Ψ_{2i} per i carichi mobili è pari a $\Psi_{2i} = 0.0$.

Le combinazioni allo stato limite ultimo SLU fanno riferimento in questa relazione al solo gruppo denominato STR poiché le verifiche riguardano solo l'impalcato.

I coefficienti di combinazione γ_G , γ_Q e Ψ sono ricavati dalle tabelle delle NTC 18 (tabella 5.I.V e tabella 5.I.VI di NTC18).

Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU ⁽¹⁾	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	γ_{G1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali ⁽²⁾	favorevoli	γ_{G2}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	γ_Q	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	γ_{Qs}	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	γ_{e1}	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 ⁽³⁾	1,00 ⁽⁴⁾	1,00
Ritiro e viscosità. Variazioni termiche. Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	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⁾ 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna
⁽⁴⁾ 1,20 per effetti locali



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	34 di 174

Relazione di calcolo Spalla

TABLE: Combination Definitions

ComboName	ComboType	CaseName	ScaleFactor
Text	Text	Text	Unitless
SLV1	Linear Add	DEAD	1
SLV1		PERM	1
SLV1		SPT_STAT Ka	1
SLV1		SPT_SISM_x_+	1
SLV1		SPT_SISM_y_+	0.3
SLV1		SPT_SISM_y_-	0
SLV1		SPQ_SISM_x_+	1
SLV1		SPQ_SISM_y_+	0.3
SLV1		SPQ_SISM_y_-	0
SLV1		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV1		INERZIAT_SISM_x	1
SLV1		INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV1		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV1		INERZIAS_SISM_x	1
SLV1		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV1		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV1		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV1		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV1		TERMICO	0.5
SLV2	Linear Add	DEAD	1
SLV2		PERM	1
SLV2		SPT_STAT Ka	1
SLV2		SPT_SISM_x_+	1
SLV2		SPT_SISM_y_+	0
SLV2		SPT_SISM_y_-	0.3
SLV2		SPQ_SISM_x_+	1
SLV2		SPQ_SISM_y_+	0
SLV2		SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV2		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV2		INERZIAT_SISM_x	1
SLV2		INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV2		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV2		INERZIAS_SISM_x	1
SLV2		INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV2		REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV2		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV2		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV2		TERMICO	0.5
SLV3	Linear Add	DEAD	1
SLV3		PERM	1
SLV3		SPT_STAT Ka	1
SLV3		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV3		SPT_SISM_y_+	1
SLV3		SPT_SISM_y_-	0
SLV3		SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV3		SPQ_SISM_y_+	1
SLV3		SPQ_SISM_y_-	0
SLV3		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV3		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV3		INERZIAT_SISM_y_+	1
SLV3		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV3		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV3		INERZIAS_SISM_y_+	1
SLV3		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV3		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV3		REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV3		TERMICO	0.5



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	35 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLV4	Linear Add	DEAD	1
SLV4		PERM	1
SLV4		SPT_STAT Ka	1
SLV4		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV4		SPT_SISM_y_+	0
SLV4		SPT_SISM_y_-	1
SLV4		SPO_SISM_x_+	0.3
SLV4		SPO_SISM_y_+	0
SLV4		SPO_SISM_y_-	1
SLV4		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV4		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV4		INERZIAT_SISM_y_-	1
SLV4		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV4		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV4		INERZIAS_SISM_y_-	1
SLV4		REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV4		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV4		REAZ_IMP_SISM_Y	-1
SLV4		TERMICO	0.5
SLV5	Linear Add	DEAD	1
SLV5		PERM	1
SLV5		SPT_STAT Ka	1
SLV5		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV5		SPT_SISM_y_+	0.3
SLV5		SPT_SISM_y_-	0
SLV5		SPO_SISM_x_+	0.3
SLV5		SPO_SISM_y_+	0.3
SLV5		SPO_SISM_y_-	0
SLV5		INERZIAT_SISM_z	-1
SLV5		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV5		INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV5		INERZIAS_SISM_z	-1
SLV5		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV5		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV5		REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV5		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV5		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV5		TERMICO	0.5
SLV6	Linear Add	DEAD	1
SLV6		PERM	1
SLV6		SPT_STAT Ka	1
SLV6		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV6		SPT_SISM_y_+	0
SLV6		SPT_SISM_y_-	0.3
SLV6		SPO_SISM_x_+	0.3
SLV6		SPO_SISM_y_+	0
SLV6		SPO_SISM_y_-	0.3
SLV6		INERZIAT_SISM_z	1
SLV6		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV6		INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV6		INERZIAS_SISM_z	1
SLV6		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV6		INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV6		REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV6		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV6		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV6		TERMICO	0.5



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	36 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLV7	Linear Add	DEAD	1
SLV7		PERM	1
SLV7		SPT_STAT Ka	1
SLV7		SPT_SISM_x_+	1
SLV7		SPT_SISM_y_+	0.3
SLV7		SPT_SISM_y_-	0
SLV7		SPQ_SISM_x_+	1
SLV7		SPQ_SISM_y_+	0.3
SLV7		SPQ_SISM_y_-	0
SLV7		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV7		INERZIAT_SISM_x	1
SLV7		INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV7		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV7		INERZIAS_SISM_x	1
SLV7		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV7		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV7		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV7		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV7		TERMICO	0.5
SLV8	Linear Add	DEAD	1
SLV8		PERM	1
SLV8		SPT_STAT Ka	1
SLV8		SPT_SISM_x_+	1
SLV8		SPT_SISM_y_+	0
SLV8		SPT_SISM_y_-	0.3
SLV8		SPQ_SISM_x_+	1
SLV8		SPQ_SISM_y_+	0
SLV8		SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV8		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV8		INERZIAT_SISM_x	1
SLV8		INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV8		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV8		INERZIAS_SISM_x	1
SLV8		INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV8		REAZ_IMP_SISM_Z	0.3
SLV8		REAZ_IMP_SISM_X	1
SLV8		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV8		TERMICO	0.5
SLV9	Linear Add	DEAD	1
SLV9		PERM	1
SLV9		SPT_STAT Ka	1
SLV9		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV9		SPT_SISM_y_+	1
SLV9		SPT_SISM_y_-	0
SLV9		SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV9		SPQ_SISM_y_+	1
SLV9		SPQ_SISM_y_-	0
SLV9		INERZIAT_SISM_z	-0.3
SLV9		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV9		INERZIAT_SISM_y_+	1
SLV9		INERZIAS_SISM_z	-0.3
SLV9		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV9		INERZIAS_SISM_y_+	1
SLV9		REAZ_IMP_SISM_Z	-0.3
SLV9		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV9		REAZ_IMP_SISM_Y	1
SLV9		TERMICO	0.5



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	37 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLV10	Linear Add	DEAD	1
SLV10		PERM	1
SLV10		SPT_STAT Ka	1
SLV10		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV10		SPT_SISM_y_+	0
SLV10		SPT_SISM_y_-	1
SLV10		SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV10		SPQ_SISM_y_+	0
SLV10		SPQ_SISM_y_-	1
SLV10		INERZIAT_SISM_z	0.3
SLV10		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV10		INERZIAT_SISM_y_-	1
SLV10		INERZIAS_SISM_z	0.3
SLV10		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV10		INERZIAS_SISM_y_-	1
SLV10		REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV10		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV10		REAZ_IMP_SISM_Y	-1
SLV10		TERMICO	0.5
SLV11	Linear Add	DEAD	1
SLV11		PERM	1
SLV11		SPT_STAT Ka	1
SLV11		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV11		SPT_SISM_y_+	0.3
SLV11		SPT_SISM_y_-	0
SLV11		SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV11		SPQ_SISM_y_+	0.3
SLV11		SPQ_SISM_y_-	0
SLV11		INERZIAT_SISM_z	-1
SLV11		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV11		INERZIAT_SISM_y_+	0.3
SLV11		INERZIAS_SISM_z	-1
SLV11		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV11		INERZIAS_SISM_y_+	0.3
SLV11		REAZ_IMP_SISM_Z	-1
SLV11		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV11		REAZ_IMP_SISM_Y	0.3
SLV11		TERMICO	0.5
SLV12	Linear Add	DEAD	1
SLV12		PERM	1
SLV12		SPT_STAT Ka	1
SLV12		SPT_SISM_x_+	0.3
SLV12		SPT_SISM_y_+	0
SLV12		SPT_SISM_y_-	0.3
SLV12		SPQ_SISM_x_+	0.3
SLV12		SPQ_SISM_y_+	0
SLV12		SPQ_SISM_y_-	0.3
SLV12		INERZIAT_SISM_z	1
SLV12		INERZIAT_SISM_x	0.3
SLV12		INERZIAT_SISM_y_-	0.3
SLV12		INERZIAS_SISM_z	1
SLV12		INERZIAS_SISM_x	0.3
SLV12		INERZIAS_SISM_y_-	0.3
SLV12		REAZ_IMP_SISM_Z	1
SLV12		REAZ_IMP_SISM_X	0.3
SLV12		REAZ_IMP_SISM_Y	-0.3
SLV12		TERMICO	0.5



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	38 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLU1	Linear Add	DEAD	1.35
SLU1		PERM	1.35
SLU1		SPT_STAT KO	1.35
SLU1		SPQ_STAT	1.35
SLU1		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU1		TERMICO	0.9
SLU1		RITIRO	1.2
SLU1		ACC	1.35
SLU2	Linear Add	DEAD	1.35
SLU2		PERM	1.35
SLU2		SPT_STAT KO	1.35
SLU2		SPQ_STAT	1.35
SLU2		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU2		TERMICO	0.9
SLU2		RITIRO	0
SLU2		ACC	1.35
SLU3	Linear Add	DEAD	1.35
SLU3		PERM	1.35
SLU3		SPT_STAT KO	1.35
SLU3		SPQ_STAT	1.35
SLU3		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU3		TERMICO	0
SLU3		RITIRO	1.2
SLU3		ACC	1.35
SLU4	Linear Add	DEAD	1.35
SLU4		PERM	1.35
SLU4		SPT_STAT KO	1.35
SLU4		SPQ_STAT	1.35
SLU4		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU4		TERMICO	0
SLU4		RITIRO	0
SLU4		ACC	1.35
SLU5	Linear Add	DEAD	1.35
SLU5		PERM	1.35
SLU5		SPT_STAT KO	1.35
SLU5		SPQ_STAT	1.35
SLU5		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU5		TERMICO	1.5
SLU5		RITIRO	1.2
SLU5		ACC	1.0125
SLU6	Linear Add	DEAD	1.35
SLU6		PERM	1.35
SLU6		SPT_STAT KO	1.35
SLU6		SPQ_STAT	1.35
SLU6		REAZ_IMP_SLU STAT	1
SLU6		TERMICO	1.5
SLU6		RITIRO	0
SLU6		ACC	1.0125



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	39 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLER1	Linear Add	DEAD	1
SLER1		PERM	1
SLER1		SPT_STAT KO	1
SLER1		SPQ_STAT	1
SLER1		REAZ_IMP_SLER	1
SLER1		TERMICO	1
SLER1		RITIRO	1
SLER1		ACC	0.75
SLER2	Linear Add	DEAD	1
SLER2		PERM	1
SLER2		SPT_STAT KO	1
SLER2		SPQ_STAT	1
SLER2		REAZ_IMP_SLER	1
SLER2		TERMICO	0.6
SLER2		RITIRO	0
SLER2		ACC	1
SLER3	Linear Add	DEAD	1
SLER3		PERM	1
SLER3		SPT_STAT KO	1
SLER3		SPQ_STAT	1
SLER3		REAZ_IMP_SLER	1
SLER3		TERMICO	0
SLER3		RITIRO	1
SLER3		ACC	1
SLER4	Linear Add	DEAD	1
SLER4		PERM	1
SLER4		SPT_STAT KO	1
SLER4		SPQ_STAT	1
SLER4		REAZ_IMP_SLER	1
SLER4		TERMICO	0
SLER4		RITIRO	0
SLER4		ACC	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	40 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLEF1	Linear Add	DEAD	1
SLEF1		PERM	1
SLEF1		SPT_STAT KO	1
SLEF1		SPQ_STAT	0.75
SLEF1		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF1		TERMICO	0.6
SLEF1		RITIRO	1
SLEF1		ACC	0.75
SLEF2	Linear Add	DEAD	1
SLEF2		PERM	1
SLEF2		SPT_STAT KO	1
SLEF2		SPQ_STAT	0.75
SLEF2		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF2		TERMICO	0.6
SLEF2		RITIRO	0
SLEF2		ACC	0.75
SLEF3	Linear Add	DEAD	1
SLEF3		PERM	1
SLEF3		SPT_STAT KO	1
SLEF3		SPQ_STAT	0.75
SLEF3		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF3		TERMICO	0
SLEF3		RITIRO	1
SLEF3		ACC	0.75
SLEF4	Linear Add	DEAD	1
SLEF4		PERM	1
SLEF4		SPT_STAT KO	1
SLEF4		SPQ_STAT	0.75
SLEF4		REAZ_IMP_SLEF	1
SLEF4		TERMICO	0
SLEF4		RITIRO	0
SLEF4		ACC	0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	41 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLEQP1	Linear Add	DEAD	1
SLEQP1		PERM	1
SLEQP1		SPT_STAT KO	1
SLEQP1		SPQ_STAT	0
SLEQP1		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP1		TERMICO	0.5
SLEQP1		RITIRO	1
SLEQP2	Linear Add	DEAD	1
SLEQP2		PERM	1
SLEQP2		SPT_STAT KO	1
SLEQP2		SPQ_STAT	0
SLEQP2		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP2		TERMICO	0.5
SLEQP2		RITIRO	0
SLEQP3	Linear Add	DEAD	1
SLEQP3		PERM	1
SLEQP3		SPT_STAT KO	1
SLEQP3		SPQ_STAT	0
SLEQP3		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP3		TERMICO	0
SLEQP3		RITIRO	1
SLEQP4	Linear Add	DEAD	1
SLEQP4		PERM	1
SLEQP4		SPT_STAT KO	1
SLEQP4		SPQ_STAT	0
SLEQP4		REAZ_IMP_SLEQP	1
SLEQP4		TERMICO	0
SLEQP4		RITIRO	0

8 MODELLAZIONE NUMERICA

Il calcolo della struttura è stato svolto utilizzando il programma di calcolo SAP 2000 V. 21 , schematizzando l'intera struttura con un modello tridimensionale agli elementi finiti.

Tutti gli elementi strutturali della spalla sono stati descritti come elementi bidimensionali a shell, mentre la palificata di sostegno è stata descritta con elementi monodimensionali a trave (frame). Al fine di schematizzare l'interazione terreno – struttura, si sono assegnate, ai nodi di estremità dei frame dei pali, molle elastiche alla Winkler in entrambe le direzioni orizzontali, x e y, per tutto lo sviluppo dei pali.

Nella figura di seguito riportata si evidenzia il modello tridimensionale implementato.

Gli assi di riferimento adottati sono:

- x = asse longitudinale rispetto all'asse del viadotto
- y = asse trasversale rispetto all'asse del viadotto
- z = asse verticale

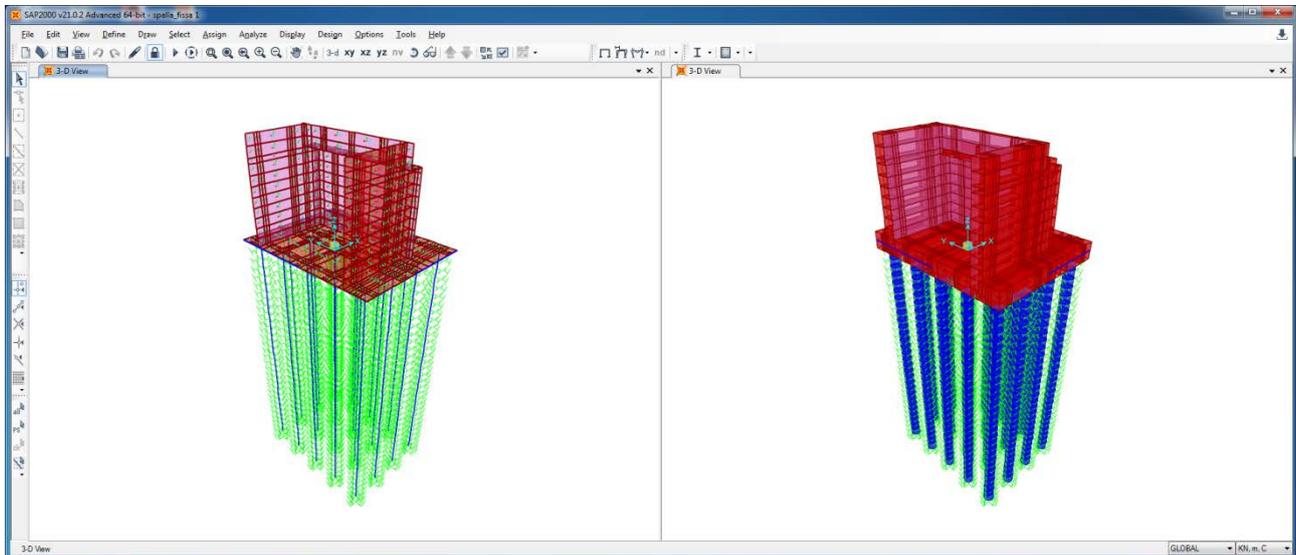


Figura 6: Modellazione tridimensionale agli Elementi Finiti – Spalla

NB. Nella modellazione della spalla non è stata considerata l'orecchia sui muri d'ala in quanto è stata calcolata a parte.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>43 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	43 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	43 di 174								

8.1 Codice di calcolo

L'analisi della struttura è stata condotta con un programma agli elementi finiti:

Titolo SAP2000

Versione 21.0.2 advanced

Distributore CSI Italia

8.2 Tipo di analisi svolta (paragrafo 10.2 del DM 17-01-18)

L'analisi strutturale è condotta con l'ausilio di un codice di calcolo automatico SAP 2000 v21.1.0.

Gli elementi costituenti la struttura delle spalle sono stati modellati utilizzando elementi bidimensionali (shell) mentre per i pali degli elementi *frame* e sono stati definiti avvalendo l'ipotesi di materiale elastico lineare isotropo in un campo di piccoli spostamenti e deformazioni.

Il calcolo statico della struttura e la verifica delle strutture è stato eseguito secondo *i metodi della scienza e della tecnica delle costruzioni*.

L'analisi strutturale sotto le azioni sismiche è condotta con il metodo dell'analisi statica lineare con forze equivalenti secondo le disposizioni del capitolo 7 del DM 2018.

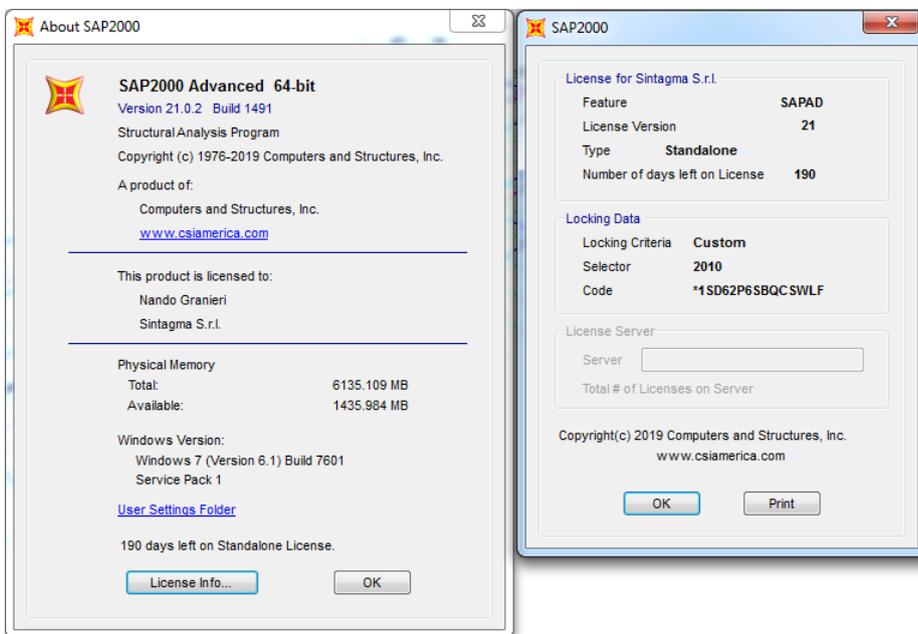
La verifica delle sezioni degli elementi strutturali è eseguita con il metodo degli Stati Limite. Le combinazioni di carico adottate sono esaustive relativamente agli scenari di carico più gravosi cui l'opera sarà soggetta.

Il codice di calcolo SAP è fornito dalla C.S.I. Italia e correttamente licenziato nella versione 21.1.0

 <p>ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03</p>												
<p><i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i></p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>44 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	44 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	44 di 174								

8.3 Affidabilità dei codici di calcolo

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità. La documentazione fornita dal produttore del software contiene un'esauriente descrizione delle basi teoriche, degli algoritmi impiegati e l'individuazione dei campi d'impiego. Come detto, per la risoluzione del modello di calcolo si è fatto uso del programma di calcolo SAP2000 NL. Di seguito si riporta una schermata con tutte le informazioni del programma, del produttore e della licenza d'uso:



Il produttore fornisce idonea documentazione utile al corretto uso del programma. Sul sito del produttore è inoltre possibile scaricare la necessaria documentazione utile alla validazione del programma.

8.4 Giudizio motivato di accettabilità dei risultati

I risultati delle elaborazioni sono stati sottoposti a controlli dal sottoscritto utente del software. Tale valutazione ha compreso il confronto con i risultati di semplici calcoli, eseguiti con metodi tradizionali. Inoltre sulla base di considerazioni riguardanti gli stati tensionali e deformativi determinati si è valutata la validità delle scelte operate in sede di schematizzazione e di modellazione della struttura e delle azioni.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03					
	<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	COMMESSA RS3H	LOTTO 03	CODIFICA D 78	DOCUMENTO CL NW0004 001	REV. A

8.5 Parametri modello geotecnico NW01

La tabella che segue fornisce la stratigrafia di riferimento per il dimensionamento delle opere.

PK 0+278,16		PK 0+316,34	
GA03			
Incrocio con Bretella PA-SR****			
stratigrafia			
-			
U1	3		
U1a	2.5		
U1	3.5		
U2a	5.5		
U2	5		
U2a	2.5		
U2b	8.5		
U2a	2		
U2	11.5		
U3	10		
sondaggi			
nome	PK (PA-SR)	Q.ta	D ASSE
SD27	0+659,72	17.29	30 dx
CPT6	0+625,59	17.90	5 sx

Tabella 1 – Stratigrafia di riferimento NW01

UNITA' GEOTECNICHE

	Unità U1 – Sabbie Limose (bb2 - depositi alluvionali recenti)
	Unità U1a – Argille limose e limi argillosi (bb3 - depositi alluvionali recenti)
	Unità U2 – Sabbia, sabbia limosa (bn2 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U2a – Limi argillosi (bn3 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U2b – Ghiaia sabbiosa (bn1 - depositi alluvionali antichi)
	Unità U3 – Argilla limosa (FAG- Formazione delle argille grigio-azzurre)

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>46 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	46 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	46 di 174								

8.5.1 Rigidezza delle molle orizzontali dei pali

La rigidezza delle molle è stata valutata secondo le indicazioni contenute in Viggiani (1999).

Per la valutazione degli spostamenti dei pali di fondazione, ai fini del controllo dell'attivazione della condizione di spinta attiva del terreno, è stato determinato il valore del coefficiente k_h .

Per terreni coesivi, Broms suggerisce di correlare il valore di k_h al modulo secante E_{50} , che a sua volta può essere correlato alla coesione non drenata c_u . Si ha quindi:

$$k_h = 400 c_u/d$$

Nel caso di terreni non coesivi l'andamento del modulo di reazione orizzontale varia linearmente con la profondità secondo la seguente espressione

$$k_h = n_h z/d$$

dove n_h per sabbie immerse caratterizzate da uno stato di addensamento medio, è pari a 5000 kN/m^3 .

I valori della rigidezza del terreno sono applicati sui pali tenendo conto della distanza tra due nodi consecutivi dell'elemento frame (1.0 m) con cui è stato schiantizzato il palo nella modellazione.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	47 di 174

Relazione di calcolo Spalla

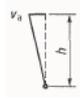
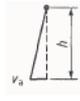
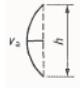
d (m)	1.2	
η_h (kN/m ³)	5000	U1 -U2 - U2B
cu (kN/m ²)	50	U1A
cu (kN/m ²)	40	U2A

	z (m)	k_h (kN/m ³)	k_h (kN/m)
U1A	0	0	0
	1	16667	10000
	2	16667	20000
	3	16667	20000
U1	4	20000	24000
	5	25000	30000
	6	30000	36000
	7	35000	42000
U2A	8	13333	16000
	9	13333	16000
	10	13333	16000
	11	13333	16000
	12	13333	16000
	13	13333	16000
U2	14	115000	138000
	15	120000	144000
	16	125000	150000
	17	130000	156000
	18	135000	162000
U2A	19	13333	16000
	20	13333	16000
U2B	21	115000	138000
	22	120000	144000
	23	125000	150000
	24	130000	156000
	25	135000	162000
	26	140000	168000
	27	145000	174000
	28	150000	180000
	29	155000	186000
U2A	30	13333	16000
	31	13333	16000
U2	32	115000	138000
	33	120000	144000
	34	125000	150000
	35	130000	156000
	36	135000	162000
	37	140000	168000
	38	145000	174000
	39	150000	180000
	40	155000	186000

9 SPOSTAMENTI IN TESTA AI PALI

Per il calcolo della spinta del terreno sulla spalla, 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_d/h

Kind of wall movement		v_d/h loose soil %	v_d/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_d is the wall motion to mobilise active earth pressure
 h is the height of the wall

Di seguito si riportano gli spostamenti lungo X (in direzione 1) in testa ai pali della spalla considerando le forze agenti sul modello in direzione X come riportato nella seguente tabella:

Combo testa palo	DEAD	1
	PERM	1
	PESO IMPALCATO	1
	SPT_STAT Ka	1
	SPT_SISM_x_+	1
	SPQ_SISM_x_+	1
	INERZIAT_SISM_x	1
	INERZIAS_SISM_x	1

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	49 di 174

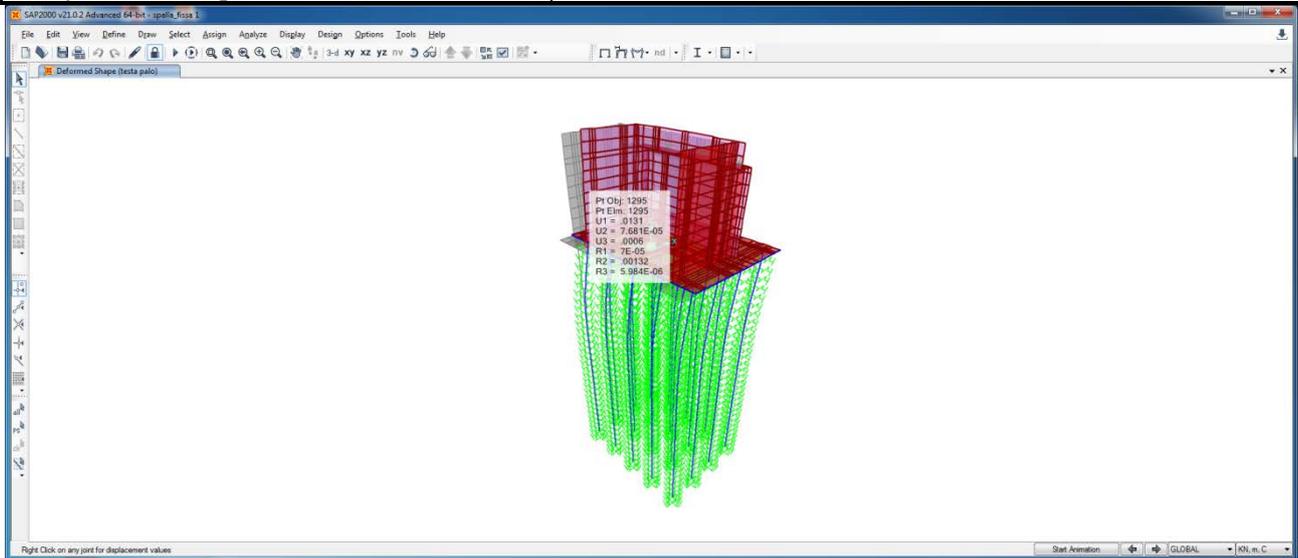


Figura 7 – Spostamento in testa ai pali

TABLE: Joint Displacements			U1	minU1	H	Ulim=0.1%H
Joint	OutputCase	CaseType	U1	mm	m	mm
Text	Text	Text	m	13.08	11.29	11.29
6	testa palo	Combination	0.01323			
35	testa palo	Combination	0.013242			
64	testa palo	Combination	0.013246			
480	testa palo	Combination	0.013242			
606	testa palo	Combination	0.013229			
1295	testa palo	Combination	0.013084			
1324	testa palo	Combination	0.013122			
1353	testa palo	Combination	0.013144			
1382	testa palo	Combination	0.013122			
1411	testa palo	Combination	0.013083			
1440	testa palo	Combination	0.01313			
1469	testa palo	Combination	0.013183			
1498	testa palo	Combination	0.013218			
1527	testa palo	Combination	0.013183			
1556	testa palo	Combination	0.01313			
1730	testa palo	Combination	0.013298			
1759	testa palo	Combination	0.013336			
1788	testa palo	Combination	0.013342			
1817	testa palo	Combination	0.013336			
1846	testa palo	Combination	0.013298			

verificato

Come si può vedere lo spostamento minimo in testa ai pali è sempre maggiore del limite richiesto.

