

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 1**

**LOTTO 2**

**Interramento Linea PA-CT - OPERE CIVILI**

**Opere di sostegno di linea - Elaborati generali - Relazione di calcolo - Sezione tipo A1**

SCALA:

-

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

RS3H    02    D    78    CL    TR00000    002    A

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione esecutiva	L.Nani	Marzo 2020	C.Torale/G.Giustino <i>C. Torale</i>	Marzo 2020	S.Vanfiori <i>S. Vanfiori</i>	Marzo 2020	D.Tiberti Marzo 2020 <i>D. Tiberti</i>

File: RS3H.0.2.D.78.CL.TR.00.0.0.002.A

n. Elab.:

ITALENTRA S.p.A.  
Gruppo Ferrovie dello Stato  
Direzione Regionale Sud  
UO Infrastrutture Sud  
Prof. Ing. Paolo Tiberti  
Ordine degli Ingegneri Prov. di Napoli n. 10076



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	1 di 95

## INDICE

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>3</b>
2.1	NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....	3
2.2	DOCUMENTI DI RIFERIMENTO.....	4
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELL'OPERA</b> .....	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>MATERIALI UTILIZZATI</b> .....	<b>7</b>
4.1	CALCESTRUZZO DIAFRAMMI E FONDAZIONE C25/30.....	7
4.2	CALCESTRUZZO FODERE E CORDOLI C32/40.....	7
4.3	ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C.....	7
4.4	FESSURAZIONE .....	8
4.5	VALORI LIMITE DELLE TENSIONI .....	9
<b>5</b>	<b>INQUADRAMENTO GEOTECNICO</b> .....	<b>10</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>12</b>
6.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI.....	12
6.1.1	<i>Carichi permanenti portati struttura di rivestimento</i> .....	12
6.1	SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA.....	13
6.1.1	<i>Spinta idrostatica fodere</i> .....	13
6.2	CARICHI ACCIDENTALI.....	15
6.2.1	<i>Carico accidentale sulla soletta di fondazione</i> .....	15
6.3	AZIONE SISMICA.....	18
6.4	COMBINAZIONI DI CARICO .....	19
6.4.1	<i>Combinazioni di carico per il diaframma</i> .....	19
6.4.2	<i>Combinazioni di carico per la struttura interna</i> .....	19
<b>7</b>	<b>MODELLI DI CALCOLO</b> .....	<b>20</b>
7.1	MODELLO DI CALCOLO DIAFRAMMI.....	20
7.1.1	<i>Fasi di scavo e stage di calcolo</i> .....	20
7.2	MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA .....	32
<b>8</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE</b> .....	<b>33</b>
8.1	RISULTATI DIAFRAMMI.....	33



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

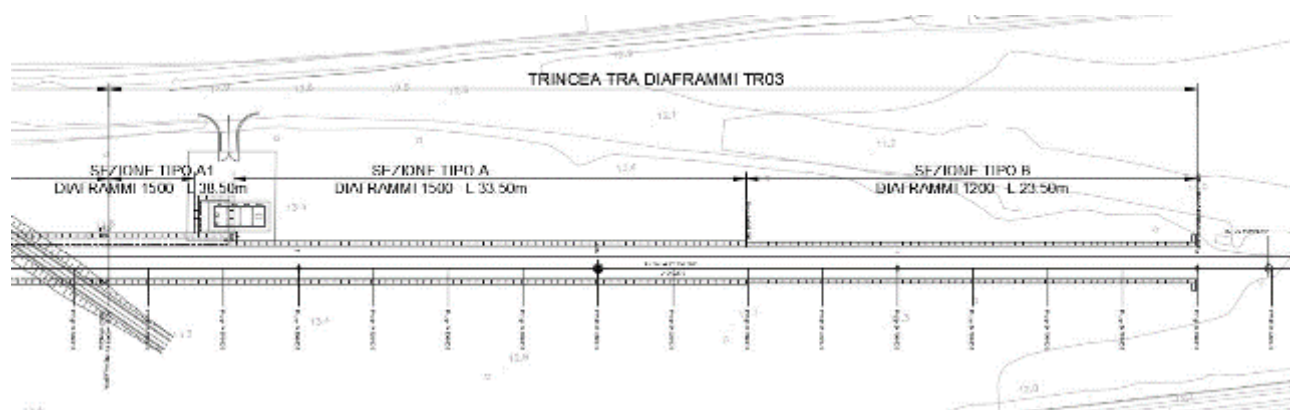
RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	2 di 95