10 ANALISI MODALE

Per l'analisi modale della spalla si considera il modello di calcolo precedente senza il contributo dei pali di fondazione al posto dei quali si inseriscono degli appoggi fissi. Le masse provenienti dall'impalcato coerentemente allo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio tra spalla e impalcato. Con lo schema di vincoli degli apparecchi di appoggio della spalla fissa riportato di seguito le masse applicate ai nodi sono quelle della seguente tabella:

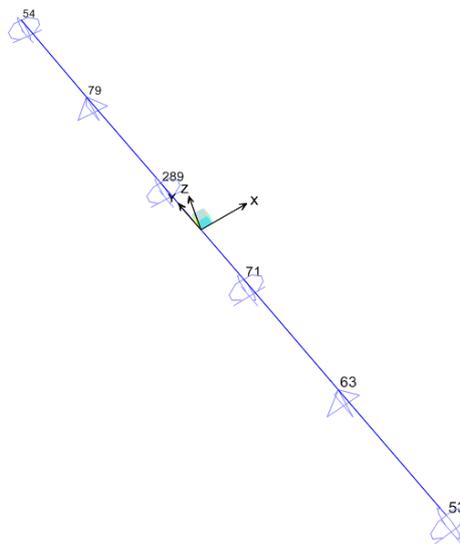


Figura 8 – Nodi impalcato

FASE 1

TABLE: Joint Reactions G1+G2					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	SLE	Combination	0	0	545.632
54	SLE	Combination	0	0	545.632
63	SLE	Combination	0	0	553.125
71	SLE	Combination	0	0	543.153
79	SLE	Combination	0	0	553.125
289	SLE	Combination	0	0	543.153

FASE 2

TABLE: Joint Reactions G1+G2					
Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3
Text	Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	LinStatic	0	0	124.732
54	G1+G2	LinStatic	0	0	124.732
63	G1+G2	LinStatic	0	0	36.513
71	G1+G2	LinStatic	0	0	56.555
79	G1+G2	LinStatic	0	0	36.513
289	G1+G2	LinStatic	0	0	56.555

FASE 1 + FASE 2

TABLE: Joint Reactions

Joint	OutputCase	F1	F2	F3
Text	Text	KN	KN	KN
53	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
54	G1+G2	0.0	0.0	-670.4
63	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
71	G1+G2	0.0	0.0	-599.7
79	G1+G2	0.0	0.0	-589.6
289	G1+G2	0.0	0.0	-599.7

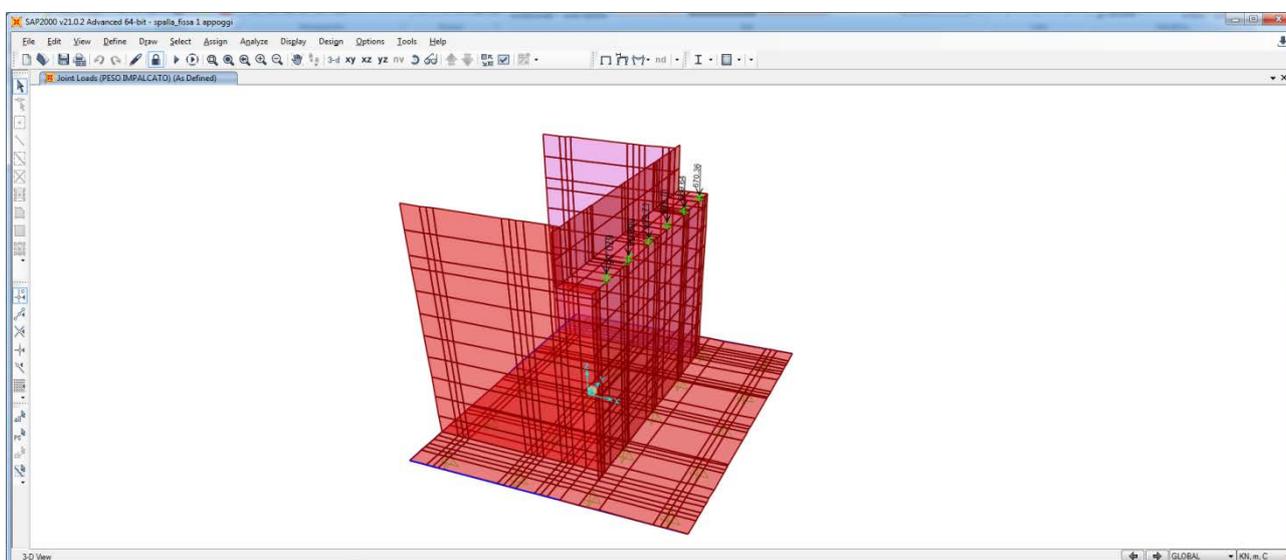


Figura 9 – Masse concentrate ai nodi degli apparecchi di appoggio

Le masse associate al peso proprio della struttura sono automaticamente calcolate dal software agli elementi finiti. La massa dei pali non è considerata nei calcoli.

Si riportano i risultati dell'analisi modale con la deformata modale dei primi 3 modi.

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	52 di 174

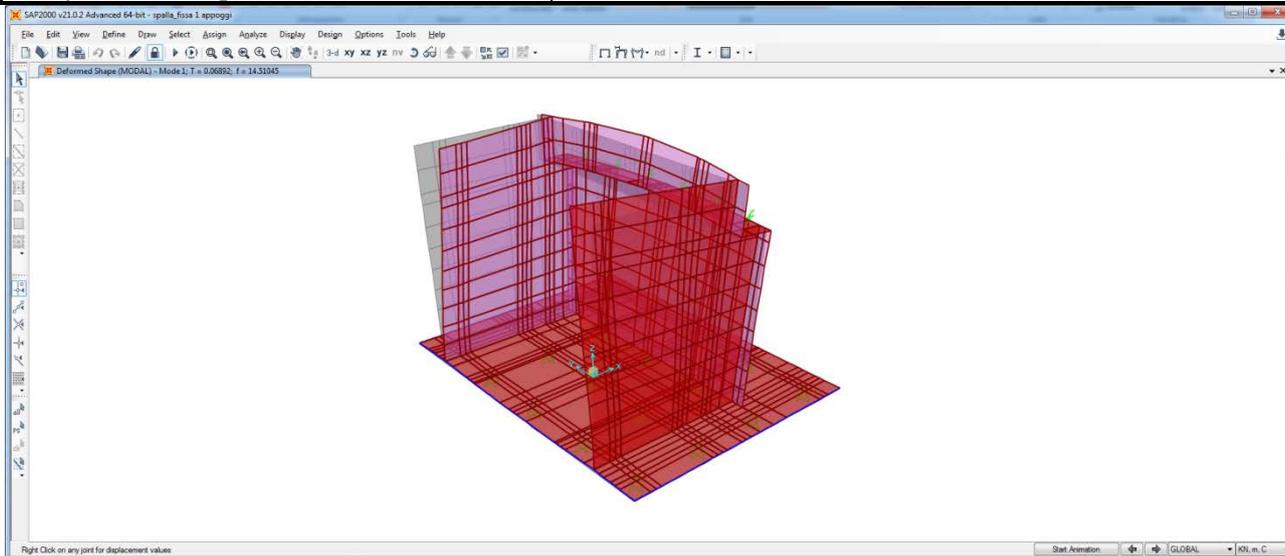


Figura 10 – Modo 1 T1 = 0.06892s

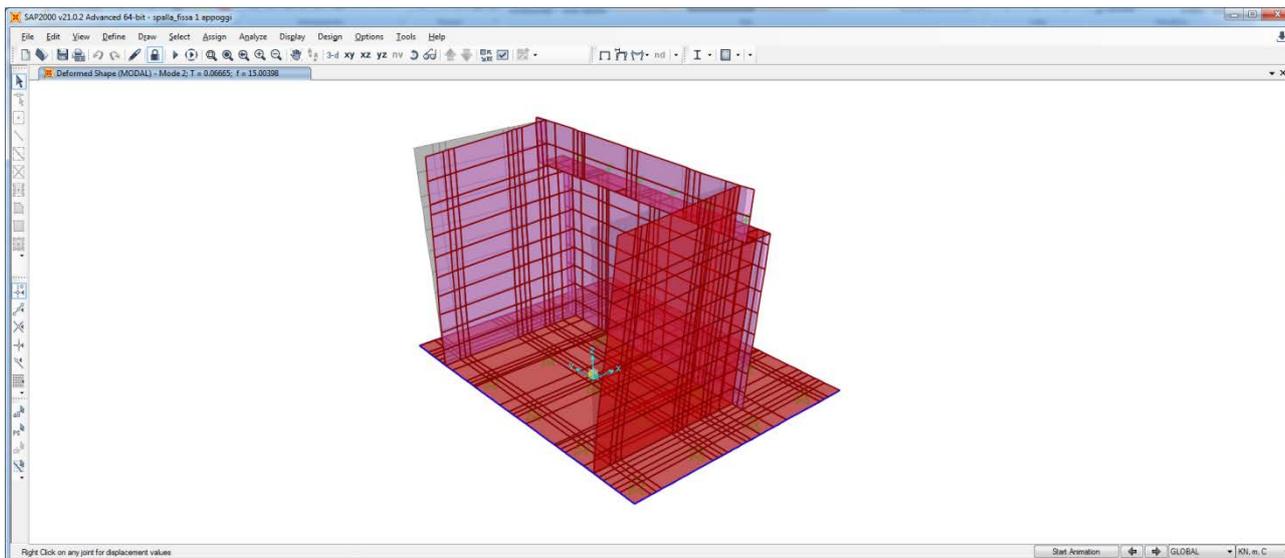


Figura 11 – Modo 2 T2 = 0.06665s



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	53 di 174

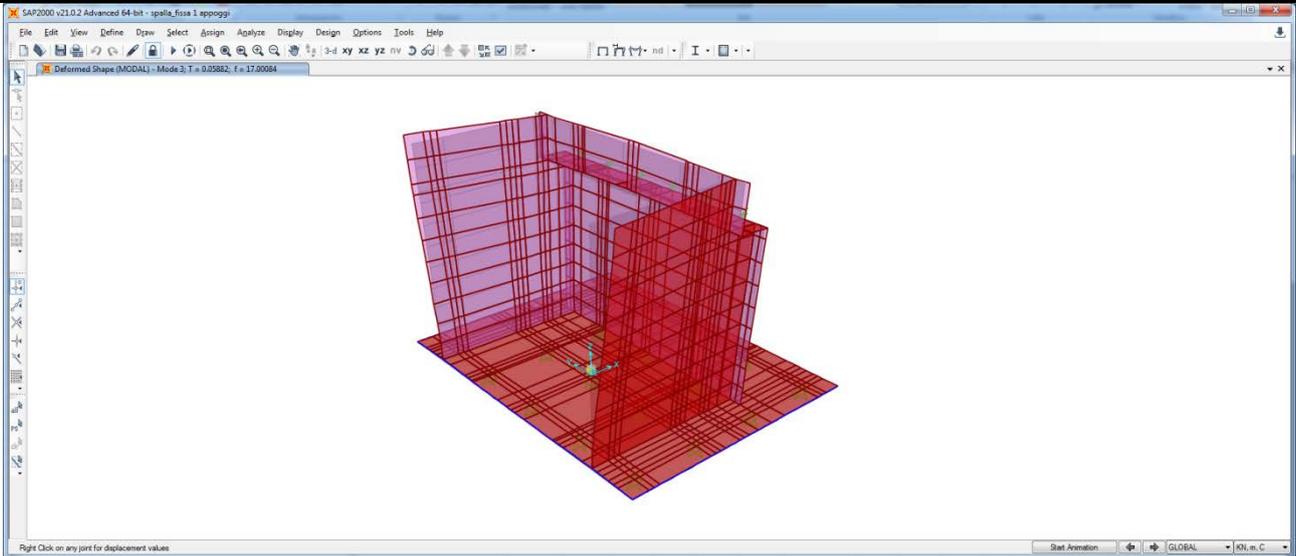


Figura 12 – Modo 3 T3 = 0.05882s



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA LOTTO CODIFICA DOCUMENTO REV. FOGLIO
 RS3H 03 D 78 CL NW0004 001 A 54 di 174

Relazione di calcolo Spalla

TABLE: Modal Participating Mass Ratios

OutputCase	StepType	StepNum	Period	UX	UY	UZ	SumUX	SumUY	SumUZ
Text	Text	Unitless	Sec	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless	Unitless
MODAL	Mode	1	0.068916	0.15465	4.888E-09	0.00011	0.15465	4.888E-09	0.00011
MODAL	Mode	2	0.066649	6.172E-09	0.13953	5.635E-11	0.15465	0.13953	0.00011
MODAL	Mode	3	0.058821	0.10686	2.531E-10	0.00049	0.26151	0.13953	0.0006
MODAL	Mode	4	0.04607	2.233E-10	0.02352	9.246E-11	0.26151	0.16306	0.0006
MODAL	Mode	5	0.034359	2.574E-13	0.11895	3.227E-10	0.26151	0.28201	0.0006
MODAL	Mode	6	0.028341	0.03129	3.516E-11	0.00086	0.2928	0.28201	0.00146
MODAL	Mode	7	0.020626	8.159E-09	0.03318	1.542E-07	0.2928	0.31519	0.00146
MODAL	Mode	8	0.020599	0.00036	7.991E-07	0.00556	0.29316	0.31519	0.00702
MODAL	Mode	9	0.019342	0.00002971	6.232E-10	0.56002	0.29319	0.31519	0.56704
MODAL	Mode	10	0.017794	4.598E-11	0.00057	1.519E-10	0.29319	0.31576	0.56704
MODAL	Mode	11	0.016547	0.01584	3.861E-11	0.00508	0.30903	0.31576	0.57213
MODAL	Mode	12	0.015959	3.784E-08	0.02537	6.185E-07	0.30903	0.34113	0.57213
MODAL	Mode	13	0.015935	0.00691	1.756E-07	0.09258	0.31594	0.34113	0.66471
MODAL	Mode	14	0.015741	0.02484	5.77E-10	0.04689	0.34078	0.34113	0.71159
MODAL	Mode	15	0.014205	0.00514	1.664E-10	0.08707	0.34593	0.34113	0.79866
MODAL	Mode	16	0.014099	1.405E-10	0.00312	9.848E-09	0.34593	0.34425	0.79866
MODAL	Mode	17	0.013961	0.00122	3.498E-10	0.00564	0.34715	0.34425	0.8043
MODAL	Mode	18	0.013091	0.05811	1.078E-10	0.01082	0.40526	0.34425	0.81512
MODAL	Mode	19	0.013046	6.602E-10	0.00295	1.834E-09	0.40526	0.3472	0.81512
MODAL	Mode	20	0.012866	0.02192	3E-13	0.00141	0.42718	0.3472	0.81653
MODAL	Mode	21	0.01249	9.273E-11	0.00706	3.353E-10	0.42718	0.35426	0.81653
MODAL	Mode	22	0.011736	1.608E-10	0.00003491	9.613E-10	0.42718	0.35429	0.81653
MODAL	Mode	23	0.011662	0.00131	7.085E-12	0.00117	0.42849	0.35429	0.8177
MODAL	Mode	24	0.011179	6.853E-12	0.01361	1.064E-10	0.42849	0.36791	0.8177
MODAL	Mode	25	0.010771	0.02338	3.192E-10	0.00113	0.45187	0.36791	0.81882
MODAL	Mode	26	0.010551	8.144E-11	6.874E-07	5.882E-11	0.45187	0.36791	0.81882
MODAL	Mode	27	0.010397	0.02171	2.871E-09	0.00354	0.47358	0.36791	0.82237
MODAL	Mode	28	0.010348	3.195E-08	0.00008251	4.179E-09	0.47358	0.36799	0.82237
MODAL	Mode	29	0.010162	0.25846	2.322E-09	0.00016	0.73204	0.36799	0.82253
MODAL	Mode	30	0.010026	0.03013	5.557E-07	0.0000714	0.76217	0.36799	0.82261
MODAL	Mode	31	0.01002	3.513E-08	0.35254	1.922E-10	0.76217	0.72053	0.82261
MODAL	Mode	32	0.009796	1.92E-10	0.0361	1.232E-09	0.76217	0.75664	0.82261
MODAL	Mode	33	0.009725	0.00023	2.576E-10	0.00848	0.76241	0.75664	0.83108
MODAL	Mode	34	0.009539	0.00122	3.709E-10	0.00009144	0.76363	0.75664	0.83117
MODAL	Mode	35	0.00935	3.234E-10	0.01048	8.824E-10	0.76363	0.76712	0.83117
MODAL	Mode	36	0.009238	0.0001	3.839E-12	0.0061	0.76373	0.76712	0.83727
MODAL	Mode	37	0.00909	3.249E-09	0.00037	8.999E-11	0.76373	0.76748	0.83727
MODAL	Mode	38	0.008994	8.046E-10	0.03518	3.751E-10	0.76373	0.80266	0.83727
MODAL	Mode	39	0.008908	0.0009	3.681E-10	0.00003289	0.76463	0.80266	0.83731
MODAL	Mode	40	0.008842	3.856E-09	0.01065	1.84E-11	0.76463	0.81331	0.83731

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>55 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	55 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	55 di 174								

11 CRITERI DI VERIFICA

Si riportano di seguito i criteri di verifica per il dimensionamento degli elementi strutturali che compongono la spalla.

ELEMENTI IN C.A.

Verifiche allo slt

Verifiche a pressoflessione

Le verifiche a pressoflessione vengono condotte confrontando le resistenze ultime e le sollecitazioni massime agenti, valutando il corrispondente fattore di sicurezza (CS) come rapporto tra la sollecitazione resistente e la massima agente.

Le verifiche flessionali allo SLU sono state eseguite adottando le seguenti ipotesi:

- Conservazione delle sezioni piane;
- Perfetta aderenza tra acciaio e calcestruzzo;
- Resistenza a trazione del calcestruzzo nulla;
- Rottura del calcestruzzo determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima a compressione;
- Rottura dell'armatura tesa determinata dal raggiungimento della sua capacità deformativa ultima;

Le tensioni nel calcestruzzo e nell'armatura sono state dedotte a partire dalle deformazioni utilizzando i rispettivi diagrammi tensione-deformazione.

Per quanto attiene la legge σ - ϵ del calcestruzzo si è utilizzata una curva parabola-rettangolo, considerando solo la porzione compressa e con $\epsilon_{c2}=0,2\%$ ed $\epsilon_{cu}=0,35\%$.

Per quanto riguarda l'acciaio si è assunto un diagramma bilineare elastico-perfettamente elastico finito con $\epsilon_{cu}=1,0\%$.

Verifiche a taglio

La verifica allo stato limite ultimo per azioni di taglio è condotta secondo quanto prescritto dalla norma UNI EN 1992-1-1:2005, per elementi con armatura a taglio verticali.

Si fa, pertanto, riferimento ai seguenti valori della resistenza di calcolo:

- $V_{Rd,c} = \max \left\{ C_{Rd,c} \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3} + k_1 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d; (v_{min} + k_1 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$, resistenza di calcolo dell'elemento privo di armatura a taglio
- $V_{Rd,s} = \frac{A_{sw}}{s} \cdot z \cdot f_{ywd} \cdot \cot \theta$, valore di progetto dello sforzo di taglio che può essere sopportato dall'armatura a taglio alla tensione di snervamento
- $V_{Rd,max} = \frac{\alpha_{cw} \cdot b_w \cdot z \cdot v_1 \cdot f_{cd}}{\cot \theta + \tan \theta}$, valore di progetto del massimo sforzo di taglio che può essere sopportato dall'elemento, limitato dalla rottura delle bielle compresse.

Nelle espressioni precedenti, i simboli hanno i seguenti significati:

- $k = 1 + \sqrt{\frac{200}{d}} \leq 2,0$ con d in mm
- $\rho_1 = \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} \leq 0,02$
- A_{sl} è l'area dell'armatura tesa
- b_w è la larghezza minima della sezione in zona tesa
- $\sigma_{cp} = \frac{N_{Ed}}{A_c} < 0,2 \cdot f_{cd}$
- N_{Ed} è la forza assiale nella sezione dovuta ai carichi
- A_c è l'area della sezione di calcestruzzo

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	57 di 174

Relazione di calcolo Spalla

- $C_{Rd,c} = \frac{0,18}{\gamma_c}$
- $k_1 = 0,15$
- $v_{min} = 0,035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2}$
- $v = 0,5$ per calcestruzzi fino a C70/85
- $1 \leq \cot\theta \leq 2,5$
- A_{sw} è l'area della sezione trasversale dell'armatura a taglio
- s è il passo delle staffe
- f_{ywd} è la tensione di snervamento di progetto dell'armatura a taglio
- $v_1 = v$ è il coefficiente di riduzione della resistenza del calcestruzzo fessurato per taglio
- α_{cw} è un coefficiente che tiene conto dell'interazione tra la tensione nel corrente compresso e qualsiasi tensione di compressione assiale.

Verifiche allo sle

Verifiche tensionali par. 2.5.1.8.3.2.1 MdP RFI

2.5.1.8.3.2.1 Valori limite delle tensioni

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 $0,75 f_{yk}$.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO. MACROFASE FUNZIONALE 2 LOTTO 03												
<i>Viadotto NW03-04</i> <i>Relazione di calcolo Spalla</i>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3H</td> <td>03</td> <td>D 78</td> <td>CL NW0004 001</td> <td>A</td> <td>58 di 174</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	58 di 174
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	58 di 174								

Verifiche a fessurazione par. 2.6.2.2.3 MdP RFI

2.6.2.2.2 Stato limite di fessurazione

Per tutte le strutture in cemento armato normale e precompresso, le verifiche a fessurazione saranno eseguite adottando i criteri definiti al p.to 4.1.2.2.4.4 del DM 17.01.2018, con le seguenti ulteriori prescrizioni:

- i valori limite di apertura delle fessure, per la combinazione frequente e per armature poco sensibili, sono i seguenti:
 - a. $\delta_f \leq w_1$ per strutture in condizioni ambientali aggressive e molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 17.01.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture;
 - b. $\delta_f \leq w_2$ per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

In ogni caso devono essere condotte le verifiche a fessurazione mediante “calcolo diretto”, ai sensi del DM 17.01.2018, p.to 4.1.2.2.4.5.

12 ANALISI DEI RISULTATI

Nei paragrafi seguenti si riportano i risultati delle analisi condotte per il modello implementato, con le indicazioni dei valori massimi delle sollecitazioni flettenti e taglianti. I valori del momento M11 e M22, del taglio V13 e V23 e del carico assiale F22 riportati nelle figure seguenti, sono opportunamente tagliati sullo spessore delle pareti e della soletta di fondo.

PARAMENTO + PARAGHIAIA

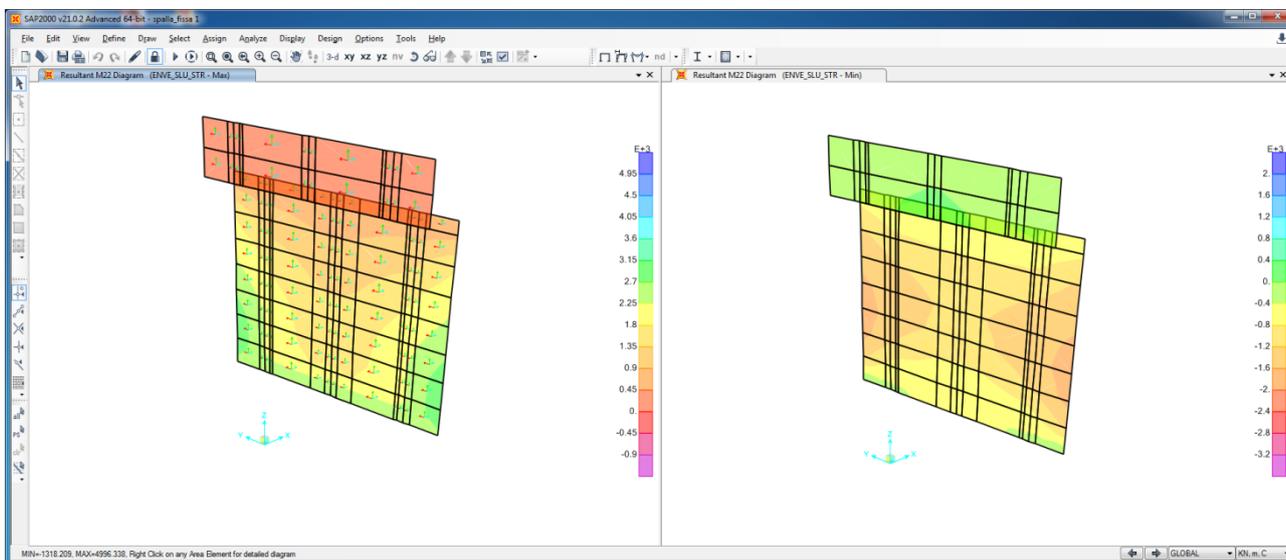


Figura 13: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_STR

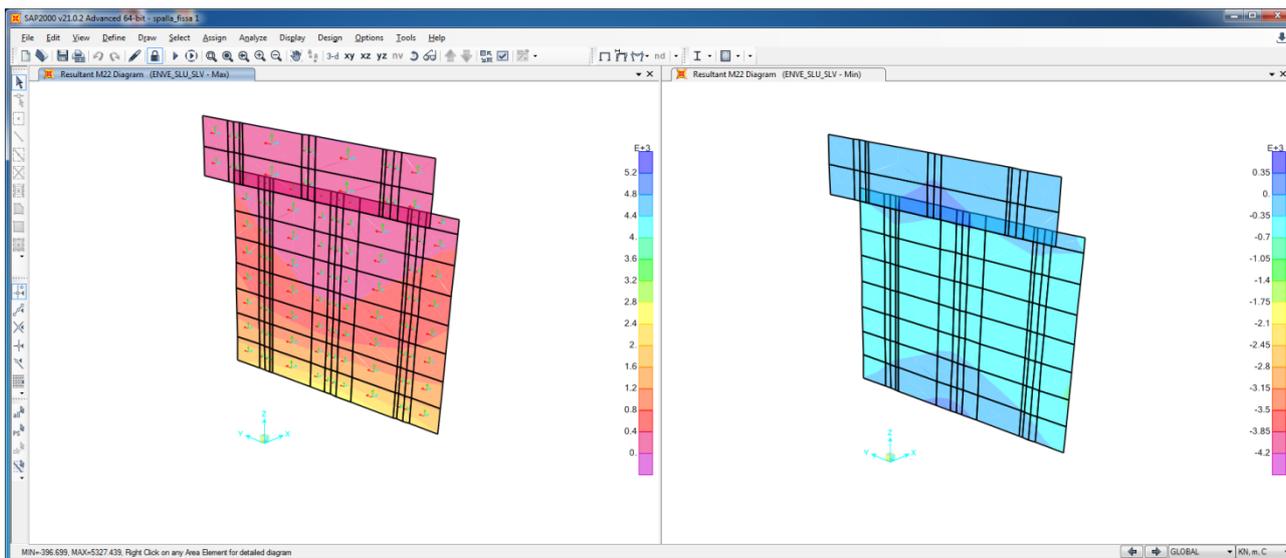


Figura 14: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_SLV

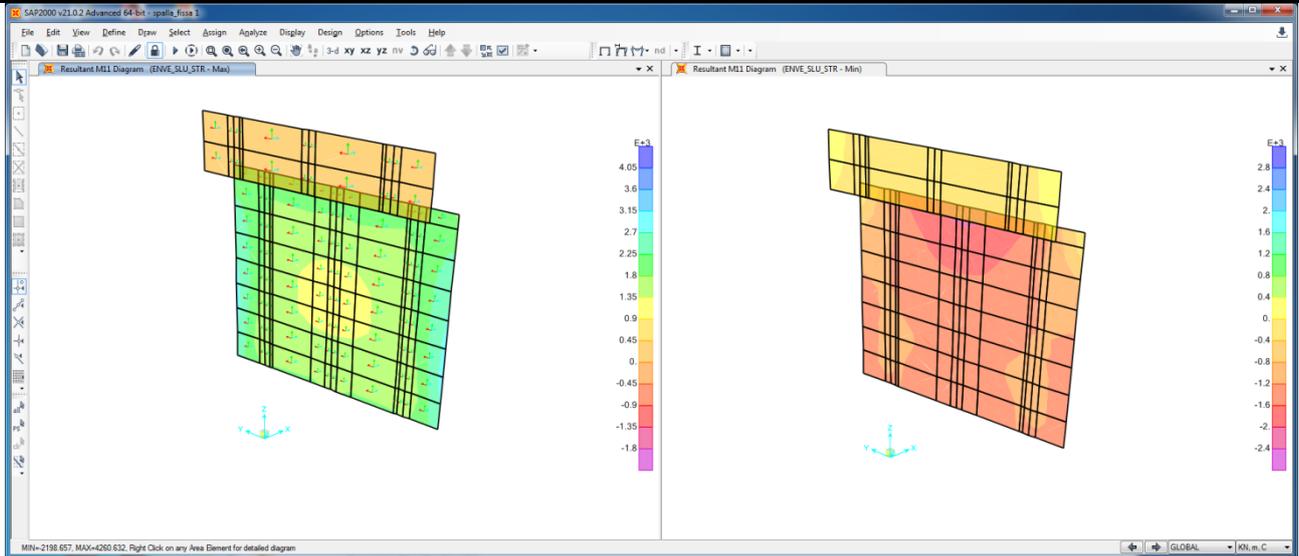


Figura 15: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_STR

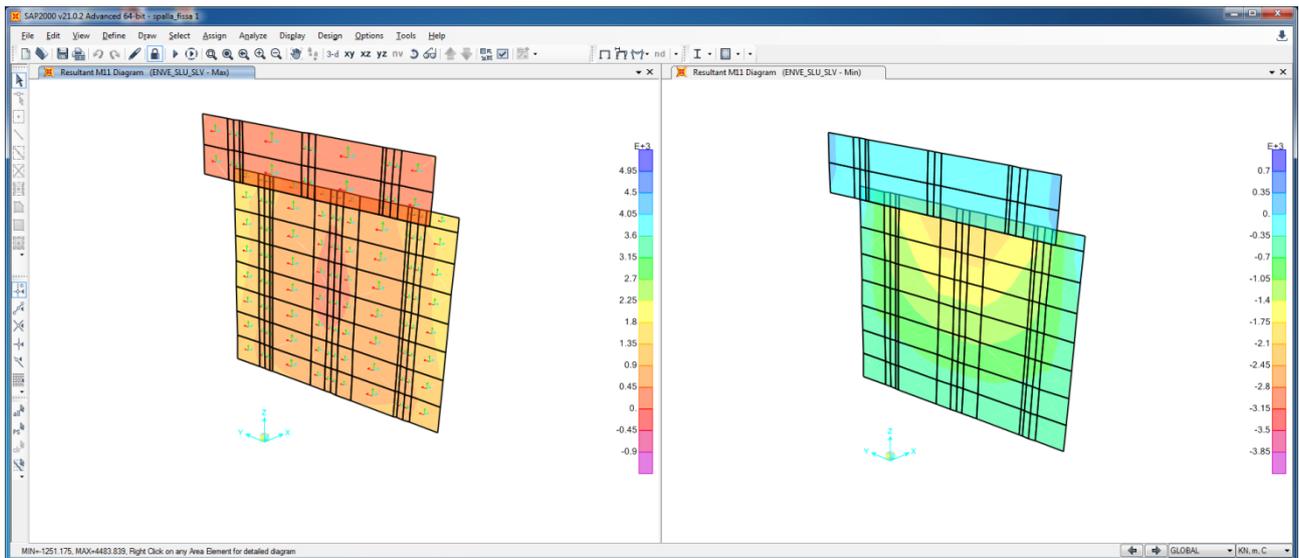


Figura 16: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_SLV

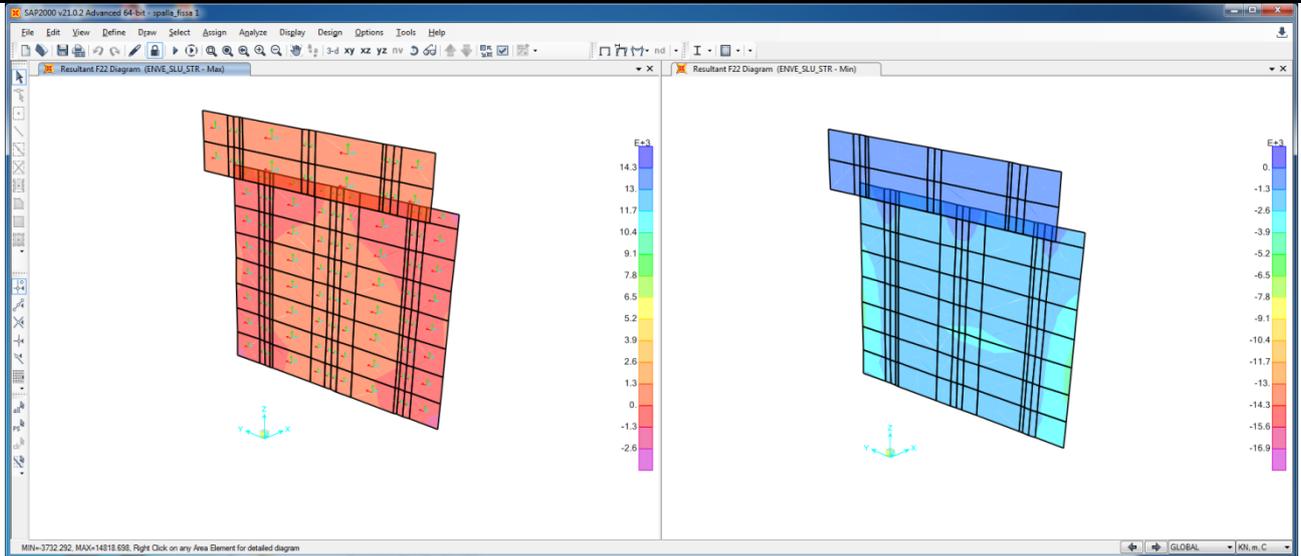


Figura 17: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU_STR

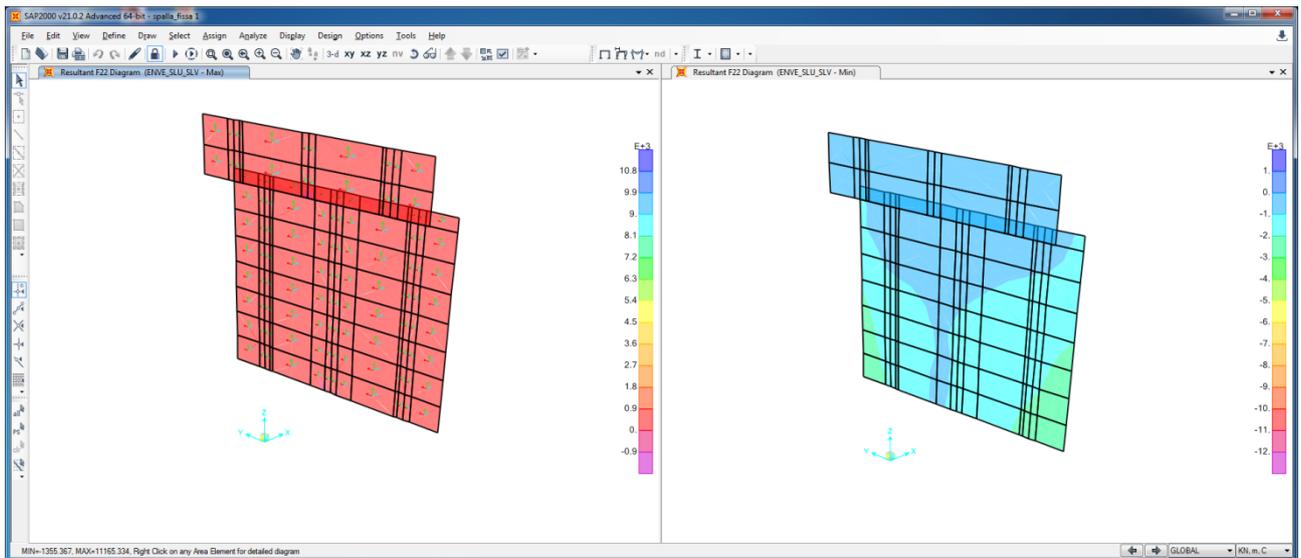


Figura 18: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLU_SLV

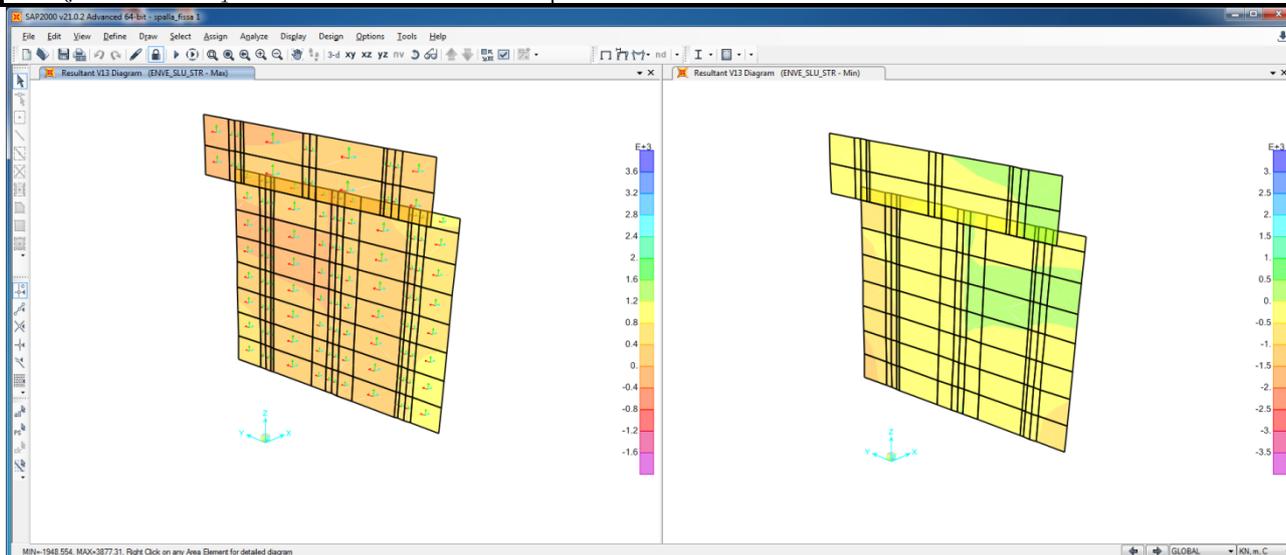


Figura 19: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_STR

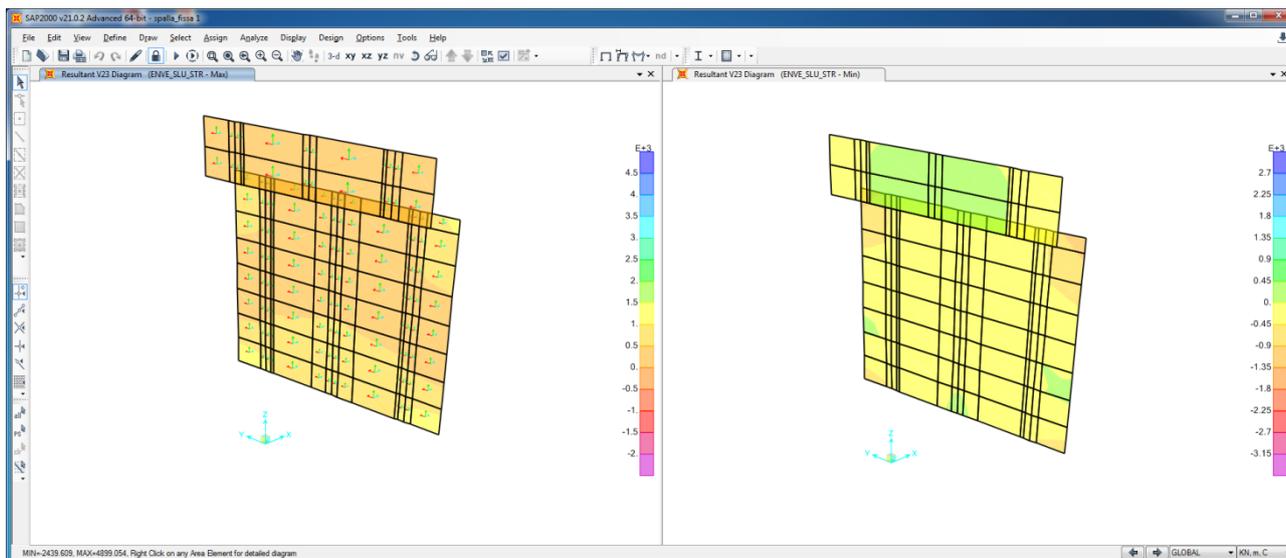


Figura 20: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_STR

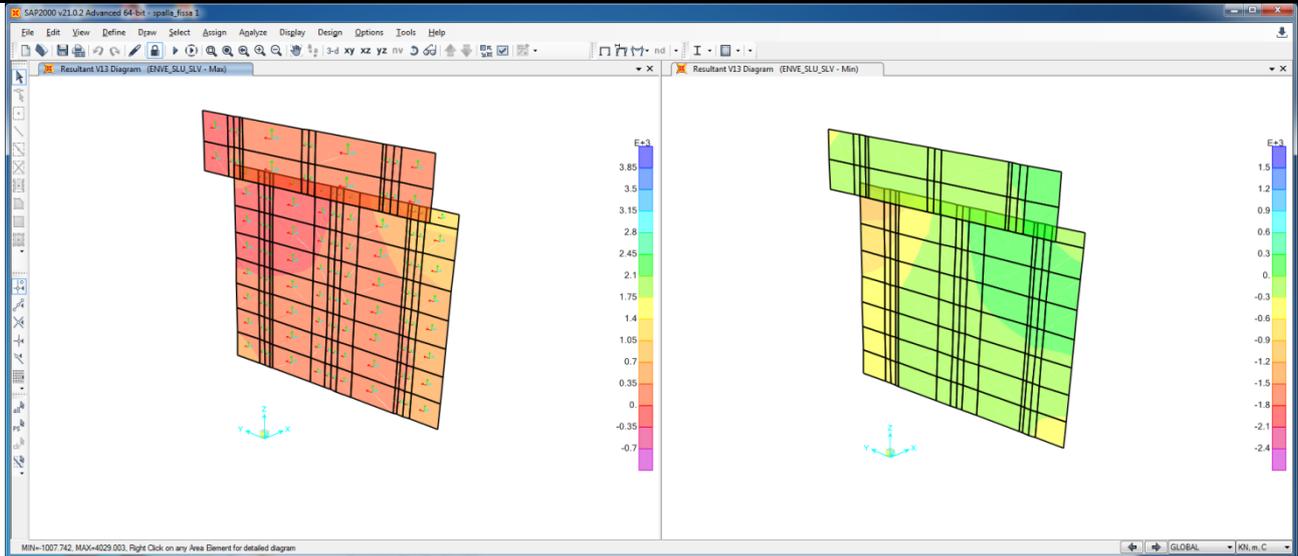


Figura 21: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_SLV

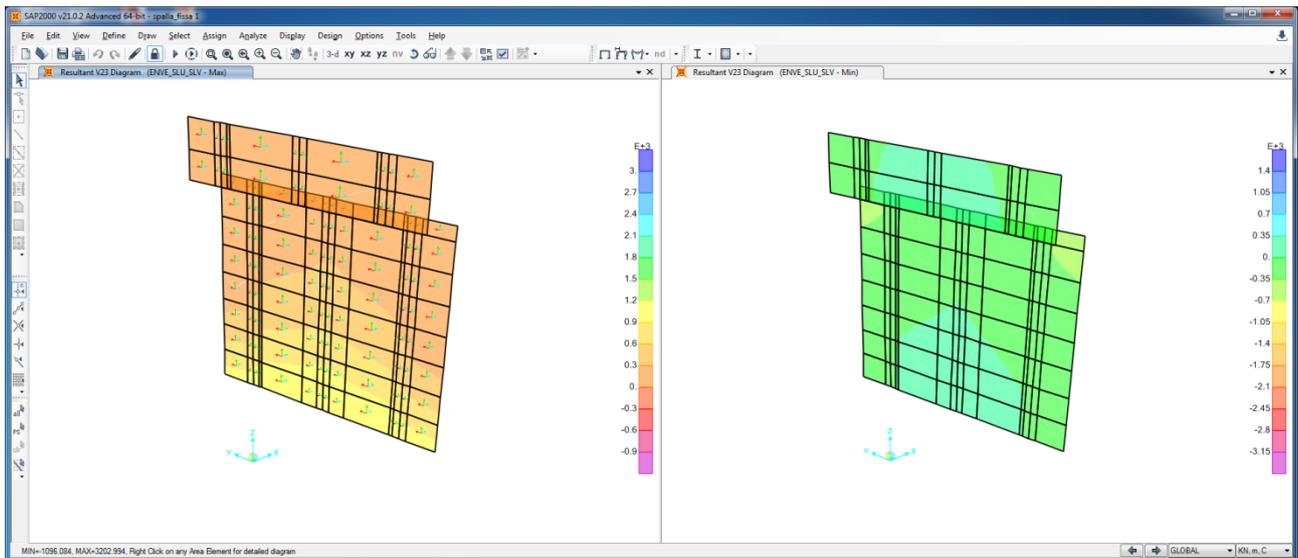


Figura 22: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_SLV

MURO D'ALA

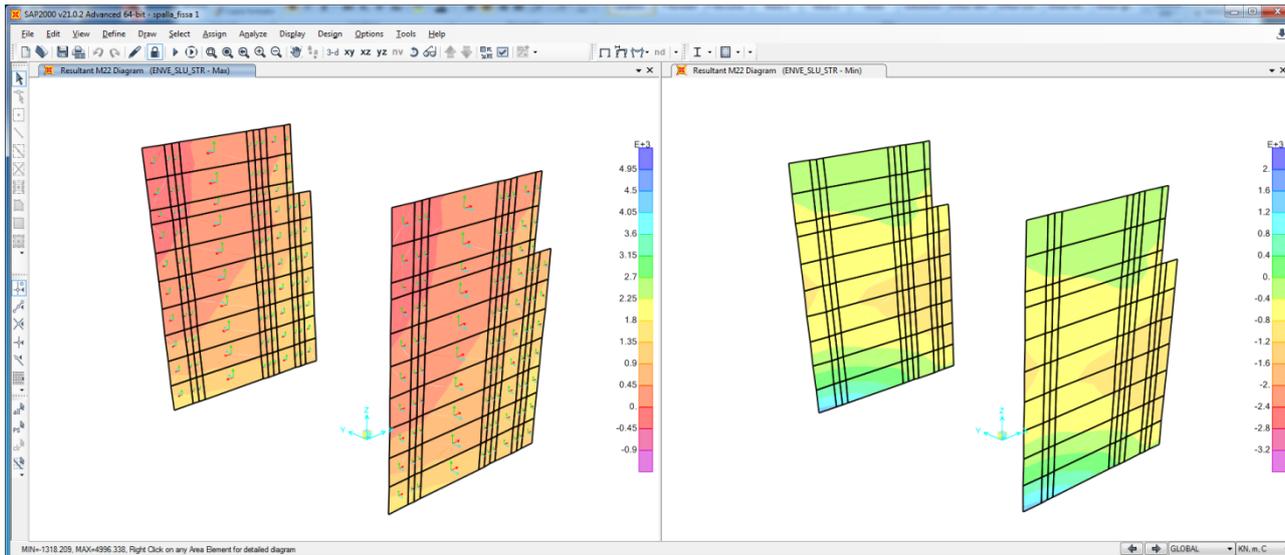


Figura 23: Momento Flettente M22 - Inviluppo SLU_STR

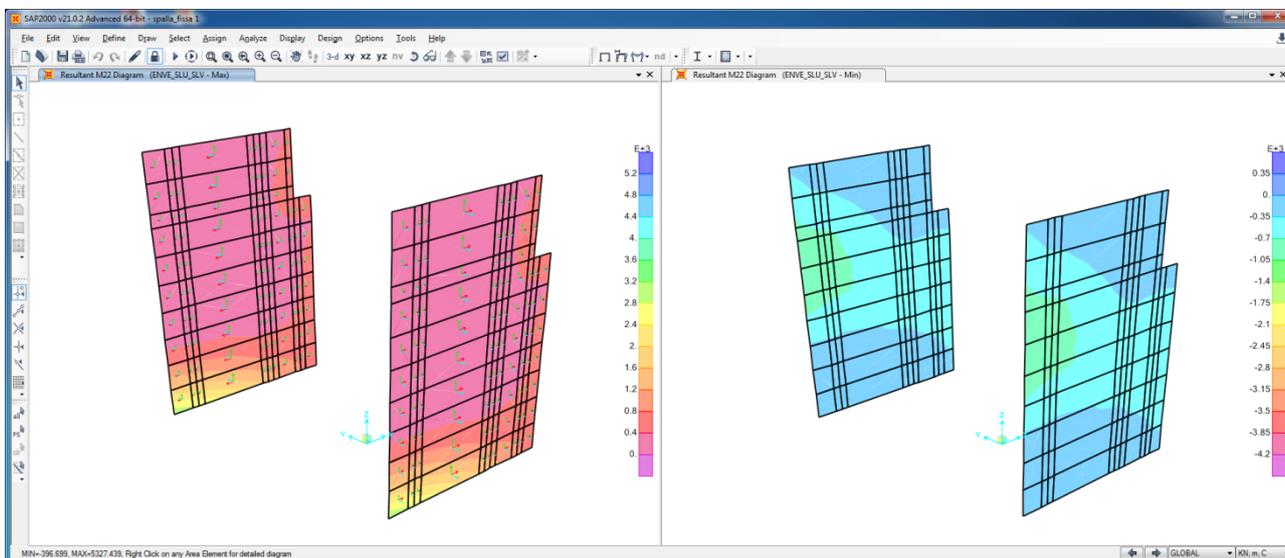


Figura 24: Momento Flettente M22 - Inviluppo SLU_SLV

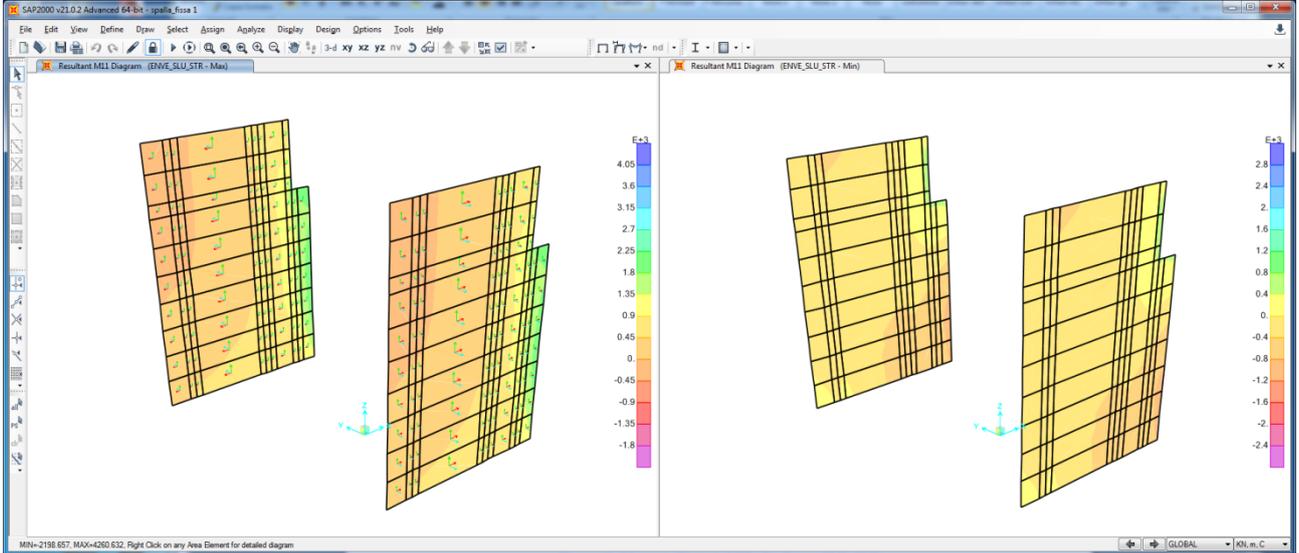