8.1.1	Sollecitazioni.....	33
8.1.2	Verifiche diaframma.....	41
8.1.3	Verifica puntoni provvisori.....	51
8.1.4	Verifica cordolo di coronamento.....	52
8.2	RISULTATI STRUTTURA INTERNA.....	58
8.2.1	Sollecitazioni.....	58
8.2.2	Verifiche struttura interna.....	65
<b>9</b>	<b>VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI.....</b>	<b>94</b>
9.1	VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL'OPERA.....	94

## 1 PREMESSA

Nel presente documento si riportano le analisi e le verifiche strutturali delle opere che caratterizzano la trincea artificiale TR03, relative alla sezione tipo A1 prevista tra il km 1+837 ed il km 1+879 del nodo di catania interramento linea per il prolungamento della pista dell'aeroporto di Fontanarossa.



**Figura 1. Planimetria.**

## 2 NORMATIVA E DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO

### 2.1 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

L'interpretazione dei risultati e la redazione della presente relazione sono stati effettuati nel rispetto della Normativa in vigore e di alcune Raccomandazioni.

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

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

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

[N.3]. Regolamento (UE) N.1299/2014 del 18 novembre 2014 della Commissione Europea. 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.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	4 di 95

[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

## 2.2 DOCUMENTI DI RIFERIMENTO

Inoltre si fa riferimento ai seguenti documenti:

Relazione geotecnica generale	RS3H.0.2.D.78.RH.GE.00.0.5.001
Piano-Profilo geotecnico INTERRAMENTO PA-CT tav 1	RS3H.0.2.D.78.F6.GE.00.0.5.001
Piano-Profilo geotecnico INTERRAMENTO PA-CT tav 2	RS3H.0.2.D.78.F6.GE.00.0.5.002
Carpenteria Sezione tipo A1	RS3H.0.2.D.78.BB.TR.00.A.1.001
Particolari costruttivi	RS3H.0.2.D.78.BZ.TR.00.0.0.001
TR02 Planimetria generale - Profilo generale	RS3H.0.2.D.78.L8.TR.02.0.0.001
TR02 Pianta profilo sezioni - Tav. 1/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.02.0.0.001
TR02 Pianta profilo sezioni - Tav. 2/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.02.0.0.002
TR02 Pianta profilo sezioni - Tav. 3/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.02.0.0.003
TR02 Pianta scavi ed opere provvisionali	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.02.0.0.004
TR03 Planimetria generale – Profilo generale	RS3H.0.2.D.78.L8.TR.03.0.0.001
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 1/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.001
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 2/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.002
TR03 Pianta profilo sezioni - Tav. 3/3	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.003
TR03 Pianta scavi ed opere provvisionali	RS3H.0.2.D.78.P9.TR.03.0.0.004

### 3 DESCRIZIONE DELL'OPERA

La trincea TR03 si sviluppa tra le pk 1+837 e pk 2+200 per una lunghezza complessiva di 363 m in cui si distinguono tre sezioni trasversali dei tratti omogenei di trincea in funzione dell'attezza di scavo e dei vincoli orizzontali.

La sezione tipo A1 oggetto della presente relazione è caratterizzata da paratie di diaframmi di spessore pari a 1.50m contrastate in sommità da puntoni provvisori metallici  $\phi 508/10$  posti a passo 2.0m e dal solettone di fondazione di spessore pari a 1.5m costituente la struttura interna della trincea, che si completa con fodere in c.a di spessore pari a 0.5m. Le paratie sono realizzate con diaframmi gettati in opera, costituiti da pannelli di 1.50 m x 2.50 m aventi una lunghezza complessiva pari a 38.50 m.