Figura 25: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_STR

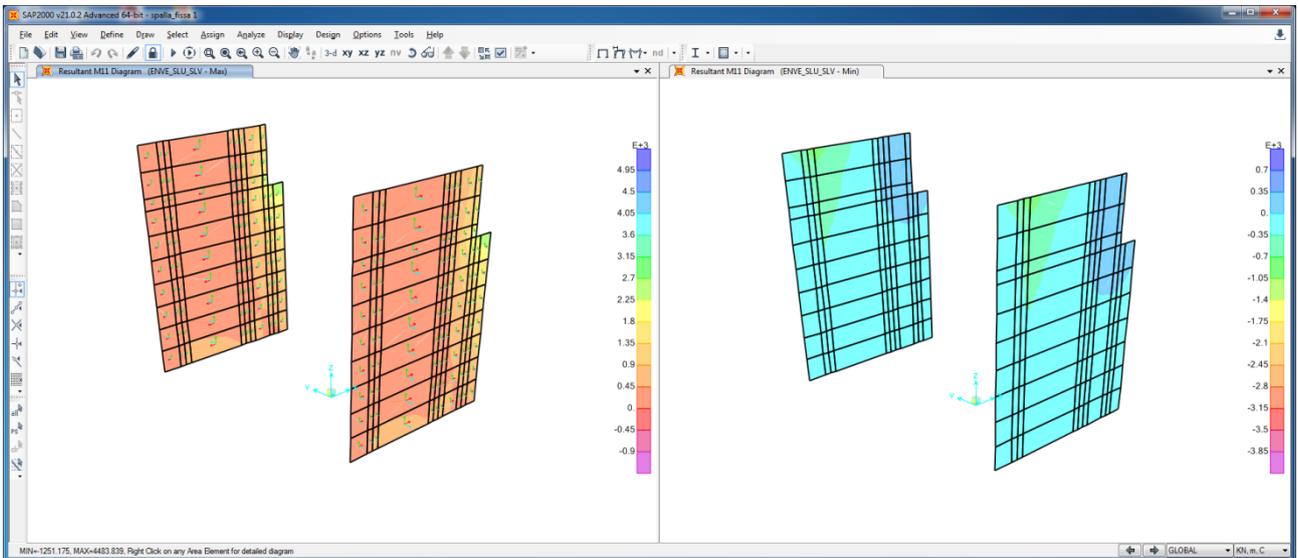


Figura 26: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_SLV

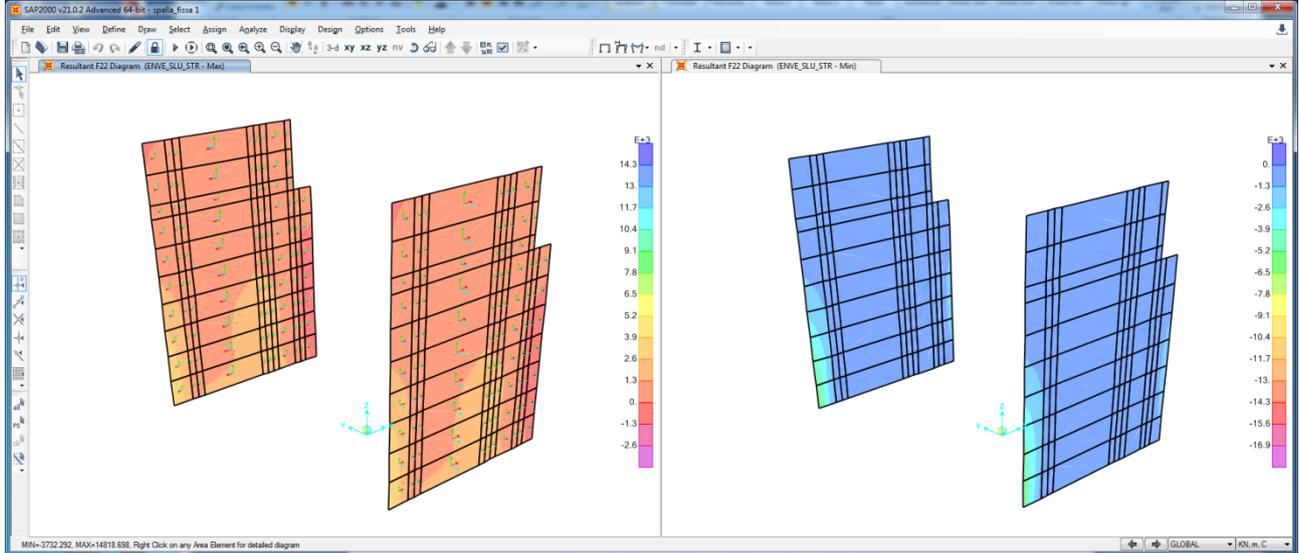


Figura 27: Sforzo assiale F22 - Inviluppo SLU_STR

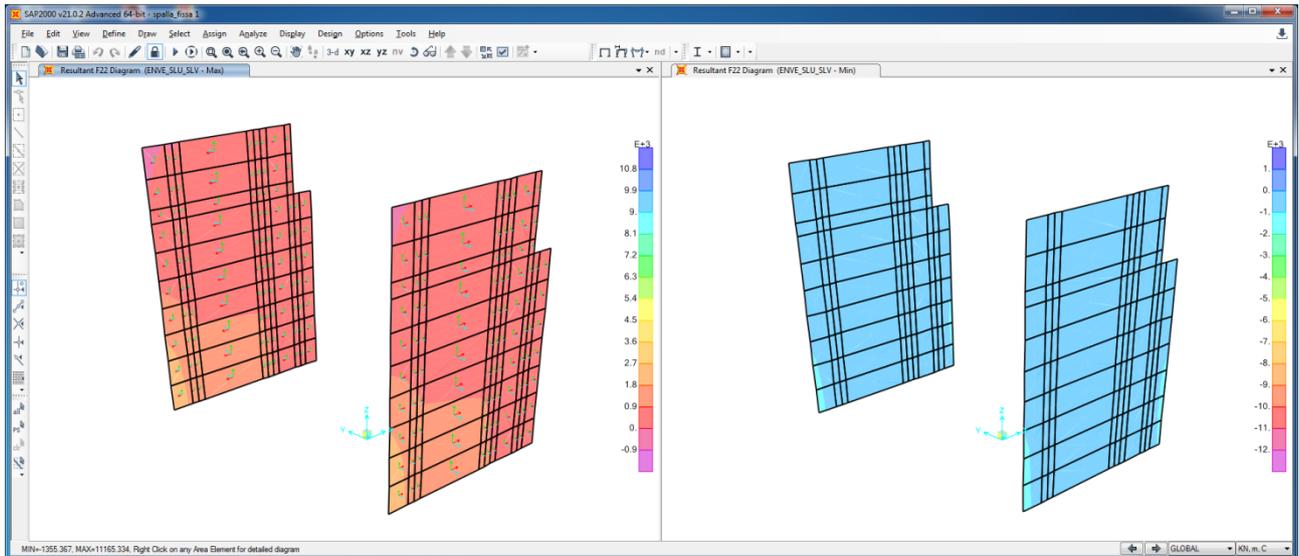


Figura 28: Sforzo assiale F22 - Inviluppo SLU_SLV

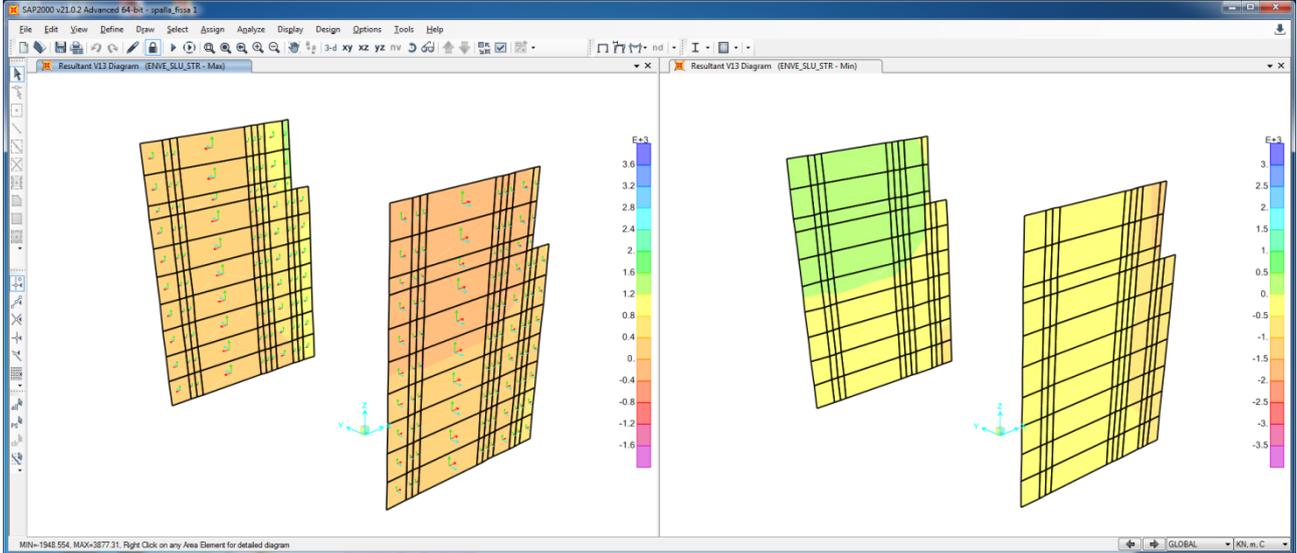


Figura 29: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_STR

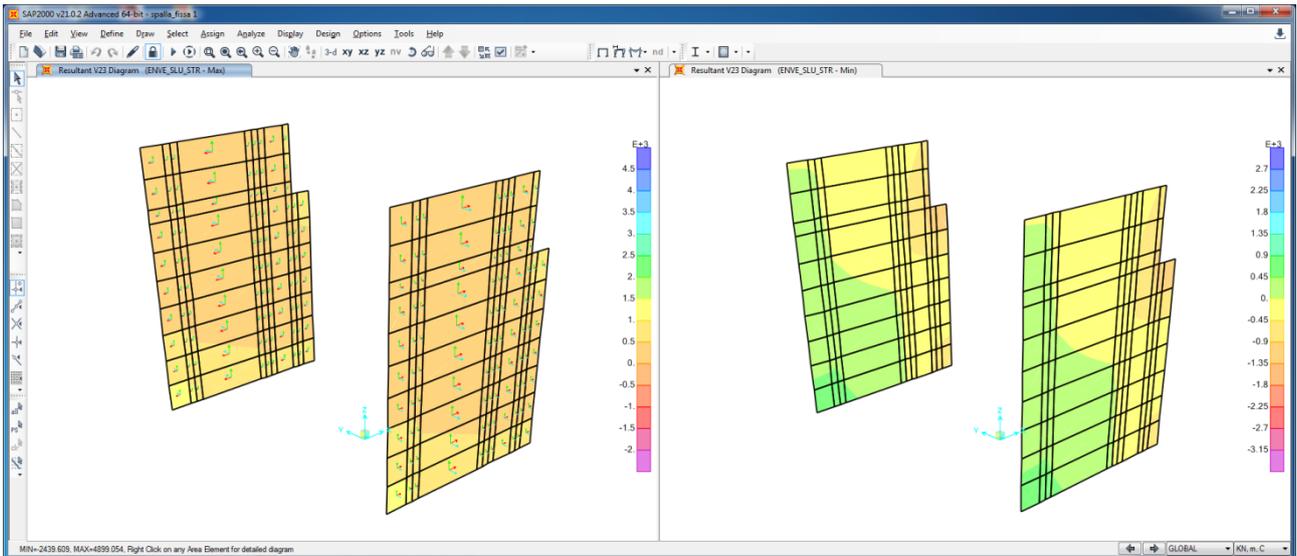


Figura 30: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_STR

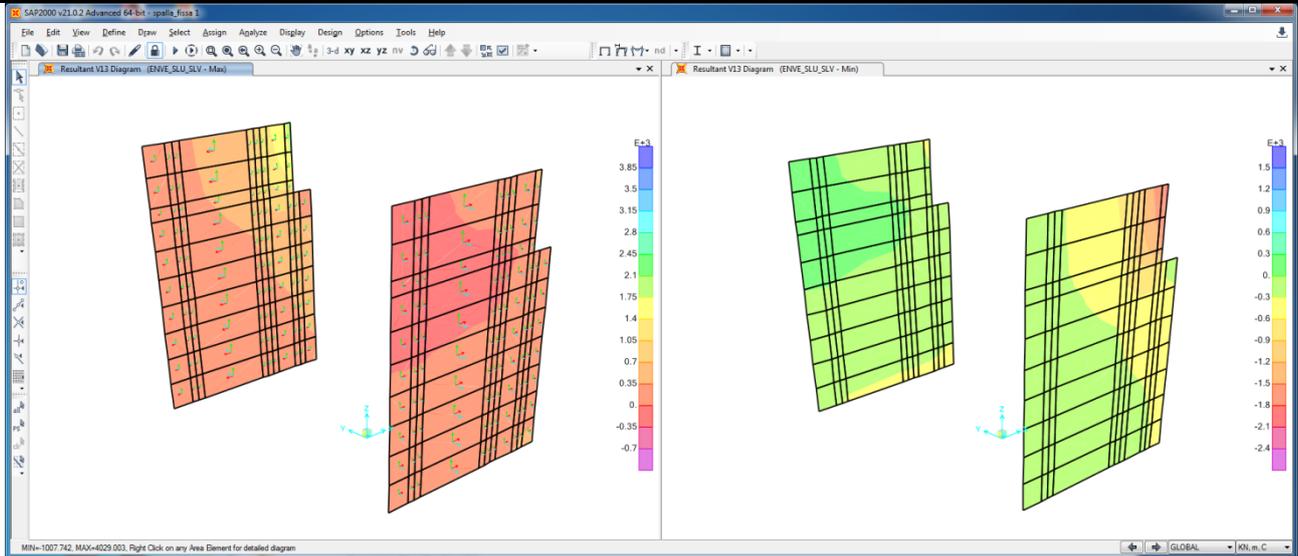


Figura 31: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_SLV

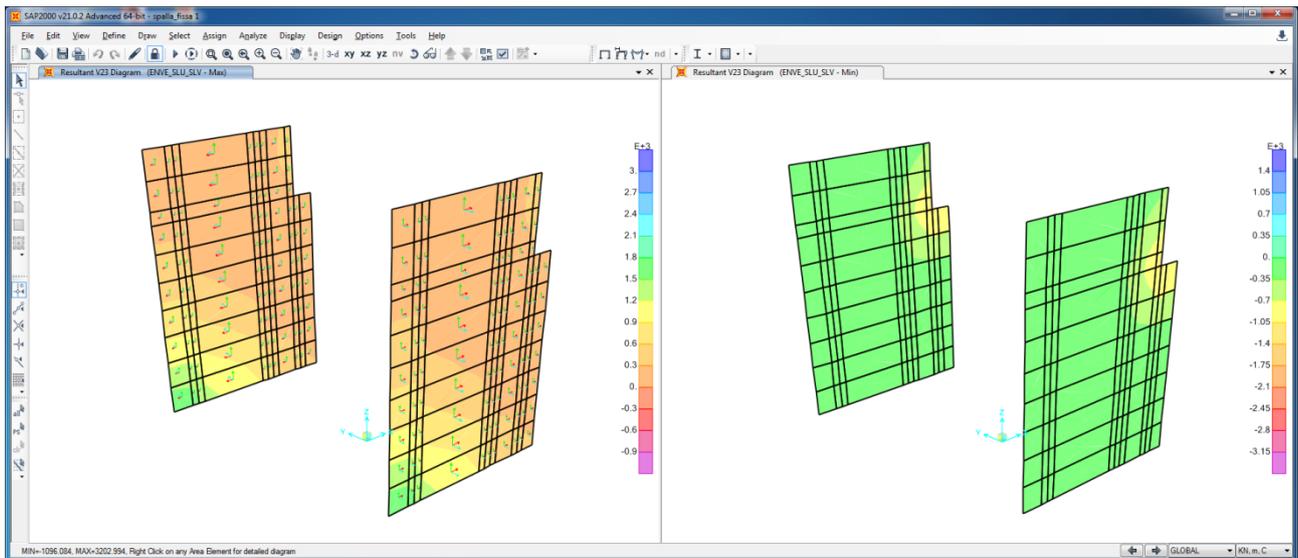


Figura 32: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_SLV

SOLETTA FONDAZIONE

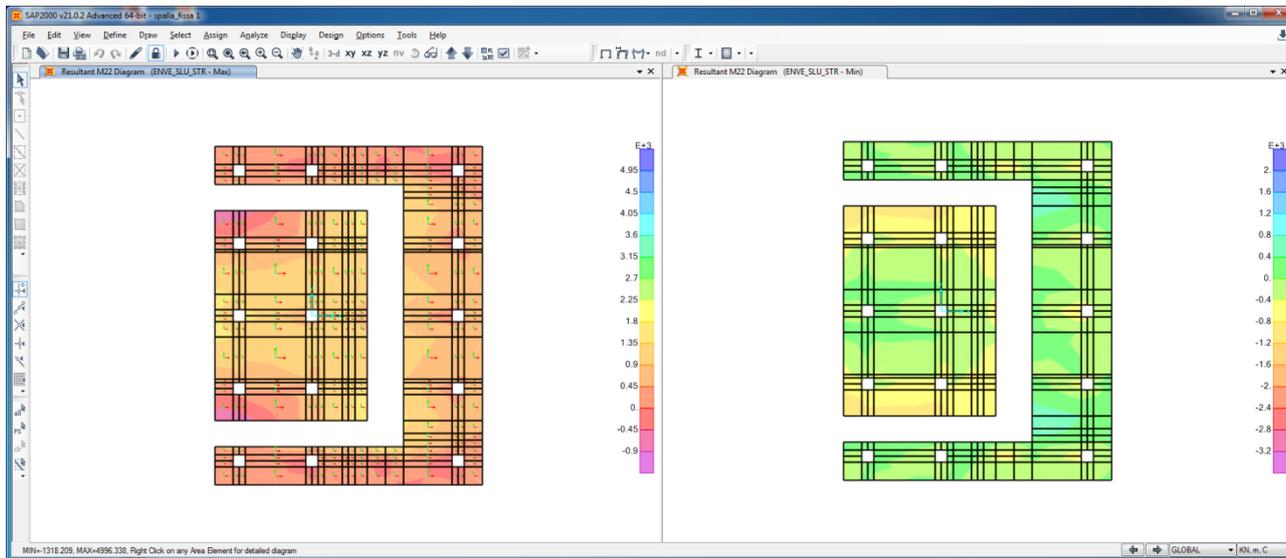


Figura 33: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_STR

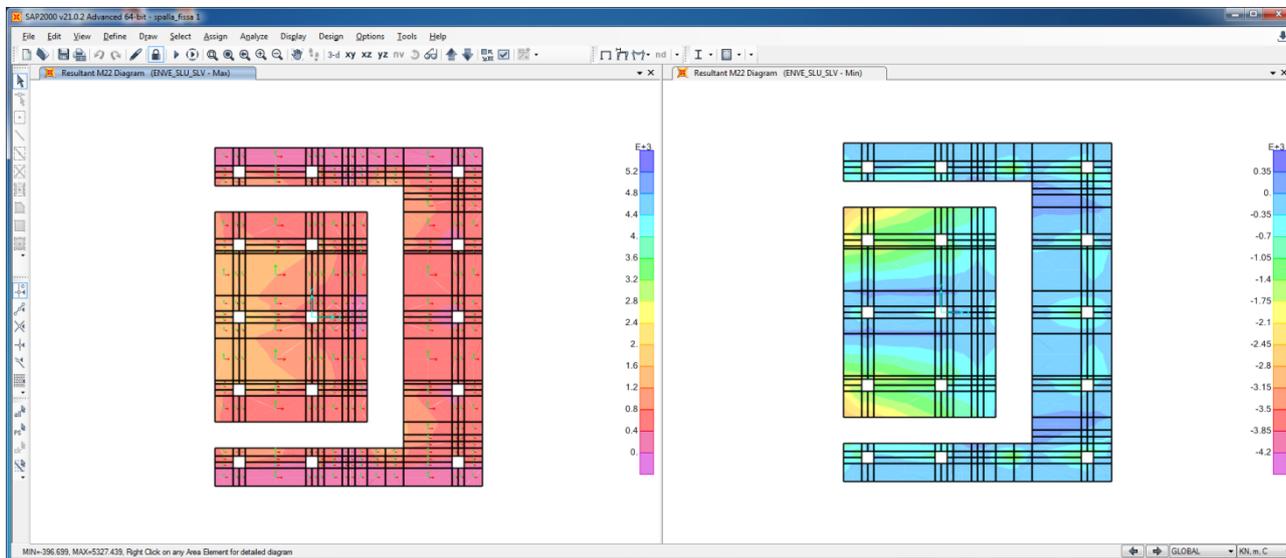


Figura 34: Momento Flettente M22 - Involuppo SLU_SLV

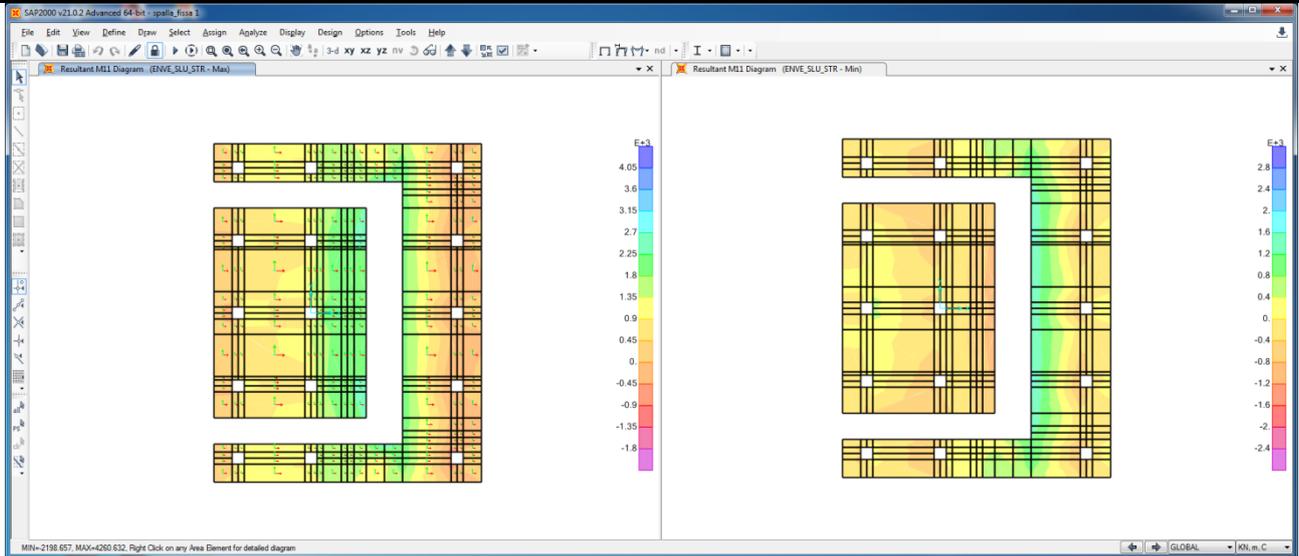


Figura 35: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_STR

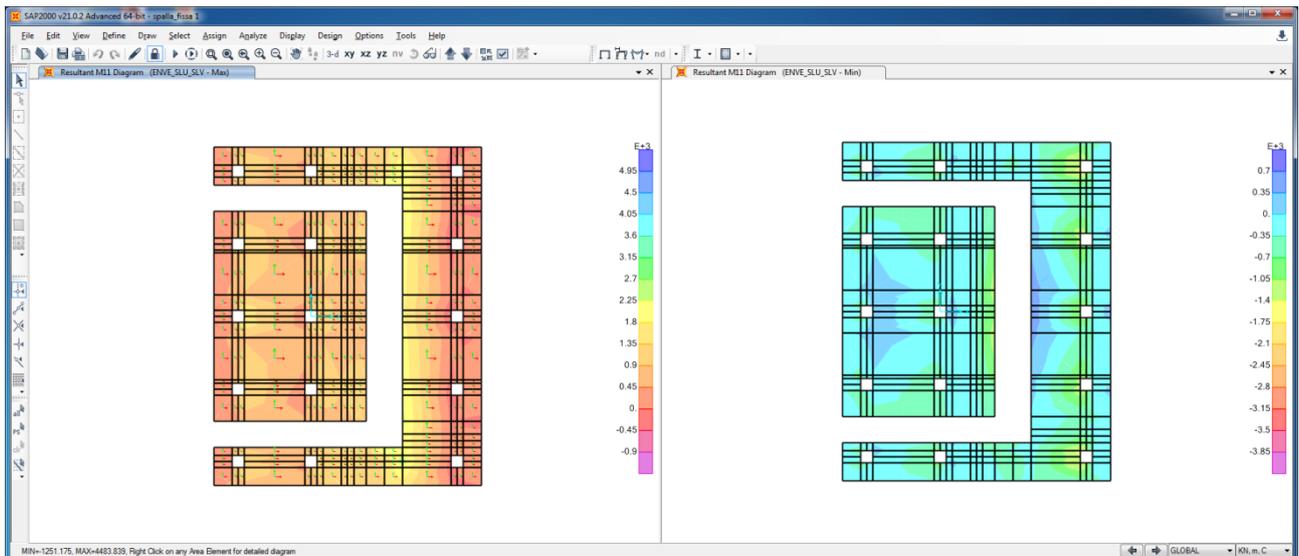


Figura 36: Momento Flettente M11 - Involuppo SLU_SLV

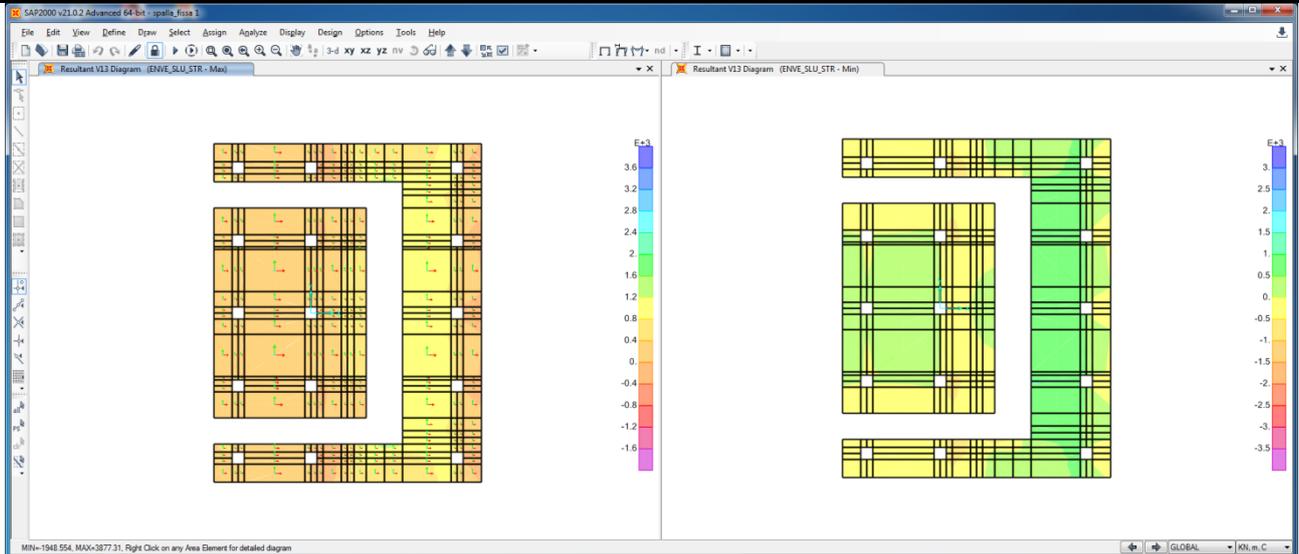


Figura 37: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_STR

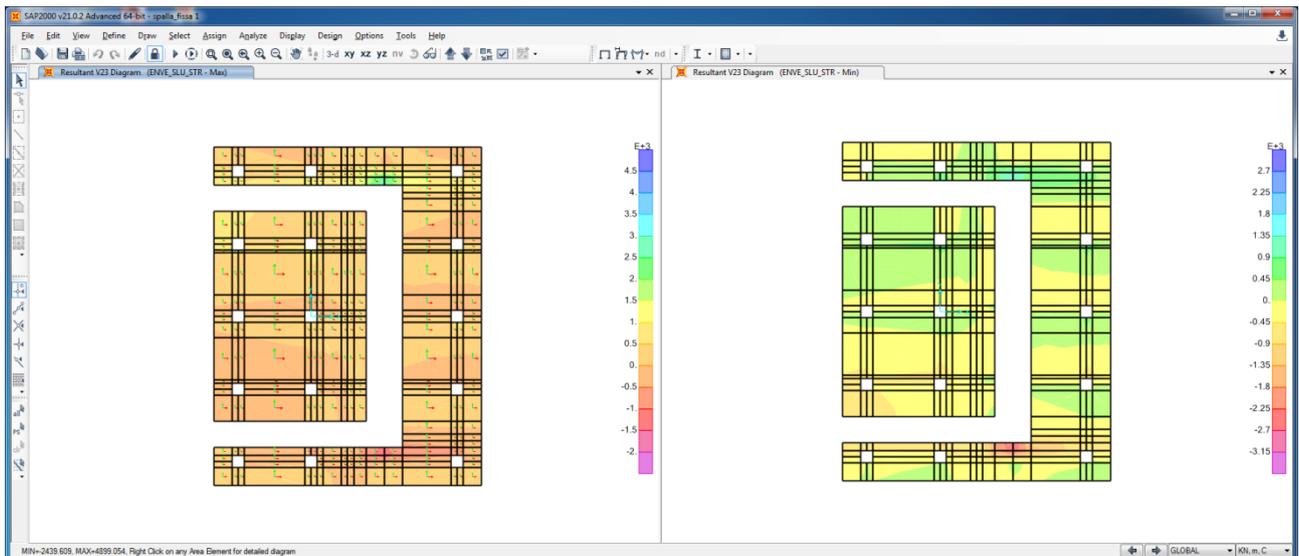


Figura 38: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_STR

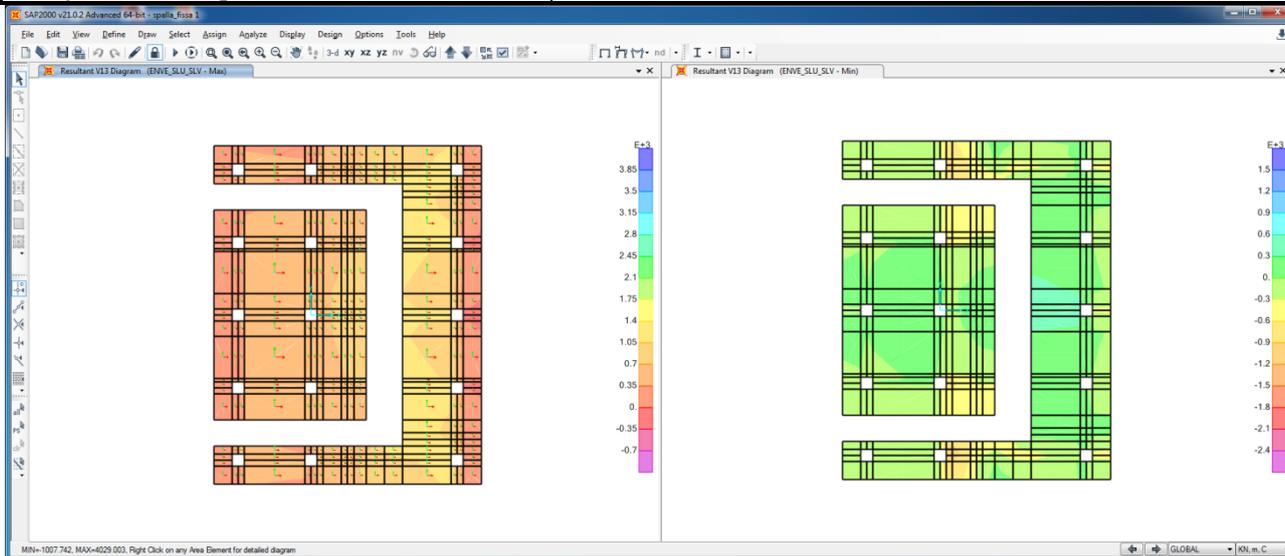


Figura 39: Sollecitazioni Taglianti V13 - Involuppo SLU_SLV

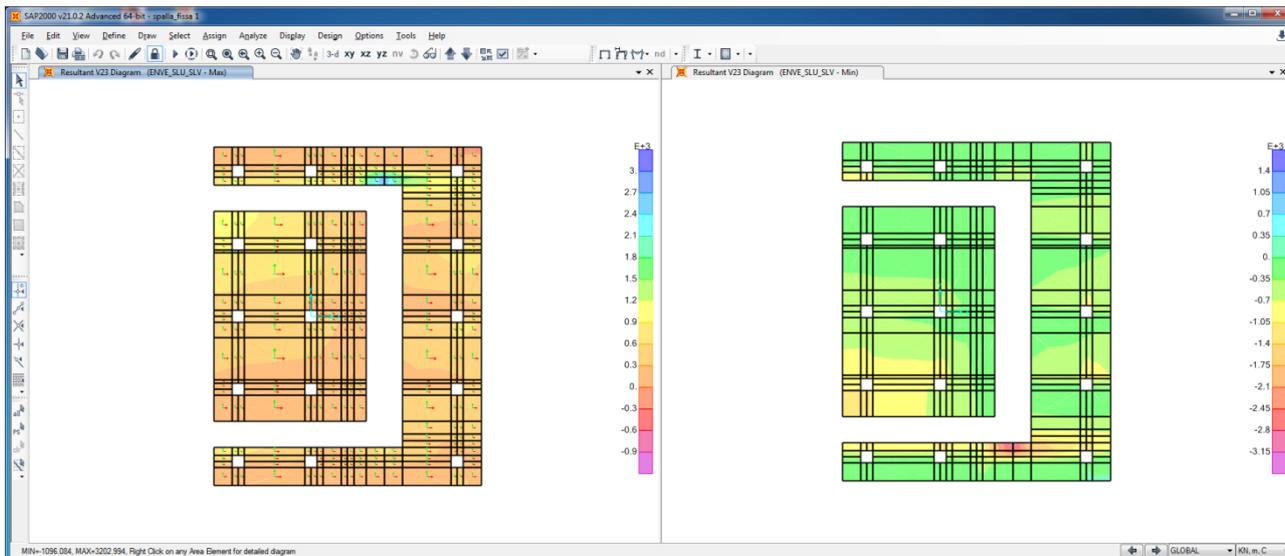


Figura 40: Sollecitazioni Taglianti V23 - Involuppo SLU_SLV

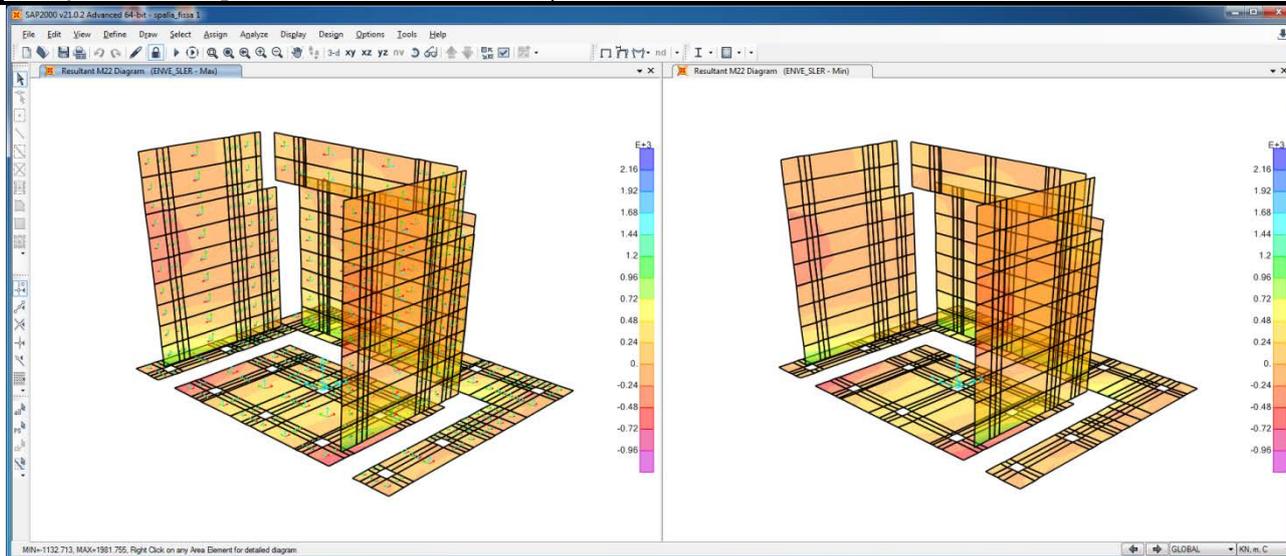


Figura 41: Momento Flettente M22 - Involuppo SLER

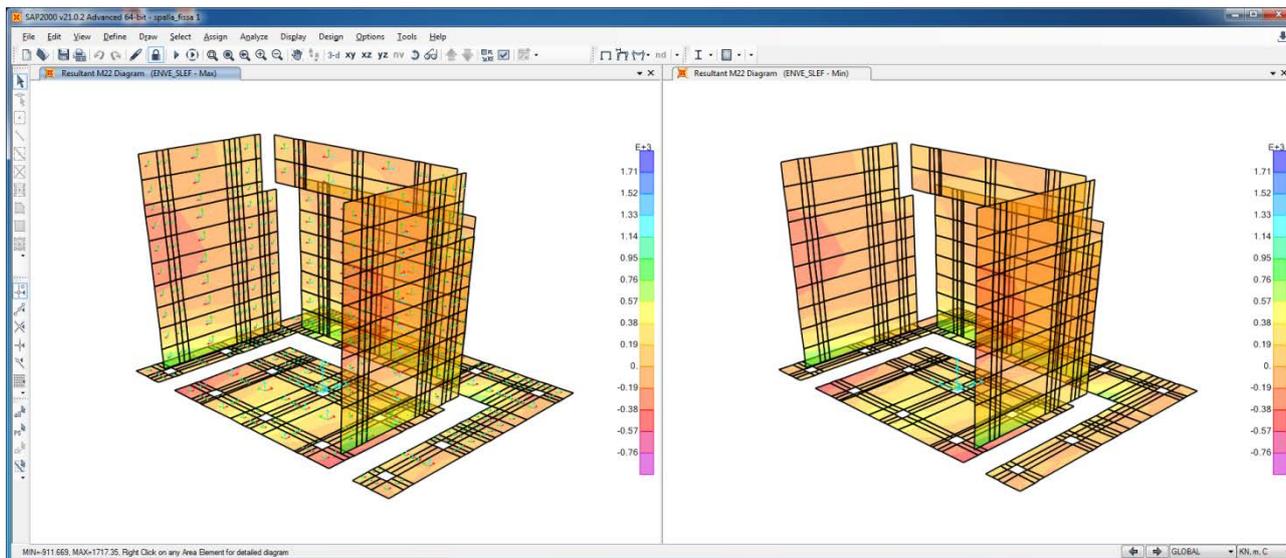


Figura 42: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEF

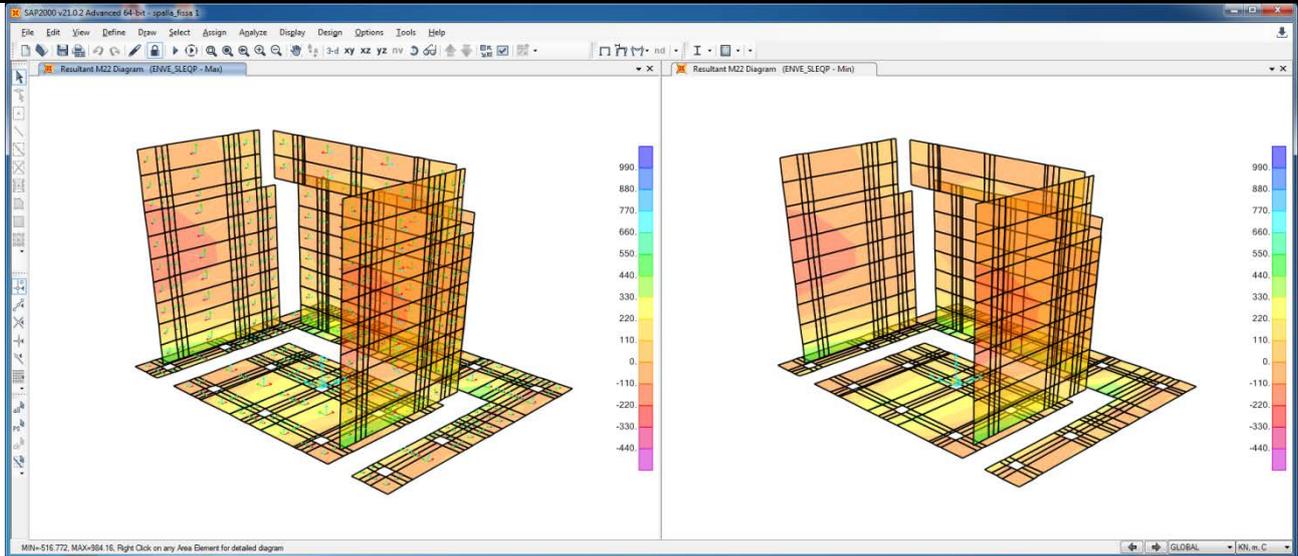


Figura 43: Momento Flettente M22 - Involuppo SLEQP

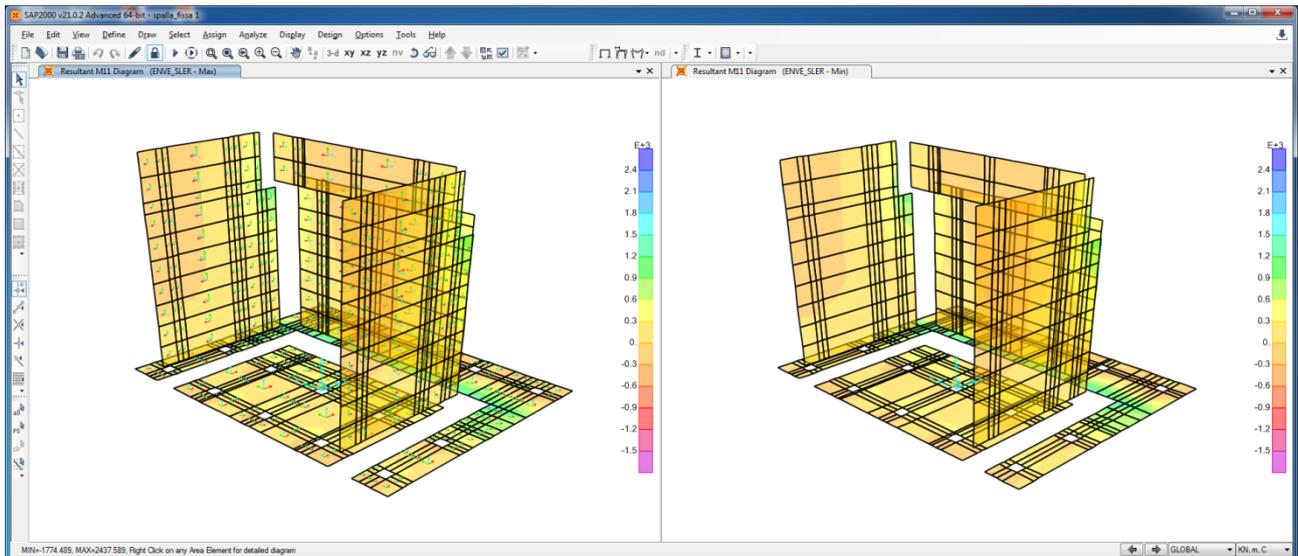


Figura 44: Momento Flettente M11 - Involuppo SLER

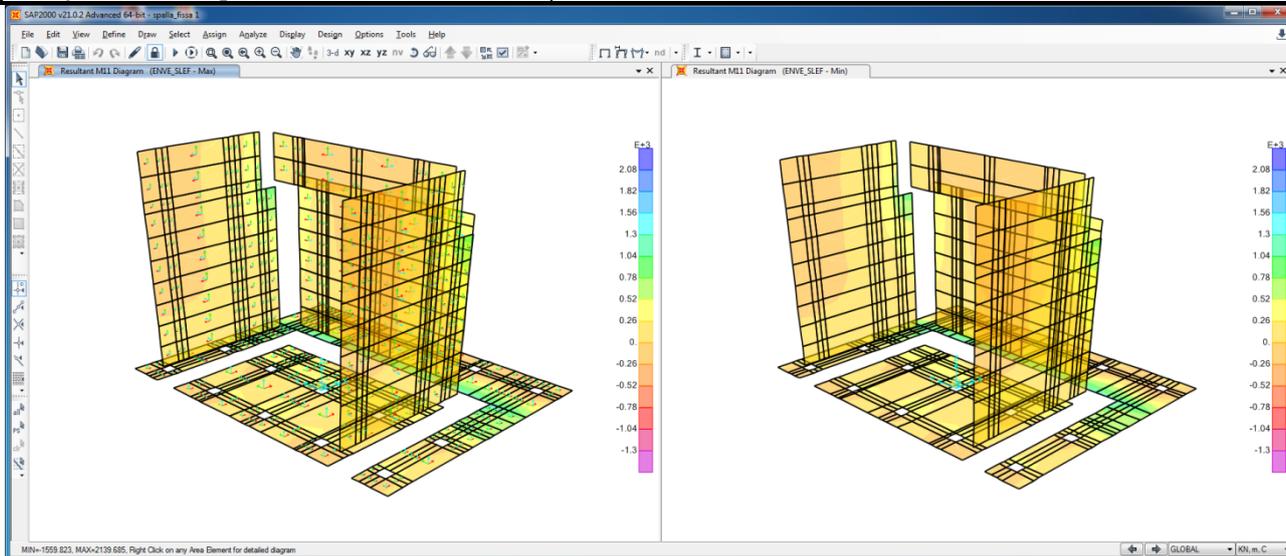


Figura 45: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEF

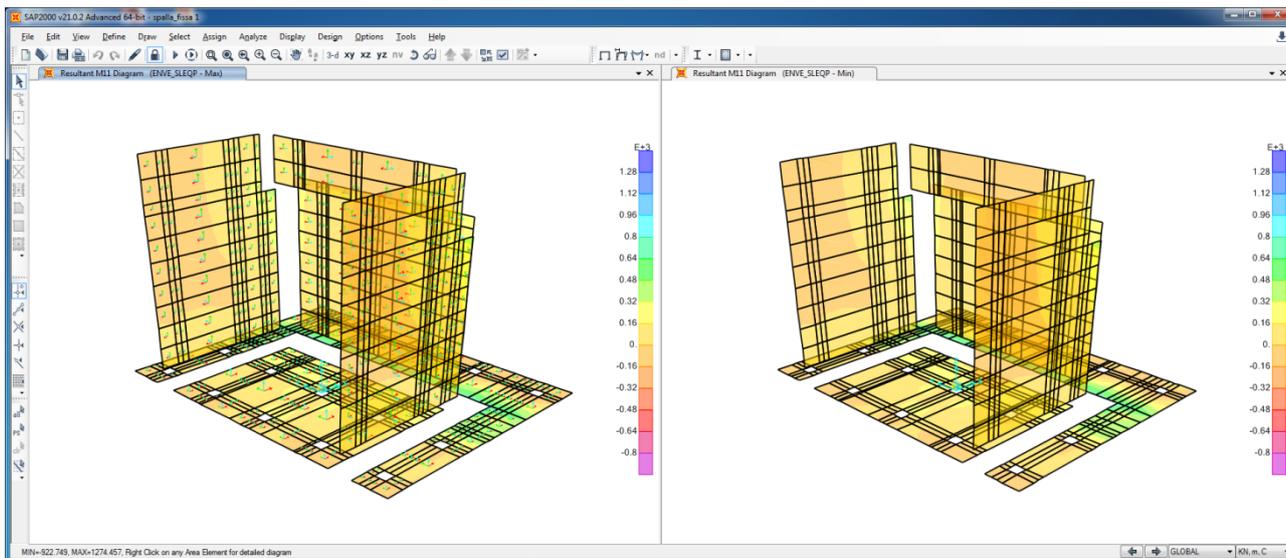


Figura 46: Momento Flettente M11 - Involuppo SLEQP

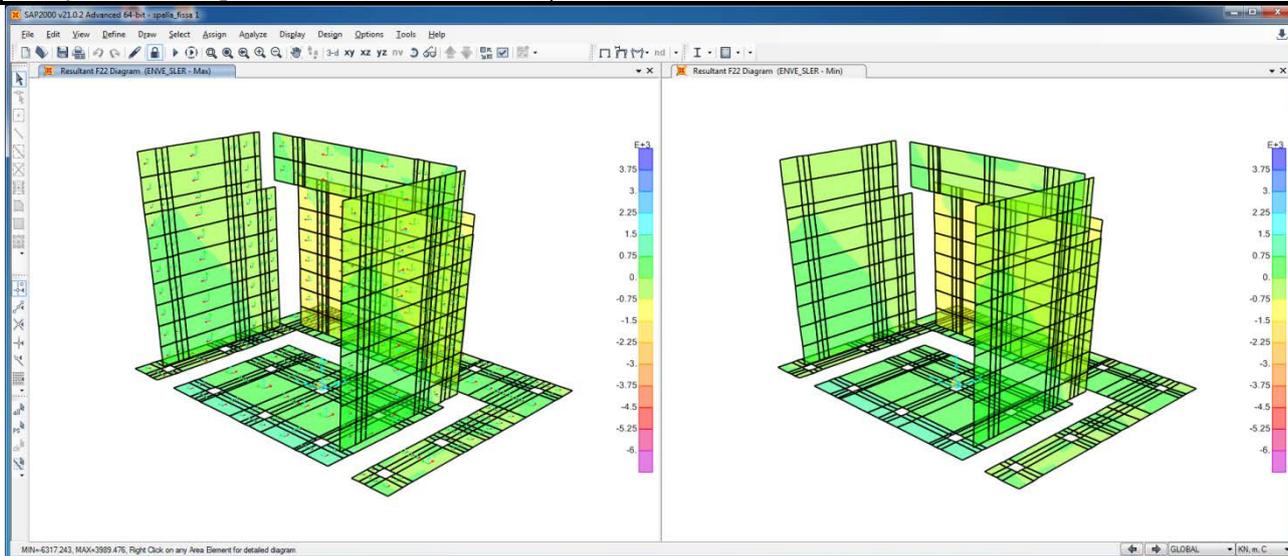


Figura 47: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLER

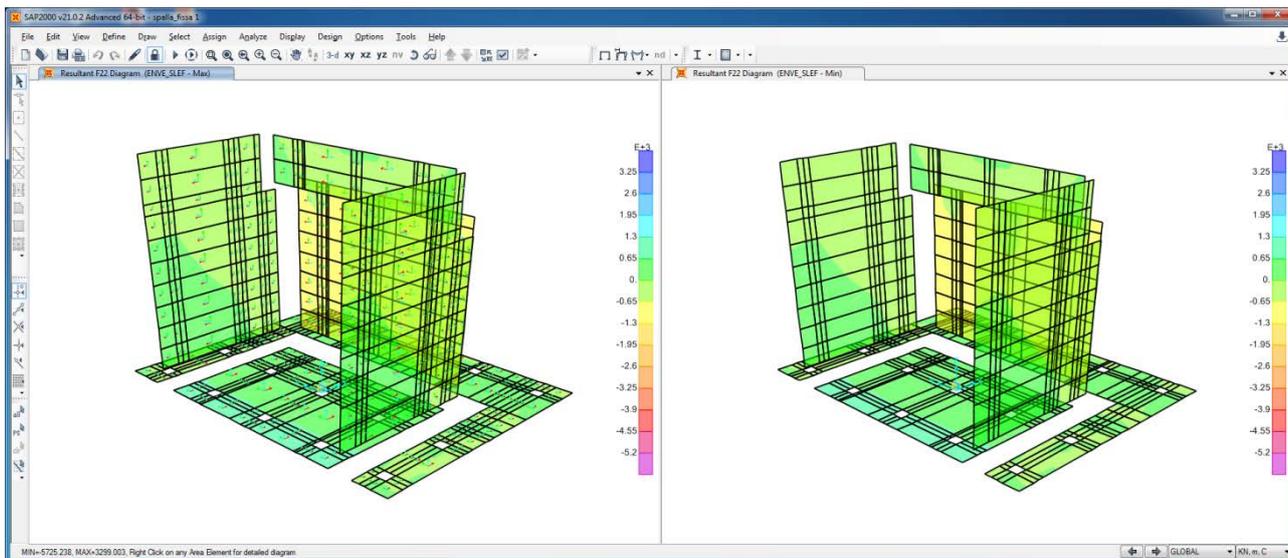


Figura 48: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLEF

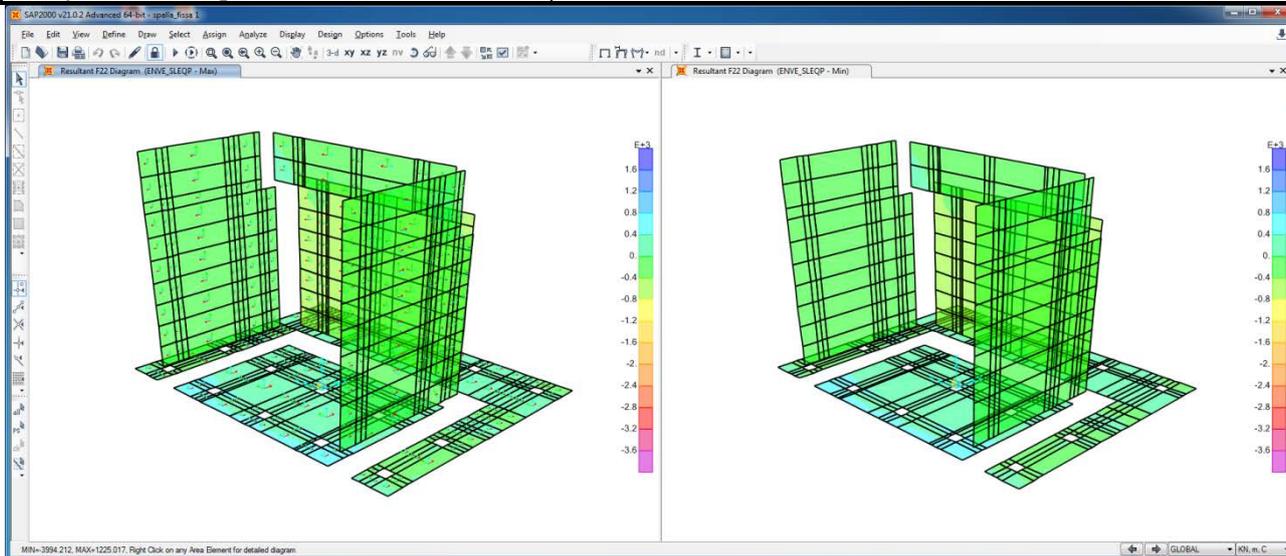


Figura 49: Sforzo assiale F22 - Involuppo SLEQP



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	78 di 174

13 VERIFICHE DI RESISTENZA

Nel seguito si riporta la verifica eseguita con il software RC-SEC della Geostru per le condizioni di carico più gravose.