La struttura di rivestimento interna è costituita da un solettone di fondazione di spessore pari a 1.50 m e larghezza pari a 14.00 m scalettato in corrispondenza della canaletta laterale di larghezza pari a 2.0m, separata da un setto di spessore pari a 0.80m e da fodere dello spessore di 0.50 m e altezza netta variabile tra 7.36 m a 6.86 m lato ferrovia e altezza variabile tra 10.83 m a 10.94 m lato lato canaletta. La fordera lato canaletta vede uno spessore pari a 0.70m per un'altezza fino a quota estradosso fondazione della trincea.

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

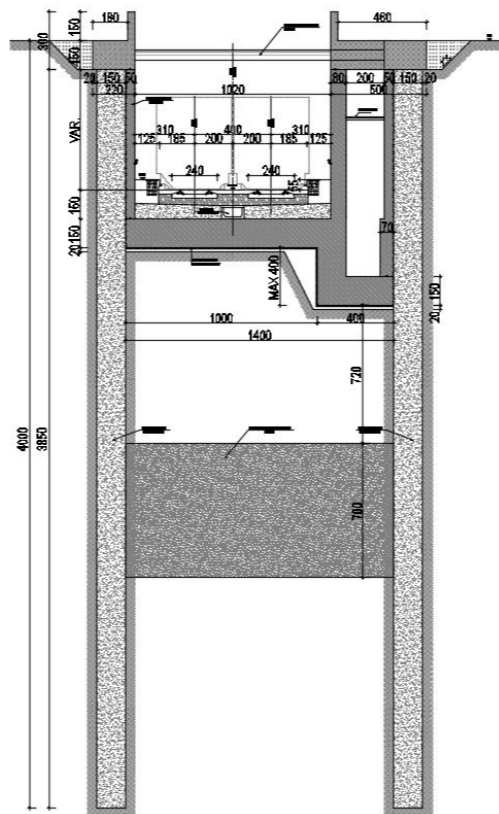


Figura 2. Sezione trasversale – Sezione tipo A1



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	6 di 95

La realizzazione della trincea relativa alla sezione trasversale in esame prevede le seguenti fasi esecutive a cui corrispondono appositi stage di calcolo:

- **Fase 0:** Realizzazione wellpoint e loro attivazione. Realizzazione diaframmi e tappo di fondo con jet-grouting (nel modello di calcolo, a favore di sicurezza, non è stato modellato il jetting) da piano campagna.
- **Fase 1:** Scavo per realizzazione scapitozzatura e trave di coronamento diaframmi.
- **Fase 2:** Realizzazione puntoni di contrasto provvisori.
- **Fase 4:** Scavo a quota intradosso fondazione considerando la falda abbassata tramite wellpoint.
- **Fase 5:** Realizzazione solettone di fondo e delle strutture di rivestimento. Eliminazione puntoni provvisori.



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	7 di 95

## 4 MATERIALI UTILIZZATI

### 4.1 CALCESTRUZZO DIAFRAMMI E FONDAZIONE C25/30

Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 25 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione semplice dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$ ;	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m,$ $f_{cd} = 14.17 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 31476 \text{ N/mm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di Espansione Termica:	$\alpha = 1.00E-05 \text{ m/ } ^\circ\text{C}$

### 4.2 CALCESTRUZZO FODERE E CORDOLI C32/40

Resistenza cilindrica caratteristica	$f_{ck} = 32 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione semplice dove $\alpha_{cc} = 0.85$ e $\gamma_m = 1.5$ ;	$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_m,$ $f_{cd} = 18.13 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_c = 33345 \text{ N/mm}^2$
Modulo di Poisson	$\nu = 0.20$
Densità di Massa	$\rho = 25 \text{ kN/m}^3$
Coefficiente di Espansione Termica:	$\alpha = 1.00E-05 \text{ m/ } ^\circ\text{C}$

### 4.3 ACCIAIO IN BARRE AD ADERENZA MIGLIORATA B450C

Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk} = 450 \text{ MPa}$
Tensione caratteristica di calcolo	$f_{yd} = f_{yk} / 1.15 = 391 \text{ MPa}$
Modulo elastico	$E_s = 210000 \text{ Mpa}$





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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	8 di 95

#### 4.4 FESSURAZIONE

Per la fessurazione si riportano di seguito le prescrizioni come da Manuale di progettazione par. 2.5.1.8.3.2.4.