13.1 PARAMENTO SP 1.80 M

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1023	ENVE_SLU_STR	1756.8	809.7
1048	ENVE_SLU_STR	1965.5	-568.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
968	ENVE_SLU_STR	1205.4	1298.6
975	ENVE_SLU_STR	269.0	-127.1

V13	V23
KN	KN
729	565

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1025	ENVE_SLU_SLV	-108.0	1108.1
1063	ENVE_SLU_SLV	549.7	-1935.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
976	ENVE_SLU_SLV	189.1	2263.4
971	ENVE_SLU_SLV	549.3	-400.2

V13	V23
KN	KN
1249	1068

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1023	ENVE_SLER	1249.6	600.3
1048	ENVE_SLER	1432.9	-424.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
968	ENVE_SLER	880.0	957.9
1023	ENVE_SLER	1152.9	-94.4



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	79 di 174

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1023	ENVE_SLEF	1115.8	496.5
1048	ENVE_SLEF	1194.2	-297.8

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
968	ENVE_SLEF	764.8	829.2
978	ENVE_SLEF	625.4	-91.6

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1017	ENVE_SLEQP	522.3	195.9
971	ENVE_SLEQP	407.7	-40.6

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
976	ENVE_SLEQP	439.4	453.4
971	ENVE_SLEQP	426.5	-89.5

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$$A_s = 1\Phi 24/10$$

$$A_{s'} = 1\Phi 24/10$$

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$$A_s = 1\Phi 24/10$$

$$A_{s'} = 1\Phi 24/10$$

Staffe : $\Phi 14/20$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	80 di 174

13.1.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio V13

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Ed} \geq V_{Rd}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	1249 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione	h	1800 mm	
Copriferro	c	86 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)	b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)	d	1714 mm	
Area Calcestruzzo	A_c	1800000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n	10	
	\emptyset	24 mm	
	A_{sl}	4521.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale	ρ_1	0.0026 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione	σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$	k	1.34 ≤ 2	ok
$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	v_{min}	0.25	
	V_{Rd}	569 kN	
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$	NON VERIFICATA	

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	1068 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	1800 mm
-----	---------

Copriferro

c	110 mm
-----	--------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	1690 mm
-----	---------

Area Calcestruzzo

A_c	1800000 mm ²
-------	-------------------------

Armatura longitudinale tesa

n 10

\varnothing	24 mm
---------------	-------

A_{sl}	4521.6 mm ²
----------	------------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0027 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.34 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{min}	0.25
-----------	------

V_{Rd}	564 kN
----------	--------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

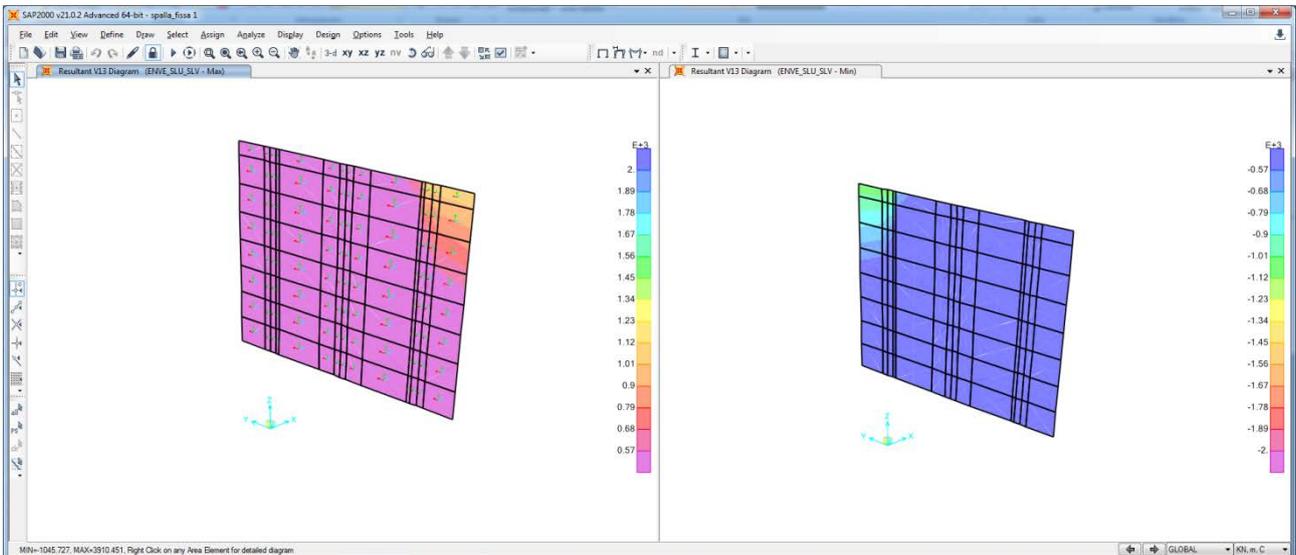


Figura 50: Ricoprimento taglio V13

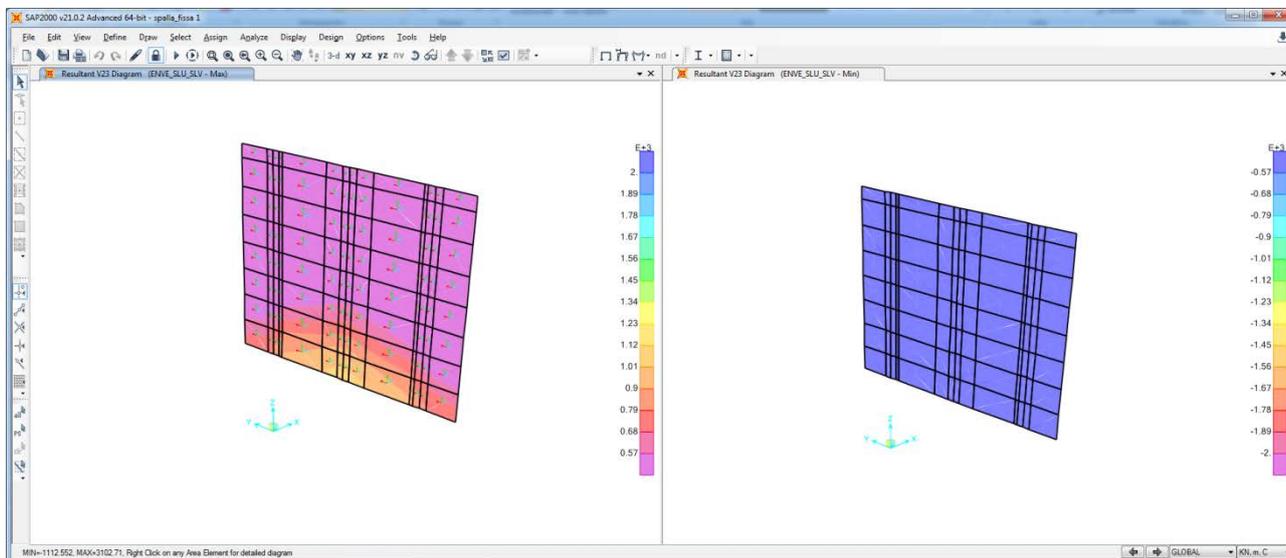


Figura 51: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V_{13max} = 1249 \text{ KN/m}$ e $V_{23max} = 1068 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	83 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Taglio V13

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\varnothing	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	1858.40 kN
		V_{Rcd}	7255.36 kN
		V_{Rd}	1858.40 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	1832.38 kN
		V_{Rcd}	7153.77 kN
		V_{Rd}	1832.38 kN

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

VERIFICATA

13.1.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro barre trasversali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	98	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 110 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	85 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettagolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb. N Mx Vy MT

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	86 di 174

1	1205.40	1298.60	0.00	0.00
2	269.00	-127.10	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	880.00	957.90
2	1152.90	-94.40

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

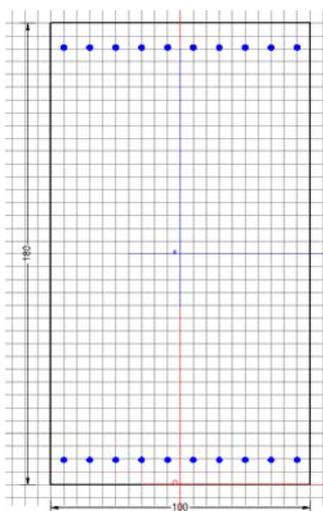
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	764.80	829.20 (2746.87)
2	625.40	-91.60 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	439.40	453.40 (2808.55)
2	426.50	-89.50 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	87 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.8 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	1205.40	1298.60	1205.50	3854.54	2.968	165.2	0.09	0.70	45.2 (29.5)
2	S	269.00	-127.10	268.91	-3115.20	24.510	12.0	0.07	0.70	45.2 (29.5)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00089	169.0	-0.03654	11.0
2	0.00350	0.0	0.00030	11.0	-0.04565	169.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X, Y, O)
 Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X, Y, O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X, Y, O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11) NTC / (7.14) EC2)

N° Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.70	180.0	0.00	108.0	-54.4	169.0	27.5	2750	45.2	8.7
2	S	0.74	0.0	0.45	180.0	7.0	11.0	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compressione: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0004 001** REV. **A** FOGLIO **88 di 174**

Relazione di calcolo Spalla

K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00030	0.00020	0.50	0.60	0.000163 (0.000163)	581	0.095 (990.00)	2742.16
2	S	0.00006	0.00003	----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.33	180.0	0.00	107.8	-46.9	169.0	27.5	2750	45.2	8.7
2	S	0.47	0.0	0.18	180.0	2.9	11.0	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00026	0.00018	0.50	0.60	0.000141 (0.000141)	581	0.082 (0.20)	2746.87
2	S	0.00004	0.00001	----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.27	180.0	0.00	105.3	-24.1	169.0	27.5	2750	45.2	8.7
2	S	0.36	0.0	0.08	180.0	1.4	11.0	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00013	0.00010	0.50	0.40	0.000072 (0.000072)	581	0.042 (0.20)	2808.55
2	S	0.00003	0.00001	----	----	----	----	----	0.00

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M22 - SISMICO

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita di Trave
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resistenza compress. di progetto fcd: 18.13 MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	89 di 174

Relazione di calcolo Spalla

	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a 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:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	11.0	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	189.10	2263.40	0.00	0.00
2	549.30	-400.20	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	9.8	cm
Interfero netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	189.10	2263.40			1.291	143.5	0.22	0.71	45.2 (29.5)
2	S	549.30	-400.20			7.950	39.5	0.23	0.73	45.2 (29.5)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	90 di 174

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00054	180.0	0.00038	169.0	-0.00196	11.0
2	0.00060	0.0	0.00043	11.0	-0.00196	169.0

13.1.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	24	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	74	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale:	86	[mm]	Dato da assegnare nell'input delle sezioni
---	----	------	--

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	91 di 174

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	1756.80	809.70	0.00	0.00
2	1965.50	-568.20	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	1249.60	600.30
2	1432.90	-424.20

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

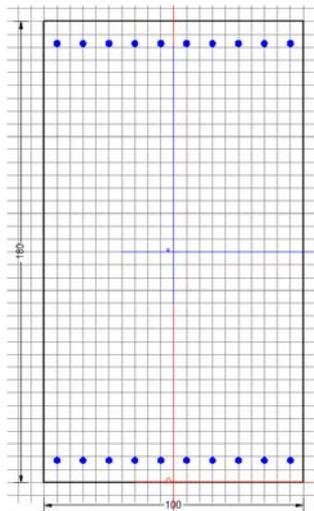
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	1115.80	496.50 (7525.12)
2	1194.20	-297.80 (0.00)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	522.30	195.90 (16309.32)
2	407.70	-40.60 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.6 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.
---------	-----	---	----	------	-------	----------	----	-----	--------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	93 di 174

1	S	1756.80	809.70	1756.84	4364.42	5.390	165.1	0.09	0.70	45.2 (29.9)
2	S	1965.50	-568.20	1965.62	-4529.59	7.972	15.7	0.09	0.70	45.2 (29.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00148	171.4	-0.03675	8.6
2	0.00350	0.0	0.00158	8.6	-0.03471	171.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
Sc max	Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.64	180.0	0.00	36.8	-5.0	171.4	12.5	1254	45.2	9.2
2	S	1.40	0.0	0.08	180.0	2.1	8.6	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2) in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00003	0.00012	0.50	0.60	0.000015 (0.000015)	365	0.005 (990.00)	6203.25
2	S	0.00011	0.00001	----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.38	180.0	0.00	29.0	-2.9	171.4	9.8	980	45.2	9.2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	94 di 174

2	S	1.08	0.0	0.15	180.0	2.9	8.6	0.0	0	0.0	0.0
---	---	------	-----	------	-------	-----	-----	-----	---	-----	-----

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00002	0.00010	0.50	0.60	0.000009 (0.000009)	340	0.003 (0.20)	7525.12
2	S	0.00008	0.00001	----	----	----	----	----	0.00

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.58	180.0	0.00	10.7	-0.2	171.4	4.0	395	45.2	9.2
2	S	0.27	0.0	0.15	180.0	2.3	8.6	0.0	0	0.0	0.0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00000	0.00004	0.50	0.40	0.000001 (0.000001)	287	0.000 (0.20)	16309.32
2	S	0.00002	0.00001	----	----	----	----	----	0.00

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: muro frontale M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Billineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	95 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Barre superiori:	10Ø24	(45.2 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.6	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-108.00	1108.10	0.00	0.00
2	549.70	-1935.20	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.6	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-108.00	1108.10			2.487	146.4	0.20	0.70	45.2 (29.9)
2	S	549.70	-1935.20			1.672	39.6	0.23	0.73	45.2 (29.9)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00048	180.0	0.00036	171.4	-0.00196	8.6
2	0.00059	0.0	0.00046	8.6	-0.00196	171.4



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	96 di 174

13.2 MURO PARAGHIAIA

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1345	ENVE_SLU_STR	-21.9	291.1
1360	ENVE_SLU_STR	25.9	-75.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1353	ENVE_SLU_STR	69.5	121.2
1343	ENVE_SLU_STR	-70.9	-109.3

V13	V23
KN	KN
196	148

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1345	ENVE_SLU_SLV	-75.6	469.6
1360	ENVE_SLU_SLV	43.1	-189.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1353	ENVE_SLU_SLV	34.8	318.6
1343	ENVE_SLU_SLV	21.4	-185.1

V13	V23
KN	KN
288	281

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1345	ENVE_SLER	-16.2	215.7
1360	ENVE_SLER	19.1	-55.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1353	ENVE_SLER	51.4	89.7
1343	ENVE_SLER	-52.0	-80.9

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1345	ENVE_SLEF	-10.9	177.4
1354	ENVE_SLEF	-31.7	-43.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1353	ENVE_SLEF	46.0	70.2
1343	ENVE_SLEF	-42.2	-66.6



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	97 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1344	ENVE_SLEQP	4.8	62.4
1354	ENVE_SLEQP	2.9	-8.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1344	ENVE_SLEQP	4.8	17.6
1343	ENVE_SLEQP	-12.7	-24.4

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 20/10$ lato controterra

$A_{s'} = 1\Phi 20/20$ lato opposto

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 20/10$ lato controterra

$A_{s'} = 1\Phi 20/20$ lato opposto

Staffe : $\Phi 14/20$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	98 di 174

13.2.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio VI3

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ctk})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:

V_{Ed}	288 kN
N_{Ed}	0 kN

Calcestruzzo

C32/40

R_{ck}	40 N/mm ²
----------	----------------------

f_{ck}	33.2 N/mm ²
----------	------------------------

Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo

f_{cd}	18.81 N/mm ²
----------	-------------------------

Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo

γ_c	1.5
------------	-----

Altezza sezione

h	600 mm
-----	--------

Copriferro

c	84 mm
-----	-------

Larghezza minima della sezione (in mm)

b_w	1000 mm
-------	---------

Altezza utile della sezione (in mm)

d	516 mm
-----	--------

Area Calcestruzzo

A_c	600000 mm ²
-------	------------------------

Armatura longitudinale tesa

n **10**

\varnothing	20 mm
---------------	-------

A_{sl}	3140 mm ²
----------	----------------------

Rapporto geometrico di armatura longitudinale

ρ_1	0.0061 ≤ 0.02	ok
----------	---------------	----

Tensione media di compressione nella sezione

σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
---------------	-----------------------	----

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$$

k	1.62 ≤ 2	ok
-----	----------	----

$$v_{\min} = 0.035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$$

v_{\min}	0.28
------------	------

V_{Rd}	273.64 kN
----------	-----------

Verifica:

$$V_{Rd} > V_{Ed}$$

NON VERIFICATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	99 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	281 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	600 mm
Copriferro		c	104 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	496 mm
Area Calcestruzzo		A_c	600000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n	\emptyset	20 mm
	10	A_{sl}	3140 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0063 ≤ 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.64 ≤ 2 ok
$V_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{min}	0.28
		V_{Rd}	268.56 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

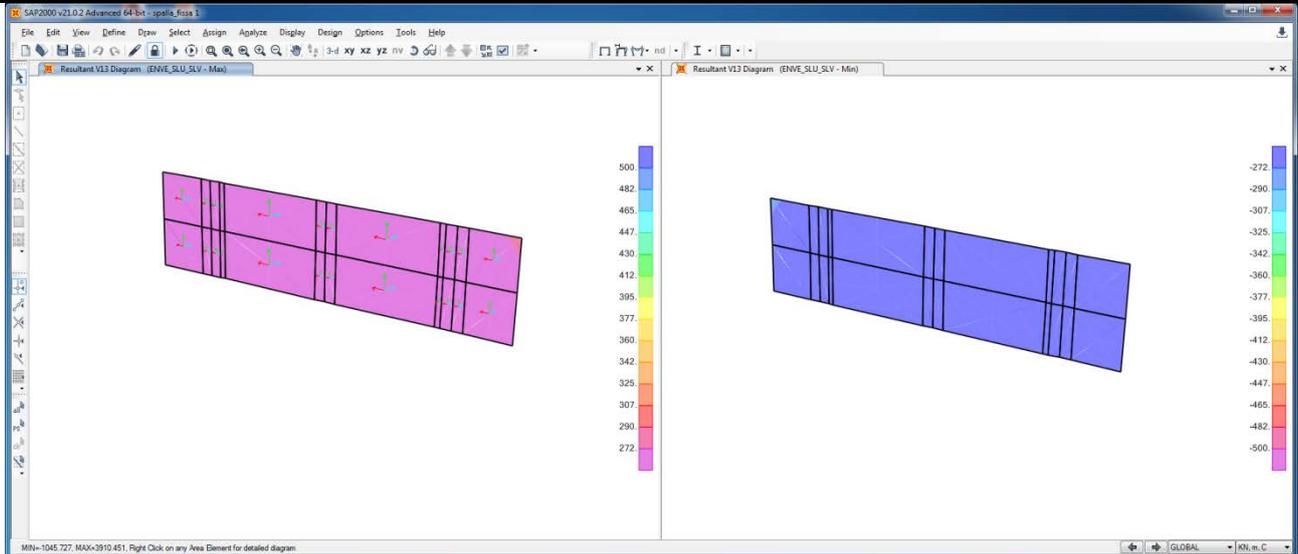


Figura 52: Ricoprimento taglio V13

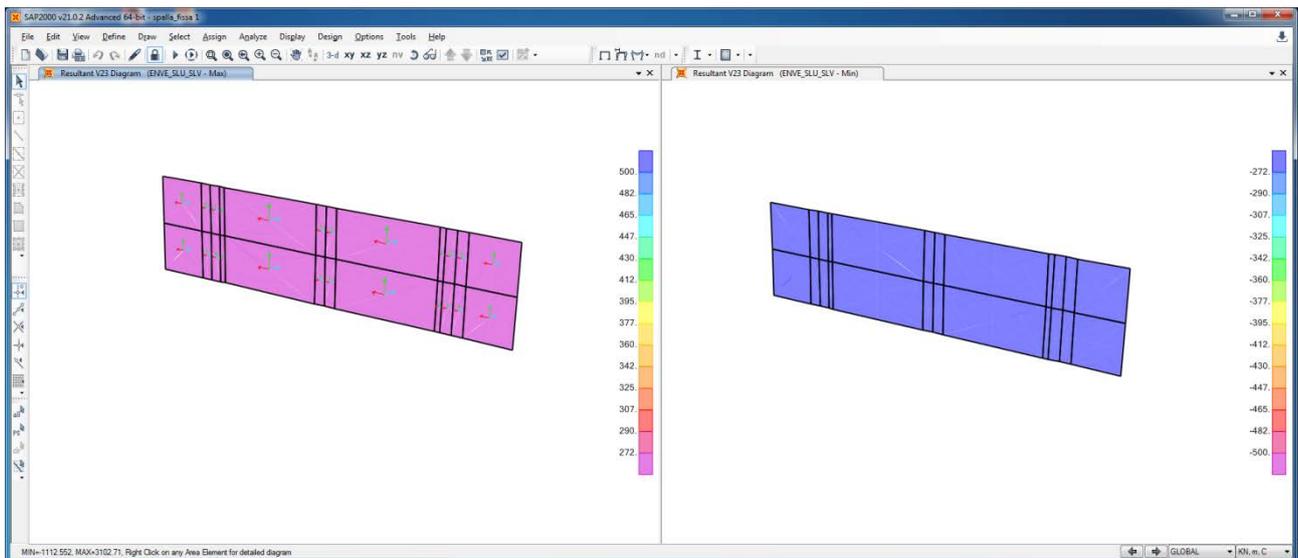


Figura 53: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13_{max} = 288 \text{ KN/m}$ e $V23_{max} = 281 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	101 di 174

Taglio V13

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	559.47 kN
		V_{Rcd}	2184.23 kN
		V_{Rd}	559.47 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	537.79 kN
		V_{Rcd}	2099.57 kN
		V_{Rd}	537.79 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

13.2.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]	
Diametro barre trasversali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	94	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 104 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	103 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M22

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.300 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb. N Mx Vy MT

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	104 di 174

1	69.50	121.20	0.00	0.00
2	-70.90	-109.30	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	51.40	89.70
2	-52.00	-80.90

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

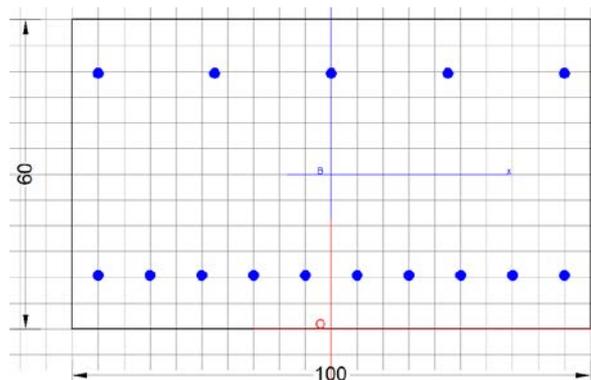
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	46.00	70.20 (228.01)
2	-42.20	-66.60 (-190.77)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	4.80	17.60 (219.20)
2	-12.70	-24.40 (-192.96)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.4 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0004 001** REV. **A** FOGLIO 105 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	69.50	121.20	69.74	585.56	4.811	50.5	0.19	0.70	47.1 (8.7)
2	S	-70.90	-109.30	-70.78	-310.42	2.765	8.1	0.16	0.70	47.1 (8.7)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00032	49.6	-0.01472	10.4
2	0.00350	0.0	-0.00102	10.4	-0.01805	49.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\emptyset/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.26	60.0	0.00	41.6	-57.4	49.6	13.9	1386	31.4	8.8
2	S	2.59	0.0	0.00	11.3	-132.2	10.4	16.2	1624	15.7	19.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2)/(2 \cdot e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00038	0.00017	0.50	0.60	0.000172 (0.000172)	470	0.081 (990.00)	226.06



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	106 di 174

2	S	-0.00084	0.00019	0.50	0.60	0.000397 (0.000397)	671	0.266 (990.00)	-190.59
---	---	----------	---------	------	------	---------------------	-----	----------------	---------

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.78	60.0	0.00	41.3	-44.1	49.6	13.8	1377	31.4	8.8
2	S	2.13	0.0	0.00	11.3	-108.6	10.4	16.2	1624	15.7	19.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00029	0.00013	0.50	0.60	0.000132 (0.000132)	469	0.062 (0.30)	228.01
2	S	-0.00069	0.00016	0.50	0.60	0.000326 (0.000326)	671	0.219 (0.30)	-190.77

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	0.44	60.0	0.00	42.4	-12.1	49.6	14.2	1416	31.4	8.8
2	S	0.78	0.0	0.00	11.5	-38.9	10.4	16.2	1617	15.7	19.8

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00008	0.00003	0.50	0.40	0.000036 (0.000036)	473	0.017 (0.20)	219.20
2	S	-0.00025	0.00006	0.50	0.40	0.000117 (0.000117)	670	0.078 (0.20)	-192.96

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M22 -SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	391.30 MPa
	Resist. ultima di progetto ftd:	391.30 MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	107 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Deform. ultima di progetto Epu: 0.068
 Modulo Elastico Ef: 200000.0 MPa
 Diagramma tensioni-deformaz.: Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	10.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	34.80	318.60	0.00	0.00
2	21.40	-185.10	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	9.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	6.9	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re,Mx re) e (N,Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	34.80	318.60			1.707	43.9	0.32	0.85	31.4 (8.7)
2	S	21.40	-185.10			1.527	11.8	0.24	0.74	15.7 (8.7)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	108 di 174

Relazione di calcolo Spalla

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00094	60.0	0.00033	49.6	-0.00196	10.4
2	0.00061	0.0	0.00007	10.4	-0.00196	49.6

13.2.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	20	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	74	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 84 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave (solette, nervature solai) senza staffe
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	17.600 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	19.200 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	12.800 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	109 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-21.90	291.10	0.00	0.00
2	25.90	-75.20	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-16.20	215.70
2	19.10	-55.70

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	-10.90	177.40 (218.43)
2	-31.70	-43.50 (-193.35)

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione



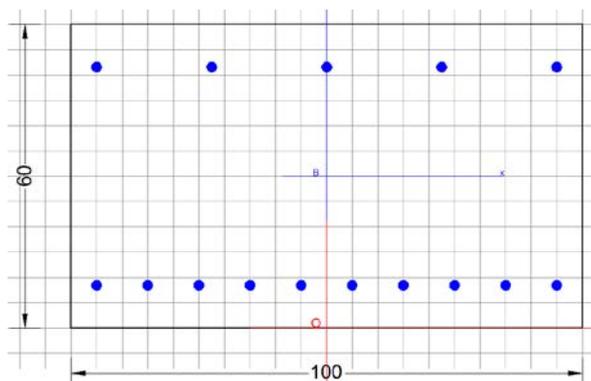
DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	110 di 174

Relazione di calcolo Spalla

N° Comb.	N	Mx
1	4.80	62.40 (221.50)
2	2.90	-8.20 (-217.45)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 8.0 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-21.90	291.10	-21.78	586.63	2.021	51.7	0.16	0.70	47.1 (9.0)
2	S	25.90	-75.20	25.96	-327.89	4.372	7.1	0.14	0.70	47.1 (9.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	60.0	-0.00004	51.6	-0.01823	8.4
2	0.00350	0.0	-0.00064	8.4	-0.02193	51.6

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0004 001** REV. **A** FOGLIO 111 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Yc max	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
Sc min	Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata [Mpa]
Yc min	Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
Sf min	Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
Ys min	Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
Dw Eff.	Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
Ac eff.	Area di congl. [cm ²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
As eff.	Area Barre tese di acciaio [cm ²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
D barre	Distanza in cm tra le barre tese efficaci. (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.88	60.0	0.00	43.3	-153.0	51.6	14.4	1443	31.4	9.2
2	S	1.57	0.0	0.00	13.0	-69.9	8.4	15.7	1566	15.7	20.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver	Esito verifica
e1	Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
e2	Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
K2	= 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e2)in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
Kt	fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
e sm	Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
srm	Distanza massima in mm tra le fessure
wk	Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
M fess.	Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00095	0.00037	0.50	0.60	0.000459 (0.000459)	408	0.187 (990.00)	218.13
2	S	-0.00043	0.00012	0.50	0.60	0.000210 (0.000210)	590	0.124 (990.00)	-217.18

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.02	60.0	0.00	43.3	-125.5	51.6	14.4	1442	31.4	9.2
2	S	1.22	0.0	0.00	10.7	-69.6	8.4	16.4	1643	15.7	20.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00078	0.00030	0.50	0.60	0.000376 (0.000376)	408	0.153 (0.20)	218.43
2	S	-0.00042	0.00009	0.50	0.60	0.000209 (0.000209)	607	0.127 (0.20)	-193.35

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.43	60.0	0.00	42.7	-42.8	51.6	14.3	1428	31.4	9.2
2	S	0.24	0.0	0.00	17.2	-10.1	8.4	15.5	1553	15.7	20.8

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00027	0.00011	0.50	0.40	0.000128 (0.000128)	406	0.052 (0.20)	221.50
2	S	-0.00006	0.00002	0.50	0.40	0.000030 (0.000030)	588	0.018 (0.20)	-217.45



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	112 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: paraghiaia M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di Trave
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resistenza compress. di progetto fcd:	18.13 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	60.0	cm
Barre inferiori:	10Ø20	(31.4 cm ²)
Barre superiori:	5Ø20	(15.7 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.4	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	-75.60	469.60	0.00	0.00
2	43.10	-189.70	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	8.0	cm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	113 di 174

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	-75.60	469.60			1.163	44.4	0.30	0.82	31.4 (9.0)
2	S	43.10	-189.70			1.579	11.7	0.23	0.72	15.7 (9.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00085	60.0	0.00039	51.6	-0.00196	8.4
2	0.00058	0.0	0.00016	8.4	-0.00196	51.6



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	114 di 174

13.3 MURI D'ALA LATERALI SP. 1.30M

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1313	ENVE_SLU_STR	97.9	1513.7
1211	ENVE_SLU_STR	0.5	-326.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1176	ENVE_SLU_STR	-246.6	1522.0
1234	ENVE_SLU_STR	-62.8	-507.3

V13	V23
KN	KN
869	848

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1313	ENVE_SLU_SLV	-487.5	2617.0
1211	ENVE_SLU_SLV	28.6	-837.9

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1176	ENVE_SLU_SLV	-1249.8	3150.9
1234	ENVE_SLU_SLV	143.6	-992.8

V13	V23
KN	KN
1642	1577

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1313	ENVE_SLER	69.2	1122.4
1211	ENVE_SLER	0.6	-241.5

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1176	ENVE_SLER	-183.2	1127.2
1234	ENVE_SLER	-44.8	-375.6

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1313	ENVE_SLEF	92.4	933.7
1211	ENVE_SLEF	3.4	-202.7

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1176	ENVE_SLEF	-71.8	990.3
1235	ENVE_SLEF	-60.8	-328.7



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	115 di 174

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
1097	ENVE_SLEQP	146.3	366.9
1328	ENVE_SLEQP	11.8	-86.3

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
1232	ENVE_SLEQP	259.1	578.2
1181	ENVE_SLEQP	95.6	-191.1

Si riassume di seguito l'armatura verticale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10 + 1\Phi 26/10$ (2° strato) lato controterra

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$ lato opposto

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata.