##### Stato limite di decompressione

Le tensioni sono calcolate in base alle caratteristiche geometriche e meccaniche della sezione omogeneizzata; per tutte le strutture precomprese, sia a fili, sia a trefoli che a barre, nelle zone in cui la struttura è considerata precompressa, nella combinazione caratteristica (rara) dello SLE non devono verificarsi tensioni di trazioni.

##### Stato limite di apertura delle fessure

L'apertura convenzionale delle fessure, calcolata con la combinazione caratteristica (rara) per gli SLE, dovrà risultare:

- $\delta_f \leq w_1$  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;
- $\delta_f \leq w_2$  per strutture in condizioni ambientali ordinarie secondo il citato paragrafo del DM 17.01.2018.

Per eseguire le verifiche a fessurazione del cemento armato si individua come classe di esposizione del calcestruzzo, XC2 e XC4 (XS1) rispettivamente per i diframmi e le strutture interne, come da tabelle materiali. Tali classi di esposizione rientrano nelle condizioni ambientali Ordinarie e Aggressive come desumibile dalla tabella 4.1.III.,

Tab. 4.1.III - Descrizione delle condizioni ambientali

Condizioni ambientali	Classe di esposizione
Ordinarie	XD, XC1, XC2, XC3, XF1
Aggressive	XC4, XD1, XS1, XA1, XA2, XF2, XF3
Molto aggressive	XD2, XD3, XS2, XS3, XA3, XF4

inoltre la struttura è realizzata con c.a. ordinario e si utilizza pertanto un'armatura definita poco sensibile. A seguito delle condizioni di seguito riassunte: Combinazione rara - Armatura poco sensibile - Ambiente ordinario e aggressivo.

Tab. 4.1.IV - Criteri di scelta dello stato limite di fessurazione

Gruppo di Esposizione	Condizioni ambientali	Combinazione di azioni	Armatura			
			Sensibile Stato limite	$w_1$	Poco sensibile Stato limite	$w_2$
A	Ordinarie	frequente	apertura fessure	$\leq w_2$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
B	Aggressive	frequente	apertura fessure	$\leq w_1$	apertura fessure	$\leq w_2$
		quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_2$
		frequente	formazione fessure	-	apertura fessure	$\leq w_1$
C	Molto aggressive	quasi permanente	decompressione	-	apertura fessure	$\leq w_1$

I valori limite sono pari a:  $w_1 = 0.2$  mm;  $w_2 = 0.3$  mm;  $w_3 = 0.4$  mm.

Riepilogando:

combinazione rara  $w_1$  (per le strutture a permanente contatto con il terreno)

combinazione rara  $w_2$  (per le strutture non a permanente contatto con il terreno)

combinazione frequente  $w_3$

combinazione quasi permanente  $w_2$



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 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	9 di 95

## 4.5 VALORI LIMITE DELLE TENSIONI

Come da Manuale di progettazione par. 2.5.1.8.3.2.1 si utilizzano i seguenti limiti tensionali:

### 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 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	10 di 95

## 5 INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Si riportano di seguito la stratigrafia delle unità intercettate ed i parametri geotecnici di progetto del volume di terreno che interagisce con l'opera, desunti dagli elaborati specialistici allegati:

- da quota 0.00 m a quota -7.50 m: unità U1

$\gamma = 18.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 30^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 5 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 30 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -7.50 m a quota -12.50 m: unità U2

$\gamma_2 = 19.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 31^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 45 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -12.50 m a quota -27.50 m: unità U2a

$\gamma_2 = 19.0 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 24^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 10 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 80 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -27.50 m a quota -30.00 m: unità U2

$\gamma_2 = 19.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 31^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 0 \text{ kPa}$  coesione drenata

$E' = 45 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

- da quota -30.00 m : unità U3

$\gamma = 20.5 \text{ kN/m}^3$  peso di volume naturale

$\phi' = 22^\circ$  angolo di resistenza al taglio

$c' = 10 \text{ kPa}$  coesione drenata



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	11 di 95

$E' = 100 \text{ MPa}$  modulo di deformazione elastico operativo

La quota della falda, ricavata del profilo geotecnico di riferimento, è posta a -3.0m da p.c. mentre quella di progetto è pari a -2.5m da p.c. utilizzate in corrispondenza della sezione di claclolo rispettivamente in fase di scavo e in fase definitiva. La falda è presenta a quota pressochè costante in corrispondenza della sezione tipo in oggetto. In fase di scavo si considera la presenza dei wellpoint con falda abbattuta a quota -6.0m da p.c.

Si riporta di seguito tabella riepilogativa della stratigrafia di calcolo :

Strato di Terreno	Terreno	$\gamma \text{ dry}$	$\gamma \text{ sat}$	$\phi'$	$\phi \text{ cv}$	$\phi \text{ p}$	$c'$	Su	Modulo Elastico Eu	Evc	Eur	Ah	Avexp	Pa	Rur/Rvc	Rvc	Ku	Kvc	Kur	
		kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	°	°	°	kPa	kPa		kPa	kPa			kPa			kPa	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>	kN/m <sup>3</sup>
1	U1-bb2	18.5	18.5	30			5		Constant	30000	40000									
2	U2-bn2	19.5	19.5	31			0		Constant	45000	55000									
3	U2a-bn3	19	19	24			10		Constant	80000	240000									
4	U2a-bn3	19	19	24			10		Constant	80000	240000									
5	U2-bn2	19.5	19.5	31			0		Constant	45000	55000									
6	U3-FAG	20.5	20.5	22			10		Constant	100000	300000									

Per le analisi d'interazione struttura-terreno in direzione verticale, il coefficiente di sottofondo alla Winkler è stato determinato con la seguente relazione:

$$k_w = \frac{E}{(1-\nu^2) \cdot B \cdot c_t}$$

dove:

E = modulo di deformazione elastico del terreno;

$\nu$  = coefficiente di Poisson = 0.3;

B = larghezza della fondazione.

$c_t$  = fattore di forma, adimensionale, ottenuto dalla interpolazione dei valori dei coefficienti proposti da Bowles, 1960.

Fondazione Rigida	$c_t$
- rettangolare con $L/B \leq 10$	$c_t = 0.853 + 0.534 \ln(L/B)$
- rettangolare con $L/B > 10$	$c_t = 2 + 0.0089 (L/B)$
dove L è il lato maggiore della fondazione.	

Tabella 1. Fattore di forma

Quindi:

E = 80 MPa

L = 12 m

B = 14.0 m

$k_w \approx 8150 \text{ (kN/m}^2\text{) /m}$

## 6 ANALISI DEI CARICHI

Si riportano di seguito i carichi utilizzati per il calcolo delle sollecitazioni della struttura in esame applicati ai modelli di calcolo eseguiti con i software Paratie Plus 2018 distribuito da Harpaceas per il calcolo dei diaframmi e SAP2000 v21 per il calcolo della struttura di rivestimento interna; in entrambi i casi i calcoli sono riferiti ad una striscia avente lunghezza di 1,00 m.

### 6.1 PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA E CARICHI PERMANENTI PORTATI

Il peso proprio delle diverse parti strutturali è stato calcolato automaticamente dai programmi di calcolo utilizzati, considerando per il calcestruzzo  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ .

#### 6.1.1 Carichi permanenti portati struttura di rivestimento

I carichi permanenti portati considerati sono quelli dovuti al peso del rinterro e del massetto in copertura e della massicciata in fondazione.