$A_s = 1\Phi 26/10 + 1\Phi 26/20$ (2° strato) lato controterra

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$ lato opposto

Staffe : $\Phi 14/10$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	116 di 174

13.3.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio VI3

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ctk})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{\min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:		V_{Ed}	1642 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²	
		f_{ck}	33.2 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1300 mm	
Copriferro		c	87 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1213 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1300000 mm ²	
Armatura longitudinale tesa	n 15	\varnothing	26 mm	
		A_{sl}	7959.9 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0066 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.41 ≤ 2	ok
$v_{\min} = 0.035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		v_{\min}	0.25	
		V_{Rd}	571.62 kN	
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$			NON VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	1577 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C32/40	R_{ck}	40 N/mm ²
		f_{ck}	33.2 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	18.81 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	1300 mm
Copriferro		c	113 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1187 mm
Area Calcestruzzo		A_c	1300000 mm ²
Armadura longitudinale tesa	n	20	\varnothing 26 mm
		A_{sl}	10613.2 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0089 ≤ 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.41 ≤ 2 ok
$V_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		V_{min}	0.25
		V_{Rd}	622.08 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

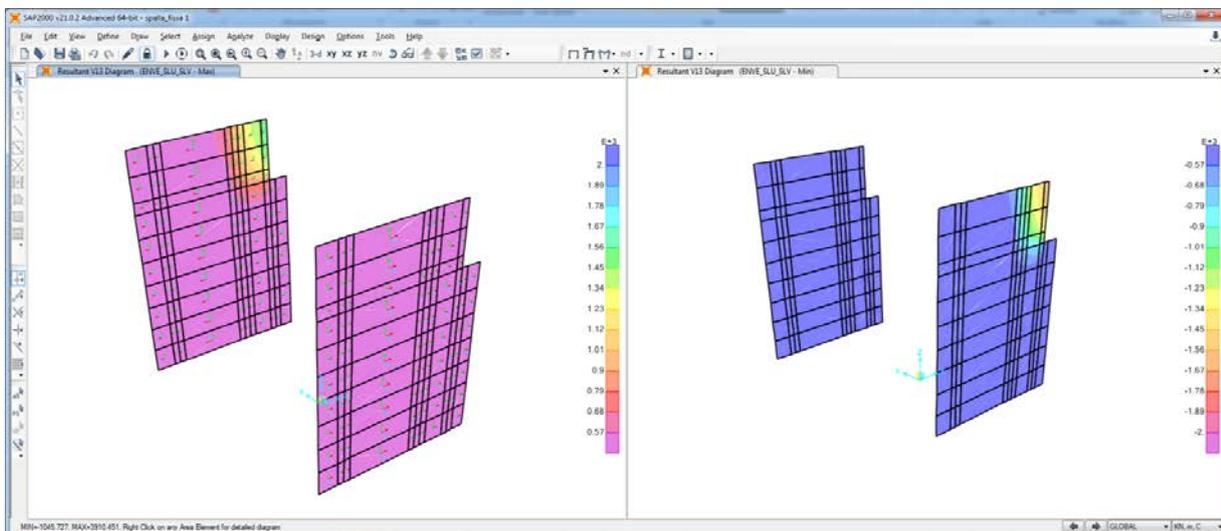


Figura 54: Ricoprimento taglio V13

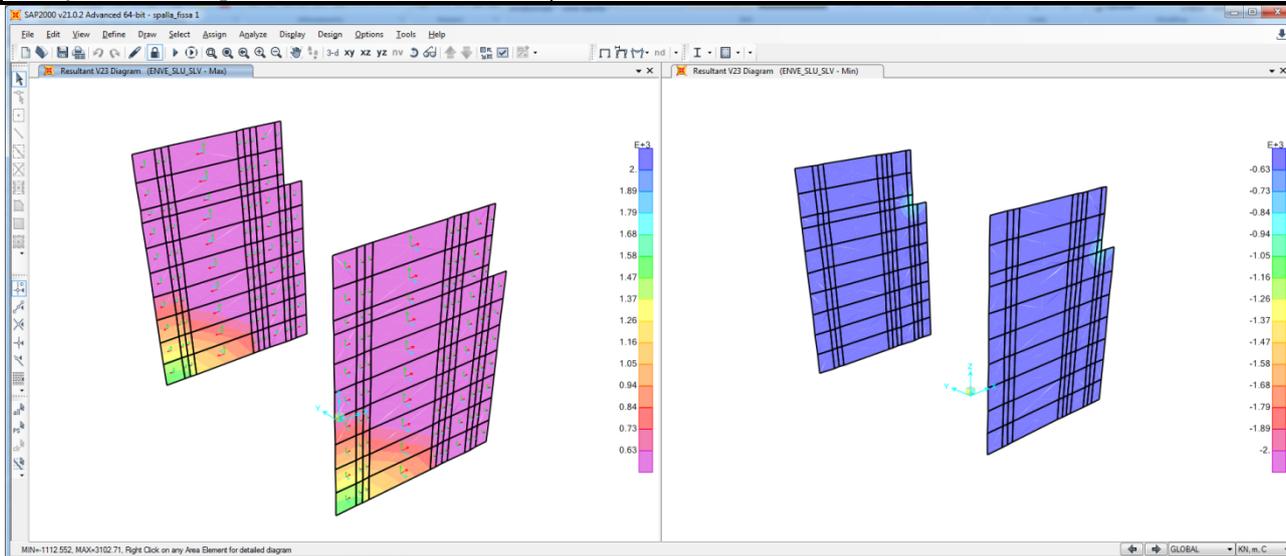


Figura 55: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13_{max} = 1642 \text{ KN/m}$ e $V23_{max} = 1577 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	119 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Taglio V13

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	100 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	2630.38 kN
		V_{Rcd}	5134.63 kN
		V_{Rd}	2630.38 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	120 di 174

Taglio V23

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	100 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	9.41 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	2574.00 kN
		V_{Rcd}	5024.57 kN
		V_{Rd}	2574.00 kN
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$	VERIFICATA

13.3.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22 - ARMATURA VERTICALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro barre trasversali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	60	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	100	[mm]
--	-----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 113 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	121 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M22

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33345.8 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.023 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 192.00 daN/cm²
 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/cm²
 Diagramma tensione-deformaz.: Bilineare finito
 Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2: 1.00
 Coeff. Aderenza differito B1*B2: 0.50
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 337.50 MPa

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	11.3	26
2	-45.0	118.7	26
3	45.0	118.7	26
4	45.0	11.3	26



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	122 di 174

Relazione di calcolo Spalla

5	45.0	16.5	26
6	-45.0	16.5	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	8	26
3	5	6	8	26

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	-246.60	1522.00	0.00	0.00	0.00
2	-62.80	-507.30	0.00	0.00	0.00

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	-183.20	1127.20	0.00
2	-44.80	-375.60	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	-71.80	990.30 (1174.10)	0.00 (0.00)
2	-60.80	-328.70 (-1053.84)	0.00 (0.00)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

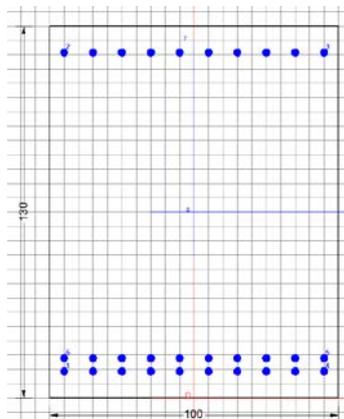
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	123 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	259.10	578.20 (1331.99)	0.00 (0.00)
2	95.60	-191.10 (-1272.18)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 10 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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.)
 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	-246.60	1522.00	0.00	-246.89	4324.76	0.00	2.89	106.2(20.7)
2	S	-62.80	-507.30	0.00	-63.06	-2346.73	0.00	4.55	106.2(20.7)

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.)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0004 001** REV. **A** FOGLIO 124 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	0.148	-50.0	130.0	0.00125	-45.0	118.7	-0.02013	-45.0	11.3
2	0.00350	0.117	-50.0	0.0	0.00065	-45.0	11.3	-0.02647	-45.0	118.7

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	0.000199085	-0.022381056	0.148	0.700
2	0.000000000	-0.000252480	0.003500000	0.117	0.700

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	3.90	-50.0	130.0	-115.2	25.0	11.3	3000	106.2
2	S	1.46	-50.0	0.0	-69.9	35.0	118.7	2800	53.1

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 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 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00066	0	0.500	26.0	100	0.00035 (0.00035)	465	0.161 (990.00)	1150.51	0.00
2	S	-0.00039	0	0.500	26.0	100	0.00021 (0.00021)	573	0.120 (990.00)	-1071.47	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.
--------	-----	--------	--------	--------	--------	--------	--------	---------	---------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	125 di 174

1	S	3.49	-50.0	130.0	-97.3	35.0	11.3	2950	106.2
2	S	1.27	-50.0	0.0	-63.1	35.0	118.7	2800	53.1

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	-0.00056	0	0.500	26.0	100	0.00029 (0.00029)	463	0.135 (0.20)	1174.10	0.00
2	S	-0.00035	0	0.500	26.0	100	0.00019 (0.00019)	573	0.108 (0.20)	-1053.84	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	2.23	-50.0	130.0	-44.1	-15.0	11.3	2650	106.2
2	S	0.79	50.0	0.0	-25.2	35.0	118.7	2850	53.1

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	-0.00026	0	0.500	26.0	100	0.00013 (0.00013)	450	0.060 (0.20)	1331.99	0.00
2	S	-0.00014	0	0.500	26.0	100	0.00008 (0.00008)	577	0.044 (0.20)	-1272.18	0.00

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M22 - SISMICO

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa	
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	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	126 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	11.3	26
2	-45.0	118.7	26
3	45.0	118.7	26
4	45.0	11.3	26
5	45.0	16.5	26
6	-45.0	16.5	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	8	26
3	5	6	8	26

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	-1249.80	3150.90	0.00	0.00	0.00
2	143.60	-992.80	0.00	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 10 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale assegnato [kN] nel baricentro B sezione cls.(positivo se di compressione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	127 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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 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	-1249.80	3150.90	0.00	-1249.56	3536.37	0.00	1.13	106.2(20.7)
2	S	143.60	-992.80	0.00	143.63	-2312.30	0.00	2.34	53.1(22.7)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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	0.00081	0.292	-50.0	130.0	0.00054	-45.0	118.7	-0.00196	-45.0	11.3
2	0.00064	0.246	-50.0	0.0	0.00039	-45.0	11.3	-0.00196	-45.0	118.7

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	0.000023289	-0.002219666	0.292	0.805
2	0.000000000	-0.000021862	0.000638504	0.246	0.748

13.3.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11 - ARMATURA ORIZZONTALE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	128 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 74 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 87 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M11

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze agli Stati Limite Ultimi
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Condizioni Ambientali: Moderat. aggressive
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33345.8 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.023 MPa
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Coeff. Omogen. S.L.E.: 15.00
 Sc limite S.L.E. comb. Frequenti: 192.00 daN/cm²
 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.: 0.300 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/cm²
 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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	129 di 174

Relazione di calcolo Spalla

3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.7	26
2	-45.0	121.3	26
3	45.0	121.3	26
4	45.0	8.7	26
5	45.0	13.9	26
6	-45.0	13.9	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	8	26
3	5	6	3	26

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	97.90	1513.70	0.00	0.00	0.00
2	0.50	-326.20	0.00	0.00	0.00

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	69.20	1122.40	0.00
2	0.60	-241.50	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	130 di 174

Relazione di calcolo Spalla

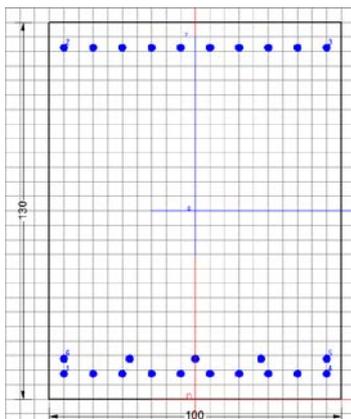
Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N° Comb.	N	Mx	My
1	92.40	933.70 (1185.91)	0.00 (0.00)
2	3.40	-202.70 (-1115.00)	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 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	146.30	366.90 (1281.07)	0.00 (0.00)
2	11.80	-86.30 (-1150.85)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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.)
 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 lesa. [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	97.90	1513.70	0.00	97.86	3572.10	0.00	2.36	79.6(22.7)
2	S	0.50	-326.20	0.00	0.27	-2428.15	0.00	7.44	79.6(22.7)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	131 di 174

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	0.109	-50.0	130.0	0.00120	45.0	121.3	-0.02859	-45.0	8.7
2	0.00350	0.093	-50.0	0.0	0.00080	-45.0	8.7	-0.03411	-45.0	121.3

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	0.000264510	-0.030886301	0.109	0.700
2	0.000000000	-0.000310078	0.003500000	0.093	0.700

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	4.16	-50.0	130.0	-129.5	-45.0	8.7	2600	79.6
2	S	0.93	50.0	0.0	-40.9	35.0	121.3	2200	53.1

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 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 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	132 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	37	0.00039 (0.00039)	270	0.105 (990.00)	1175.04	0.00
2	S	-0.00022	0	0.500	26.0	74	0.00012 (0.00012)	435	0.053 (990.00)	-1110.88	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	3.49	-50.0	130.0	-105.7	5.0	8.7	2600	79.6
2	S	0.78	-50.0	0.0	-34.1	35.0	121.3	2200	53.1

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	-0.00059	0	0.500	26.0	74	0.00032 (0.00032)	396	0.126 (0.20)	1185.91	0.00
2	S	-0.00019	0	0.500	26.0	74	0.00010 (0.00010)	435	0.044 (0.20)	-1115.00	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	1.44	-50.0	130.0	-35.5	-35.0	8.7	2600	79.6
2	S	0.34	50.0	0.0	-13.6	-5.0	121.3	2200	53.1

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	-0.00020	0	0.500	26.0	74	0.00011 (0.00011)	396	0.042 (0.30)	1281.07	0.00
2	S	-0.00007	0	0.500	26.0	74	0.00004 (0.00004)	435	0.018 (0.30)	-1150.85	0.00

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: muro ala M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130 MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8 MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023 MPa
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	450.00 MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	133 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	130.0
3	50.0	130.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.7	26
2	-45.0	121.3	26
3	45.0	121.3	26
4	45.0	8.7	26
5	45.0	13.9	26
6	-45.0	13.9	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	8	26
3	5	6	3	26

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	-487.50	2617.00	0.00	0.00	0.00
2	28.60	-837.90	0.00	0.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	134 di 174

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 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	-487.50	2617.00	0.00	-487.71	3057.75	0.00	1.17	79.6(21.2)
2	S	28.60	-837.90	0.00	28.77	-2327.21	0.00	2.78	53.1(21.2)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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	0.00075	0.276	-50.0	130.0	0.00055	-45.0	121.3	-0.00196	-45.0	8.7
2	0.00062	0.241	-50.0	0.0	0.00044	-45.0	8.7	-0.00196	-45.0	121.3

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	0.000022276	-0.002150303	0.276	0.785
2	0.000000000	-0.000021242	0.000620151	0.241	0.741



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	135 di 174

13.4 SOLETTA DI FONDAZIONE

Sollecitazioni di verifica:

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLU_STR	0.0	2687.3
741	ENVE_SLU_STR	0.0	-1418.1

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLU_STR	0.0	1293.3
260	ENVE_SLU_STR	0.0	-1013.7

V13	V23
KN	KN
1279	2104

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLU_SLV	0.0	3249.0
741	ENVE_SLU_SLV	0.0	-2477.1

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
40	ENVE_SLU_SLV	0.0	2025.5
260	ENVE_SLU_SLV	0.0	-2735.3

V13	V23
KN	KN
1480	2805

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLER	0.0	1975.8
741	ENVE_SLER	0.0	-1049.6

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLER	0.0	952.0
260	ENVE_SLER	0.0	-752.6

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLEF	0.0	1724.7
741	ENVE_SLEF	0.0	-921.1

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
702	ENVE_SLEF	0.0	855.6
260	ENVE_SLEF	0.0	-596.0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	136 di 174

Area	OutputCase	P	M11
Text	Text	KN	KNm
861	ENVE_SLEQP	0.0	994.8
899	ENVE_SLEQP	0.0	-538.2

Area	OutputCase	P	M22
Text	Text	KN	KNm
861	ENVE_SLEQP	0.0	576.6
860	ENVE_SLEQP	0.0	-392.3

Si riassume di seguito l'armatura orizzontale adottata in entrambe le direzioni.

$A_s = 1\Phi 26/10$

$A_{s'} = 1\Phi 26/10$

staffe $\Phi 14/10$ a 4 bracci

La sezione risulta verificata con l'armatura prevista.

13.4.1 VERIFICA A TAGLIO

Taglio V13

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Sollecitazioni Agenti:	V_{Ed}	1480 kN	
	N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C25/30	R_{ck}	30 N/mm ²
		f_{ck}	24.9 N/mm ²
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	14.11 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5
Altezza sezione		h	1800 mm
Copriferro		c	103 mm
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1697 mm
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²
Armatura longitudinale tesa	n	10	\emptyset 26 mm
			A_{sl} 5306.6 mm ²
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0031 ≤ 0.02 ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd} ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ≤ 2 ok
$v_{min} = 0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$		v_{min}	0.21
		V_{Rd}	542.18 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi senza armature trasversali resistenti a taglio

È consentito l'impiego di solai, piastre e membrature a comportamento analogo, sprovviste di armature trasversali resistenti a taglio. La resistenza a taglio V_{Rd} di tali elementi deve essere valutata, utilizzando formule di comprovata affidabilità, sulla base della resistenza a trazione del cls.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

$$V_{Rd} = \left\{ \frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

Solicitazioni Agenti:		V_{Ed}	2805 kN	
		N_{Ed}	0 kN	
Calcestruzzo	C25/30	R_{ck}	30 N/mm ²	
		f_{ck}	24.9 N/mm ²	
Resistenza di calcolo a compressione del calcestruzzo		f_{cd}	14.11 N/mm ²	
Coefficiente parziale di sicurezza relativo al calcestruzzo		γ_c	1.5	
Altezza sezione		h	1800 mm	
Copriferro		c	77 mm	
Larghezza minima della sezione (in mm)		b_w	1000 mm	
Altezza utile della sezione (in mm)		d	1723 mm	
Area Calcestruzzo		A_c	1800000 mm ²	
Armadura longitudinale tesa	n 10	\emptyset	26 mm	
		A_{sl}	5306.6 mm ²	
Rapporto geometrico di armatura longitudinale		ρ_1	0.0031 ≤ 0.02	ok
Tensione media di compressione nella sezione		σ_{cp}	0.0000 ≤ 0.2 f_{cd}	ok
$k = 1 + (200/d)^{1/2} \leq 2$		k	1.34 ≤ 2	ok
$v_{min} = 0,035k^{3/2} f_{ck}^{1/2}$		v_{min}	0.21	
		V_{Rd}	546.65 kN	
Verifica:		$V_{Rd} > V_{Ed}$		NON VERIFICATA

Di seguito si riportano i relativi diagrammi di ricoprimento del taglio V13 e V23

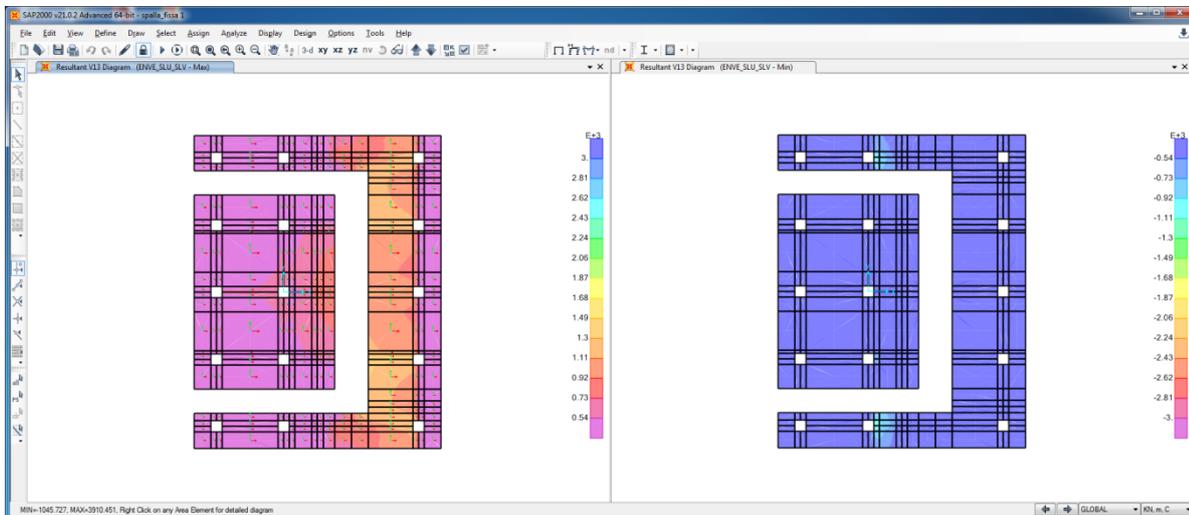


Figura 56: Ricoprimento taglio V13

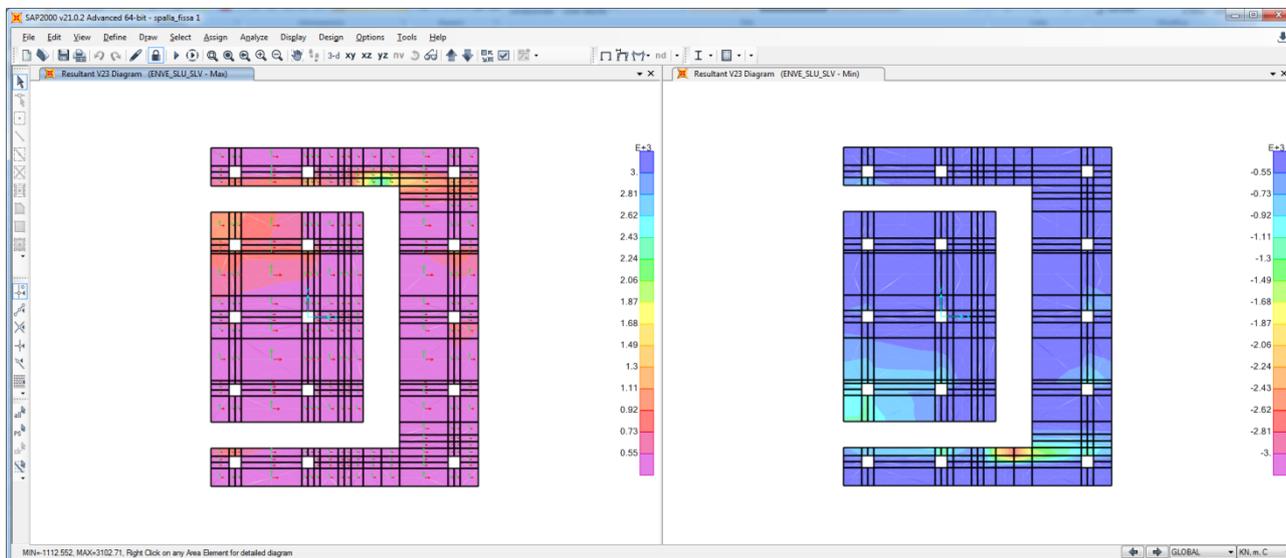


Figura 57: Ricoprimento taglio V23

Come si può vedere dai diagrammi sopra riportati il valore del taglio limite non viene mai superato tranne che nelle zone evidenziate dove occorre inserire una idonea armatura a taglio.

Il valore del taglio massimo non coperto evidenziato in figura risulta pari a $V13_{max} = 1480 \text{ KN/m}$ e $V23_{max} = 2805 \text{ KN/m}$. Si effettua di seguito il calcolo dell'armatura a taglio.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	140 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Taglio V13

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	200 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	7.06 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	1839.97 kN
		V_{Rcd}	5387.55 kN
		V_{Rd}	1839.97 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA

Taglio V23

Verifica elementi con armature trasversali resistenti al taglio

La resistenza a taglio V_{Rd} di elementi strutturali dotati di specifica armatura a taglio deve essere valutata sulla base di una adeguata schematizzazione a traliccio. Gli elementi resistenti dell'ideale traliccio sono: le armature trasversali, le armature longitudinali, il corrente compresso di calcestruzzo e i puntoni d'anima inclinati.

$$V_{Rd} \geq V_{Ed}$$

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

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

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

Acciaio	B 450 C	f_{yd}	391.3 N/mm ²
Coefficiente parziale di sicurezza relativo all'acciaio		γ_s	1.15
Inclinazione dei puntoni di cls rispetto all'asse della trave		θ	45 ° 0.79 rad
diametro staffe		\emptyset	14 mm
numero bracci staffe		n	4
Area dell'armatura trasversale		A_{sw}	615.75 mm ²
Interasse tra due armature trasversali consecutive		s	100 mm
Angolo di inclinazione dell'armatura trasversale		α	90 ° 1.57 rad
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima		f'_{cd}	7.06 N/mm ²
Coefficiente maggiorativo		α_c	1
		V_{Rsd}	3736.32 kN
		V_{Rcd}	5470.09 kN
		V_{Rd}	3736.32 kN
Verifica:	$V_{Rd} > V_{Ed}$		VERIFICATA

13.4.2 VERIFICA A FLESSIONE - M22

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	64	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 77 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	142 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M22

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-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
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.750 MPa
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.000 MPa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
VY	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	143 di 174

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	1293.30	0.00	0.00
2	0.00	-1013.70	0.00	0.00

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	952.00
2	0.00	-752.60

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

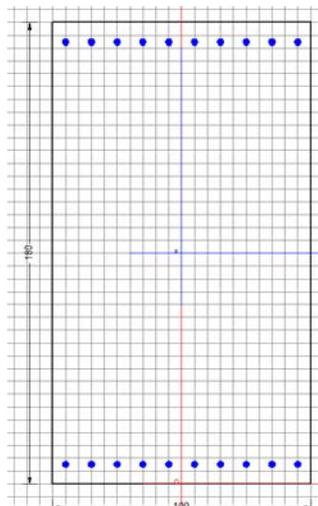
N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	855.60 (1689.27)
2	0.00	-596.00 (-1689.27)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	576.60 (1689.27)
2	0.00	-392.30 (-1689.27)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	144 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	1293.30	-0.21	3459.86	2.675	169.8	0.06	0.70	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-1013.70	-0.21	-3459.86	3.413	10.2	0.06	0.70	53.1 (36.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X, Y, O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00086	172.3	-0.05566	7.7
2	0.00350	0.0	0.00086	7.7	-0.05566	172.3

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X, Y, O)
 Sc min Minima tensione di compress.(+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X, Y, O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X, Y, O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace (verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a $5(c+\varnothing/2)$ e nel calcolo di fess. si usa la $(C4.1.11)NTC/(7.14)EC2$)

N° Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.25	180.0	0.00	140.1	-111.8	172.3	19.3	1925	53.1	9.4
2	S	1.78	0.0	0.00	39.9	-88.4	7.7	19.3	1925	53.1	9.4

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione; $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 K1 fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA **RS3H** LOTTO **03** CODIFICA **D 78** DOCUMENTO **CL NW0004 001** REV. **A** FOGLIO 145 di 174

Relazione di calcolo Spalla

wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00059	0.00017	0.50	0.60	0.000335 (0.000335)	378	0.127 (990.00)	1689.27
2	S	-0.00047	0.00013	0.50	0.60	0.000265 (0.000265)	378	0.100 (990.00)	-1689.27

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.02	180.0	0.00	140.1	-100.5	172.3	19.3	1925	53.1	9.4
2	S	1.41	0.0	0.00	39.9	-70.0	7.7	19.3	1925	53.1	9.4

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00053	0.00015	0.50	0.60	0.000301 (0.000301)	378	0.114 (0.40)	1689.27
2	S	-0.00037	0.00011	0.50	0.60	0.000210 (0.000210)	378	0.079 (0.40)	-1689.27

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	1.36	180.0	0.00	140.1	-67.7	172.3	19.3	1925	53.1	9.4
2	S	0.93	0.0	0.00	39.9	-46.1	7.7	19.3	1925	53.1	9.4

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00036	0.00010	0.50	0.40	0.000203 (0.000203)	378	0.077 (0.30)	1689.27
2	S	-0.00024	0.00007	0.50	0.40	0.000138 (0.000138)	378	0.052 (0.30)	-1689.27

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M22 - SISMICO

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Tipologia sezione: Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
 Forma della sezione: Rettangolare
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica
 Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C25/30
 Resistenza compress. di progetto fcd: 14.16 MPa
 Deform. unitaria max resistenza ec2: 0.0020
 Deformazione unitaria ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensioni-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 31475.0 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 2.560 MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	146 di 174

Relazione di calcolo Spalla

ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00	MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00	MPa
	Resist. a 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:	200000.0	MPa
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	7.7	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2025.50	0.00	0.00
2	0.00	-2735.30	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	6.4	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	2025.50			1.641	139.4	0.24	0.73	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-2735.30			1.215	40.6	0.24	0.73	53.1 (36.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	147 di 174

Relazione di calcolo Spalla

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max	Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
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)
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 compressione)
Ys max	Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00060	180.0	0.00049	172.3	-0.00196	7.7
2	0.00060	0.0	0.00049	7.7	-0.00196	172.3

13.4.3 VERIFICA A FLESSIONE - M11

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe:	50	[mm]
-----------------------------------	----	------

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali:	90	[mm]
--	----	------

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 103 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

ENVE SLU STATICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M11

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	148 di 174

Relazione di calcolo Spalla

Diagramma tensioni-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
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	13.750 MPa
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	15.000 MPa
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	10.000 MPa
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300 mm
ACCIAIO -	
Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
Resist. a 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:	200000.0 MPa
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	337.50 MPa

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
Mx	Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
Vy	Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
MT	Momento torcente [kN m]

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	2687.30	0.00	0.00
2	0.00	-1418.10	0.00	0.00

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	0.00	1975.80
2	0.00	-1049.60

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

N	Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
Mx	Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	149 di 174

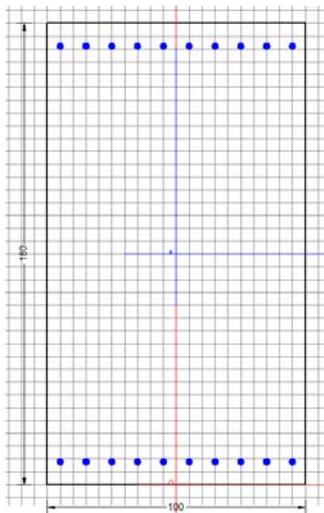
Relazione di calcolo Spalla

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	1724.70 (1670.19)
2	0.00	-921.10 (-1670.19)

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

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)
 Mx Coppia [kNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N° Comb.	N	Mx
1	0.00	994.80 (1670.19)
2	0.00	-538.20 (-1670.19)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento resistente ultimo [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	2687.30	-0.06	3384.59	1.259	167.5	0.07	0.70	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-1418.10	-0.06	-3384.59	2.387	12.5	0.07	0.70	53.1 (36.0)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	150 di 174

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	180.0	0.00061	169.7	-0.04412	10.3
2	0.00350	0.0	0.00061	10.3	-0.04412	169.7

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 Sc max Massima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc max Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)
 Sc min Minima tensione di compress. (+) nel conglom. in fase fessurata ([Mpa])
 Yc min Ordinata in cm della fibra corrisp. a Sc min (sistema rif. X,Y,O)
 Sf min Minima tensione di trazione (-) nell'acciaio [Mpa]
 Ys min Ordinata in cm della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)
 Dw Eff. Spessore di conglomerato [cm] in zona tesa considerata aderente alle barre
 Ac eff. Area di congl. [cm²] in zona tesa aderente alle barre (verifica fess.)
 As eff. Area Barre tese di acciaio [cm²] ricadente nell'area efficace(verifica fess.)
 D barre Distanza in cm tra le barre tese efficaci.
 (D barre = 0 indica spaziatura superiore a 5(c+Ø/2) e nel calcolo di fess. si usa la (C4.1.11)NTC/(7.14)EC2)

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.86	180.0	0.00	140.1	-236.9	169.7	25.8	2575	53.1	8.8
2	S	2.58	0.0	0.00	39.9	-125.9	10.3	25.8	2575	53.1	8.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

Ver Esito verifica
 e1 Minima deformazione unitaria (trazione: segno -) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 e2 Massima deformazione unitaria (compress.: segno +) nel calcestruzzo in sez. fessurata
 K2 = 0.5 per flessione: $= (e1 + e2) / (2 * e2)$ in trazione eccentrica per la (7.13)EC2 e la (C4.1.11)NTC
 Kt fattore di durata del carico di cui alla (7.9) dell'EC2
 e sm Deformazione media acciaio tra le fessure al netto di quella del cls. Tra parentesi il valore minimo = 0.6 Ss/Es
 srm Distanza massima in mm tra le fessure
 wk Apertura delle fessure in mm fornito dalla (7.8)EC2 e dalla (C4.1.7)NTC. Tra parentesi è indicato il valore limite.
 M fess. Momento di prima fessurazione [kNm]

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00128	0.00036	0.50	0.60	0.000763 (0.000711)	520	0.397 (990.00)	1670.19
2	S	-0.00068	0.00019	0.50	0.60	0.000378 (0.000378)	520	0.196 (990.00)	-1670.19

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	4.24	180.0	0.00	140.1	-206.8	169.7	25.8	2575	53.1	8.8
2	S	2.27	0.0	0.00	39.9	-110.4	10.3	25.8	2575	53.1	8.8

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
--------	-----	----	----	----	----	------	-----	----	---------



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	151 di 174

1	S	-0.00112	0.00032	0.50	0.60	0.000620 (0.000620)	520	0.323 (0.40)	1670.19
2	S	-0.00060	0.00017	0.50	0.60	0.000331 (0.000331)	520	0.172 (0.40)	-1670.19

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	2.45	180.0	0.00	140.1	-119.3	169.7	25.8	2575	53.1	8.8
2	S	1.32	0.0	0.00	39.9	-64.5	10.3	25.8	2575	53.1	8.8

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA APERTURA FESSURE (NTC/EC2)

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00064	0.00018	0.50	0.40	0.000358 (0.000358)	520	0.186 (0.30)	1670.19
2	S	-0.00035	0.00010	0.50	0.40	0.000194 (0.000194)	520	0.101 (0.30)	-1670.19

ENVE SLU SISMICO

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: fondazione M11 - SISMICO

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettagolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C25/30
	Resistenza compress. di progetto fcd:	14.16 MPa
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	31475.0 MPa
ACCIAIO -	Resis. media a trazione fctm:	2.560 MPa
	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	450.00 MPa
	Resist. caratt. a rottura ftk:	450.00 MPa
	Resist. a 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:	200000.0 MPa	
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	180.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	10.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.9	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	152 di 174

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N Sforzo normale [kN] applicato nel baricentro (posit. se di compress.)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x baric. della sezione con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sezione
 Vy Taglio [kN] in direzione parallela all'asse Y del riferim. generale
 MT Momento torcente [kN m]

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	0.00	3249.00	0.00	0.00
2	0.00	-2477.10	0.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 9.0 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale baricentrico assegnato [kN] (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale alla massima resistenza [kN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sostanzialmente elastico [kNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 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 in travi continue [formula (4.1.1)NTC]

N° Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	
1	S	0.00	3249.00			1.004	139.6	0.24	0.74	53.1 (36.0)
2	S	0.00	-2477.10			1.325	40.8	0.24	0.74	53.1 (36.0)

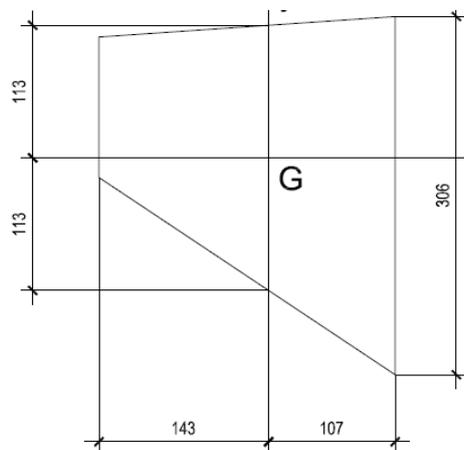
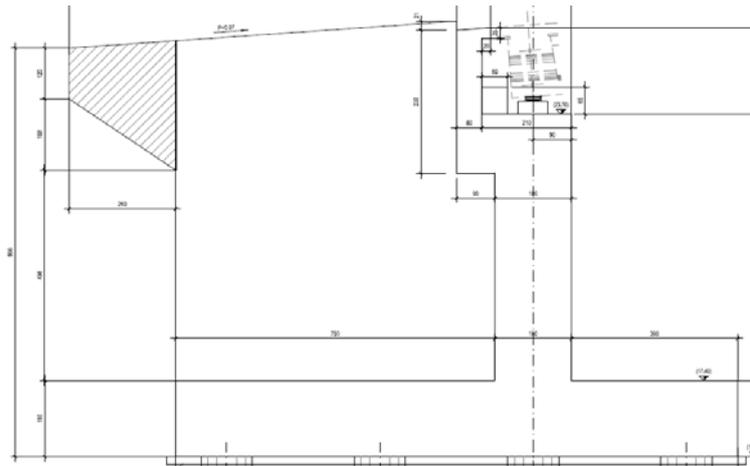
DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione
 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)
 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 compressione)
 Ys max Ordinata in cm della barra corrisp. a es max (sistema rif. X,Y,O sez.)

N° Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00061	180.0	0.00048	171.1	-0.00196	10.3
2	0.00061	0.0	0.00046	10.3	-0.00196	171.1

13.5 VERIFICA LOCALE ELEMENTO AGGETTANTE

Si effettua di seguito la verifica locale dell'orecchio presente sui muri d'ala della spalla. Si considera uno schema di calcolo di trave incastrata in corrispondenza del muro d'ala soggetta alla spinta del terreno laterale.



DATI:

Spessore = 1.30 m

$\gamma = 19 \text{ KN/mc}$

$K_0 = 0.426$

$K_a = 0.271$

$K_{ae} = 0.719$

$k_h = 0.58$

$k_v = 0.29$

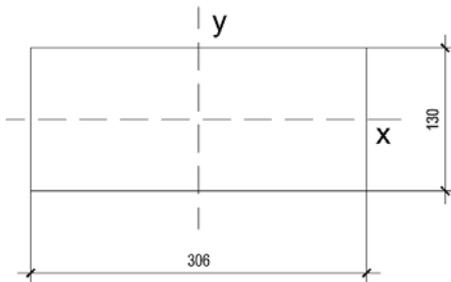
$q = 9 \text{ KN/mq}$

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	154 di 174

Relazione di calcolo Spalla
 $H_{spinta} = 2.26 \text{ m}$
 $b = 1.07 \text{ m}$
CARICHI:
 $\text{Peso} = (A * s) * 25 = (5.32 * 1.30) * 25 = 172.9 \text{ KN}$
 $\text{spinta a riposo } S_0 = 0.5 * \gamma * H^2 * K_0 = 20.67 \text{ KN}$
 $\text{spinta accidentale } S_q = q * H * K_0 = 13.15 \text{ KN}$
 $\text{spinta sismica } S_{ae} = 0.5 * \gamma * H^2 * K_{ae} = 34.90 \text{ KN}$
 $s_{isma_h} = k_h * P = 100.3 \text{ KN}$
 $s_{isma_v} = k_v * P = 50.14 \text{ KN}$

Considerando le forze applicate sul baricentro della mensola, si effettua la verifica della sezione di incastro posta ad una distanza $b=1.07 \text{ m}$ dal baricentro. Si riporta la sezione di calcolo.


COMBINAZIONI:
SLU_STATICA
 $M_x = 1.35 * S_0 * b + 1.35 * S_q * b = 48.85 \text{ KNm}$
 $T_y = 1.35 * S_0 + 1.35 * S_q = 45.66 \text{ KN}$
 $M_y = 1.35 * P * b = 249.75 \text{ KNm}$
 $T_x = 1.35 * P = 233.42 \text{ KN}$
SLU_SISMICA
 $M_x = 1.0 * S_{ae} * b + 1.0 * s_{isma_h} * b = 144.66 \text{ KNm}$
 $T_y = 1.0 * S_{ae} + 1.0 * s_{isma_h} = 135.2 \text{ KN}$
 $M_y = 1.0 * P * b + 1.0 * s_{isma_v} * b = 238.65 \text{ KNm}$
 $T_x = 1.0 * P + 1.0 * s_{isma_v} = 223.04 \text{ KN}$



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	155 di 174

SLE

$$M_x = 1.0 * S_0 * b + 1.0 * S_q * b = 36.19 \text{ KNm}$$

$$M_y = 1.0 * P * b = 185.0 \text{ KNm}$$

VERIFICA DI RESISTENZA IN CONDIZIONI STATICHE

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	26	[mm]	
Diametro staffe:	14	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C32/40		
Condizioni ambientali:	Aggressive		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 60 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 74 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 87 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: orecchio

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Moderat. aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C32/40	
	Resis. compr. di progetto fcd:	18.130	MPa
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	33345.8	MPa
	Resis. media a trazione fctm:	3.023	MPa
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	192.00	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.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	156 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-153.0	0.0
2	-153.0	130.0
3	153.0	130.0
4	153.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-144.3	8.7	26
2	-144.3	121.3	26
3	144.3	121.3	26
4	144.3	8.7	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	10	26
2	2	3	10	26

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	48.85	249.75	0.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	157 di 174

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	0.00	39.16	185.00

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

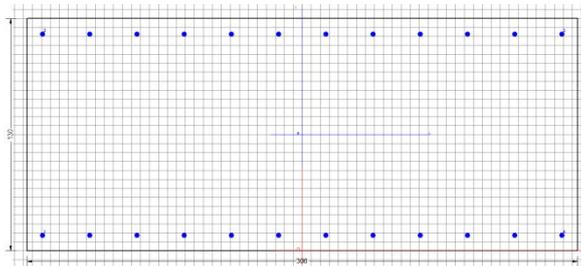
N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia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

N° Comb.	N	Mx	My
1	0.00	39.16 (926.27)	185.00 (4375.88)

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	39.16 (926.27)	185.00 (4375.88)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 23.6 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



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	158 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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 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	0.00	48.85	249.75	0.00	1367.18	6886.51	27.59	111.5(71.8)

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	0.140	153.0	130.0	0.00264	144.3	121.3	-0.02144	-144.3	8.7

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	0.000073584	0.000025254	-0.011041262	0.140	0.700

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	0.39	153.0	130.0	-18.7	-144.3	8.7	2914	26.5

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 Ac eff [eq.(7.11)EC2]



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	159 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	-0.00010	0	0.500	26.0	74	0.00006 (0.00006)	737	0.041 (990.00)	926.27	4375.88

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	0.39	153.0	130.0	-18.7	-144.3	8.7	2914	26.5

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	-0.00010	0	0.500	26.0	74	0.00006 (0.00006)	737	0.041 (0.20)	926.27	4375.88

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	0.39	153.0	130.0	-18.7	-144.3	8.7	2914	26.5

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	-0.00010	0	0.500	26.0	74	0.00006 (0.00006)	737	0.041 (0.30)	926.27	4375.88

VERIFICA DI RESISTENZA IN CONDIZIONI SISMICHE

DATI GENERALI SEZIONE GENERICIA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: orecchio - SISMICO

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Trave (solette, nervature solai) senza staffe
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO - Classe: C32/40
 Resis. compr. di progetto fcd: 18.130 MPa
 Def.unit. max resistenza ec2: 0.0020
 Def.unit. ultima ecu: 0.0035
 Diagramma tensione-deformaz.: Parabola-Rettangolo
 Modulo Elastico Normale Ec: 33345.8 MPa
 Resis. media a trazione fctm: 3.023 MPa

ACCIAIO - Tipo: B450C



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	160 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale
 Classe Conglomerato: C32/40

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-153.0	0.0
2	-153.0	130.0
3	153.0	130.0
4	153.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-144.3	8.7	26
2	-144.3	121.3	26
3	144.3	121.3	26
4	144.3	8.7	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	10	26
2	2	3	10	26

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	144.66	238.65	0.00	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	161 di 174

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 23.6 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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 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	0.00	144.66	238.65	0.00	1776.22	2954.30	12.35	74.3

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

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	0.00068	0.258	153.0	130.0	0.00055	144.3	121.3	-0.00196	-144.3	8.7

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	0.000004372	0.000011013	-0.001421452	0.258	0.762



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	162 di 174

Relazione di calcolo Spalla

13.6 VERIFICA STRUTTURALE PALI

La fondazione è costituita da 20 pali $\Phi 1200$ L=34 m.

La testa dei pali si trova alla profondità di 3.00 m da piano campagna.

Si prevede di disporre un'armatura longitudinale costituita da un primo strato di $30\phi 32$ e da un secondo strato composto da $26\phi 32$ e staffe $\Phi 12/20$.

13.6.1 ANALISI DEI CARICHI

I carichi assiali e trasversali agenti in testa ai pali per le varie combinazioni di carico sono riportati nelle tabelle che seguono. Tali valori derivano dal modello di calcolo della spalla, nel quale sono stati inseriti anche i pali di fondazione.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
1467	ENVE_SLU_STR	-1121	-635	3
1857	ENVE_SLU_STR	-4016	-717	32
1347	ENVE_SLU_STR	-1171	-614	24
1917	ENVE_SLU_STR	-3557	-732	3
1797	ENVE_SLU_STR	-3560	-710	57
1437	ENVE_SLU_STR	-1327	-625	-12

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	615	KN
V2 =	732	KN
V3 =	712	KN
V4 =	625	KN
Vd =	732	KN

Tabella 2 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLU.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
1467	ENVE_SLU_SLV	2237	-175	1012
122	ENVE_SLU_SLV	-4885	-1286	-748
1917	ENVE_SLU_SLV	164	-160	572
1917	ENVE_SLU_SLV	-4694	-1042	-595
1407	ENVE_SLU_SLV	669	-428	1099
1407	ENVE_SLU_SLV	-1702	-476	-1099

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	594	KN
V2 =	1200	KN
V3 =	1179	KN
V4 =	1198	KN
Vd =	1200	KN

Tabella 3 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLV.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
1467	ENVE_SLER	-855	-471	2
1857	ENVE_SLER	-2988	-531	23
1347	ENVE_SLER	-890	-456	17
1917	ENVE_SLER	-2651	-542	2
1797	ENVE_SLER	-2652	-526	42
1437	ENVE_SLER	-1007	-464	-9

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	456	KN
V2 =	542	KN
V3 =	528	KN
V4 =	464	KN
Vd =	542	KN

Tabella 4 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Rara.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
1467	ENVE_SLEF	-1080	-405	-3
62	ENVE_SLEF	-2783	-426	14
1347	ENVE_SLEF	-1102	-394	17
1917	ENVE_SLEF	-2377	-467	-3
1797	ENVE_SLEF	-2372	-455	34
1437	ENVE_SLEF	-1247	-399	-11

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	394	KN
V2 =	467	KN
V3 =	457	KN
V4 =	399	KN
Vd =	467	KN

Tabella 5 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Frequente.

Frame	OutputCase	P	V2	V3
Text	Text	KN	KN	KN
1917	ENVE_SLEQP	-1567	-245	-13
1557	ENVE_SLEQP	-2229	-215	1
1347	ENVE_SLEQP	-1747	-208	18
1887	ENVE_SLEQP	-1734	-245	-5
2	ENVE_SLEQP	-1973	-229	19
1467	ENVE_SLEQP	-1743	-208	-17

CARICO ORIZZONTALE

V1 =	208	KN
V2 =	245	KN
V3 =	230	KN
V4 =	209	KN
Vd =	245	KN

Tabella 6 – Sforzo assiale e taglio sul singolo palo in combinazione SLE Quasi Permanente.

I momenti massimi in testa al palo sono ottenuti a partire dai massimi valori di taglio per le varie combinazioni di carico moltiplicati per un coefficiente alfa =2.8 come indicato nella relazione geotecnica.

Combo	Tmax	α	M
[-]	[kN]	[-]	[kNm]
SLU_STR	732	2.8	2049.6
SLU_SLV	1200	2.8	3360.0
SLER	542	2.8	1517.6
SLEF	467	2.8	1307.6
SLEQP	245	2.8	686.0



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
MACROFASE FUNZIONALE 2
LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	164 di 174

Di seguito si riporta la tabella con le sollecitazioni finali in testa al palo.

Combo	N	M	T
[-]	[kN]	[kNm]	[kN]
SLU_STR	3557	2050	732
SLER	2651	1518	542
SLEF	2377	1308	467
SLEQP	1734	686	245

Combo	N	M	T
[-]	[kN]	[kNm]	[kN]
SLU_SLV	4695	3360	1200

Nel calcolo del momento di plasticizzazione del palo si è considerato il valore di N di compressione minimo in corrispondenza del taglio massimo ed si è considerato il valore di N di trazione massima con il taglio relativo.

Si riporta il foglio di calcolo utilizzato:

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = -2237 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C25/30

ferro

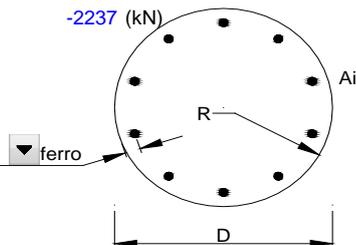
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_C = 1.5

α_{cc} = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_S = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391.3$ (Mpa)

E_s = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.186%

ϵ_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
30	ϕ 32	24127.43	98
26	ϕ 32	20910.44	162
0	ϕ 0	0.00	0

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 5808.4$ (kN m)

Calcolo del momento di plasticizzazione di una sezione circolare

Diametro = 1200 (mm)

Raggio = 600 (mm)

Sforzo Normale = 1702 (kN)

Caratteristiche dei Materiali

calcestruzzo

C25/30

ferro

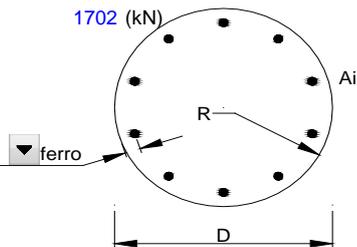
Rck = 30 (Mpa)

fck = 25 (Mpa)

γ_C = 1.5

α_{cc} = 0.85

$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_C = 14.17$ (Mpa)



Acciaio

tipo di acciaio

B450C

f_{yk} = 450 (Mpa)

γ_S = 1.15

$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_S = 391.3$ (Mpa)

E_s = 210000 (Mpa)

ϵ_{ys} = 0.186%

ϵ_{uk} = 10.000%

Armature

numero	diametro (mm)	area (mm ²)	copriferro (mm)
30	ϕ 32	24127.43	98
26	ϕ 32	20910.44	162
0	ϕ 0	0.00	0

Momento di Plasticizzazione

$M_y = 6476.0$ (kN m)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	167 di 174

13.6.2 Verifica di resistenza

CALCOLO COPRIFERRO - § C4.1.6.1.3 ISTRUZIONI NTC

Dati Assegnati:

Diametro (o diametro equivalente) barre longitudinali:	32	[mm]	
Diametro staffe:	12	[mm]	
Classe Calcestruzzo:	C25/30		
Condizioni ambientali:	Ordinarie		
Vita nominale costruzione:	75	[anni]	Incremento di 10 mm rispetto a vita nominale di 50 anni
Tolleranza di posa:	10	[mm]	

Copriferro staffe:

Copriferro nominale Netto Staffe: 70 [mm]

Copriferro barre longitudinali:

Copriferro nominale Netto barre longitudinali: 82 [mm]

Copriferro nominale dal Baricentro della Barra longitudinale: 98 [mm] Dato da assegnare nell'input delle sezioni

SLU-STR

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo_spalla

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze agli Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica di Pilastro
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

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:	150.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.400	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.00	Mpa
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.300	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		450.00	MPa
Resist. caratt. rottura ftk:		450.00	MPa



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	168 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 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 circonfer. lungo cui sono disposte le barre generate
Ycentro	Ordinata [cm] del centro della circonfer. 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 equidist. disposte lungo la circonferenza
Ø	Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.2	30	32
2	0.0	0.0	43.8	26	32

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 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	3557.00	2050.00	0.00	732.00	0.00

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
---------	---	----	----



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	169 di 174

1	2651.00	1518.00	0.00
---	---------	---------	------

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

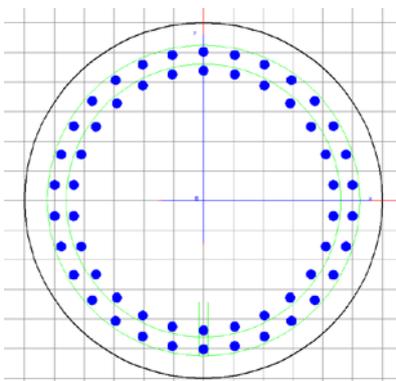
N Sforzo normale [kN] applicato nel Baricentro (+ se di compressione)
 Mx Momento flettente [kNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia (tra parentesi Mom.Fessurazione) con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione
 My Momento flettente [kNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia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

N°Comb.	N	Mx	My
1	2377.00	1308.00 (1077.99)	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	1734.00	686.00 (1291.92)	0.00 (0.00)



RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	8.2 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	3.2 cm
Copriferro netto minimo staffe:	7.0 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)



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	170 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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	3557.00	2050.00	0.00	3557.02	6620.49	0.00	3.23	450.4(33.9)

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.)
 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	60.0	0.00286	0.0	50.2	-0.00370	0.0	-50.2

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	0.000065305	-0.000418291	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 25.0 cm]

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [kN] = proiez. 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	732.00	2441.02	1551.20	92.0 74.9	109.3	2.500	1.222	10.0	21.2(0.0)

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

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	171 di 174

Relazione di calcolo Spalla

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 [cm ²] in zona tesa considerata aderente alle barre
As eff.	Area barre [cm ²] 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	7.46	0.0	0.0	-71.0	0.0	-50.2	1022	64.3

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 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 = $0.6 S_{max} / E_s$ [(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	-0.00044	0	0.500	32.0	82	0.00021 (0.00021)	365	0.078 (990.00)	1060.46	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	6.46	0.0	0.0	-59.3	0.0	-50.2	980	48.3

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	-0.00037	0	0.500	32.0	82	0.00018 (0.00018)	389	0.069 (0.40)	1077.99	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	3.53	0.0	0.0	-22.2	0.0	-50.2	713	24.1

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	-0.00014	0	0.500	32.0	82	0.00007 (0.00007)	440	0.029 (0.30)	1291.92	0.00



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	172 di 174

Relazione di calcolo Spalla

SLU-SLV

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: palo_spalla - SISMICO

Descrizione Sezione:
 Metodo di calcolo resistenza: Resistenze in campo sostanzialmente elastico
 Tipologia sezione: Sezione generica di Pilastro
 Normativa di riferimento: N.T.C.
 Percorso sollecitazione: A Sforzo Norm. costante
 Riferimento Sforzi assegnati: Assi x,y principali d'inerzia
 Riferimento alla sismicità: Zona non sismica

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	
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		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Circolare
 Classe Conglomerato: C25/30

Raggio circ.: 60.0 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 equidist. disposte lungo la circonferenza
 Ø Diametro [mm] della singola barra generata

N°Gen.	Xcentro	Ycentro	Raggio	N°Barre	Ø
1	0.0	0.0	50.2	30	32
2	0.0	0.0	43.8	26	32



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	173 di 174

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 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	4695.00	3360.00	0.00	1200.00	0.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 8.2 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.2 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 7.0 cm

VERIFICHE DI RESISTENZA IN PRESSO-TENSO FLESSIONE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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
1	S	4695.00	3360.00	0.00	4695.07	4961.00	0.00	1.48	450.4(33.9)

METODO AGLI STATI LIMITE IN CAMPO SOSTANZIALMENTE ELASTICO - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE

ec max 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	0.00200	0.0	60.0	0.00167	0.0	50.2	-0.00169	0.0	-50.2



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA
 INTERRAMENTO LINEA PER IL PROLUNGAMENTO DELLA PISTA DELL' AEROPORTO DI FONTANAROSSA E PER LA MESSA A STI DEL TRATTO DI LINEA INTERESSATO.
 MACROFASE FUNZIONALE 2
 LOTTO 03

Viadotto NW03-04

Relazione di calcolo Spalla

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	03	D 78	CL NW0004 001	A	174 di 174

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	0.000033471	-0.000008231	----	----

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 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 [kN] = proiezione 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 =lunghezza legatura proiettata sulla direzione del taglio e d_{max} = massima altezza utile nella direzione del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	d z	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	1200.00	2406.51	1505.36	92.0 72.7	108.5	2.500	1.250	16.9	21.2(0.0)

13.7 VERIFICHE GEOTECNICHE PALI

Per le verifiche a carico limite orizzontale e verticale si rimanda alla relazione geotecnica RS3H.0.3.D.78.CL.NW.00.0.0.001

Nel caso in esame essendo $N_{max} SLU_{SLV} = 4885 \text{ KN} \Rightarrow L_{palo} = 34 \text{ m}$