Per quanto riguarda la massicciata, gravante sul solettone di fondazione, si è considerato un carico uniformemente distribuito, applicato su tutta la larghezza. Esso è composto da un primo strato di Ballast (peso specifico:  $18 \text{ kN/m}^3$ ) con altezza media di 0,8 m e una massicciata cementizia (peso specifico:  $24 \text{ kN/m}^3$ ) avente altezza media di 0,7 m.

$$Q_{\text{perm.port.}} = 18,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,80 \text{ m} + 24,00 \text{ kN/m}^3 \times 0,7 \text{ m} = 31,2 \text{ kN/m}^2$$

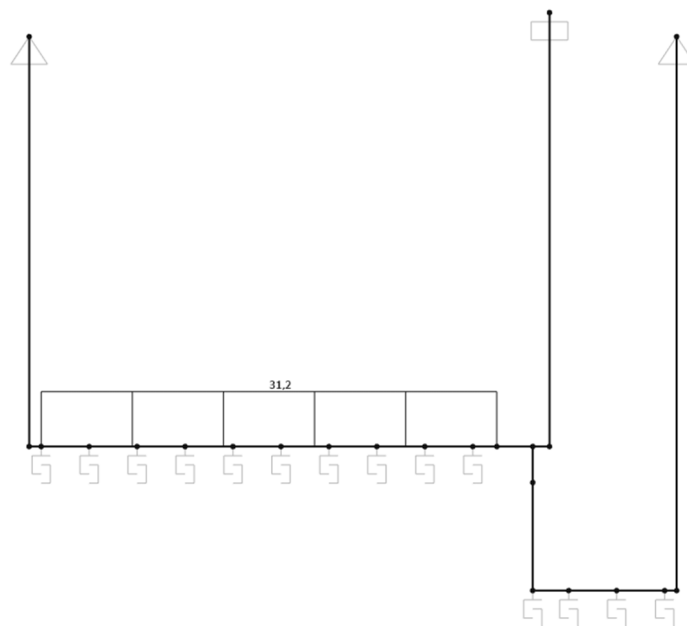


Figura 3. Permanente portato – Sezione tipo A1

## 6.1 SPINTE DELLE TERRE E SPINTA IDRAULICA

L'azione della spinta del terreno, che porta in conto anche la presenza della falda a tergo dei diaframmi, è stata calcolata in automatico dal codice di calcolo Paratie Plus in funzione dei dati immessi in input, ossia i parametri geotecnici di progetto delle diverse unità stratigrafiche ed il livello della falda (presente in tal caso alla quota massima da fondo scavo), precedentemente definiti, nonché dei coefficienti di spinta riportati di seguito:

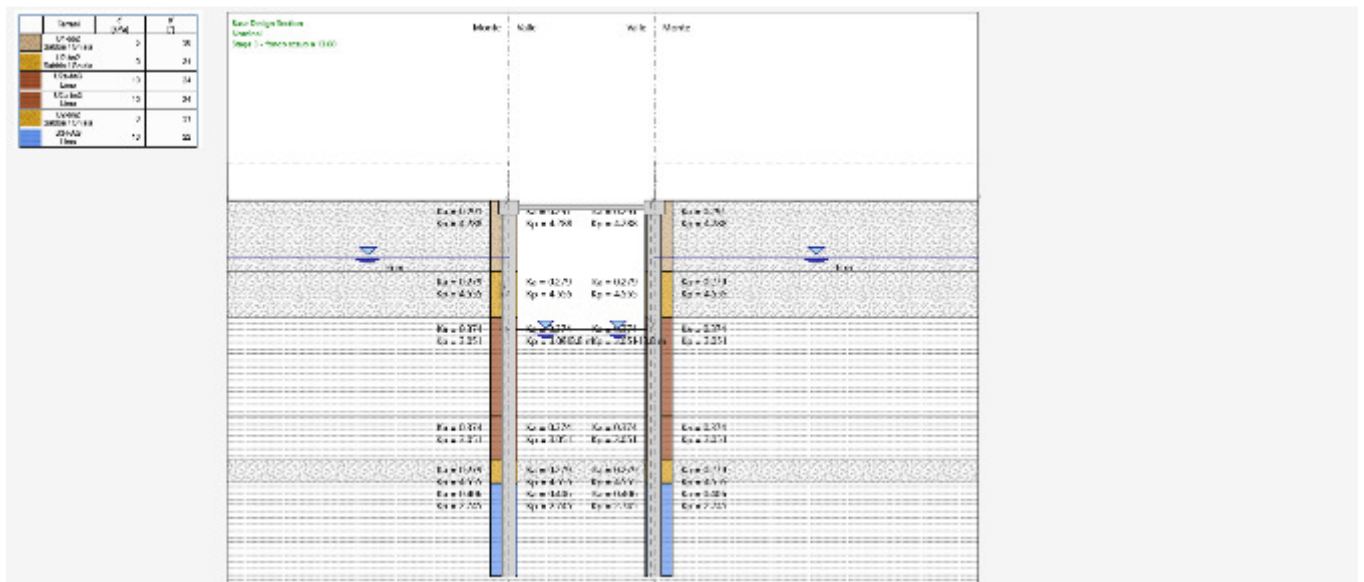


Figura 4. Coefficienti di spinta – Sezione tipo A1

### 6.1.1 Spinta idrostatica fodere

L'azione della spinta idraulica orizzontale è stata portata in conto applicando una distribuzione di carico con andamento triangolare considerando la falda di progetto posta a 1.15m dalla sommità della fodera. In particolare sono state concepite due spinte sul lato sinistro; una sulla parte alta:

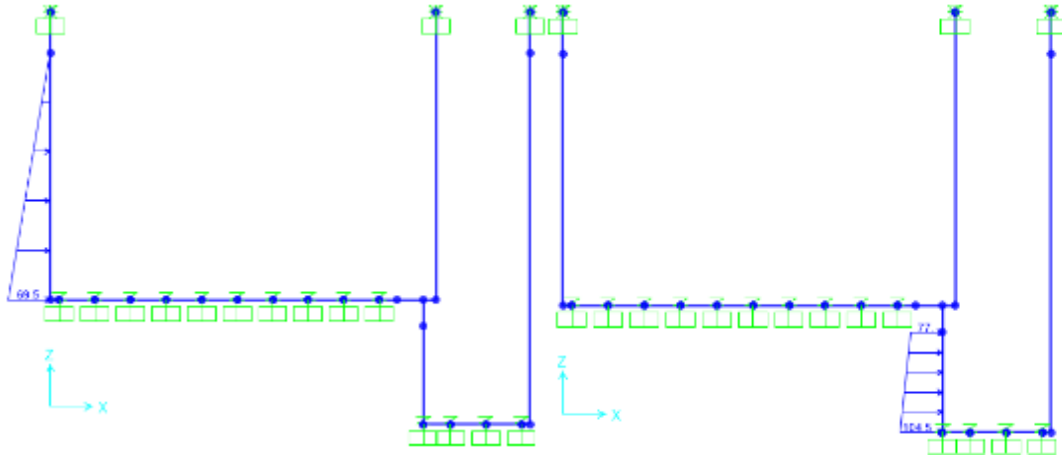
$$\gamma_w * h_{falda, \min} = 10 \text{ kN/m}^3 * 0.0 \text{ m} = 0.0 \text{ kN/m}^2 \text{ a } 1.15\text{m dalla sommità (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, \max} = 10 \text{ kN/m}^3 * 6.95 \text{ m} = 69.5 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$

Parte bassa:

$$\gamma_w * h_{falda, \min} = 10 \text{ kN/m}^3 * 7.70 \text{ m} = 77.0 \text{ kN/m}^2 \text{ in sommità (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, \max} = 77.0 \text{ kN/m}^2 + 10 \text{ kN/m}^3 * 2.75 \text{ m} = 104.5 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$



**Figura 5. Spinta ideostatica sulle fodere e sulla parte bassa del soletto di fondazione – Lato SX**

Oltre ciò, per completezza di analisi, si sono considerate due forze longitudinalmente distribuite che possano riprodurre il contributo dovuto allo spessore del soletto (contributo corrisposto per l'estrusione del modello); ottenute tramite l'integrazione del trapezio finale.

$$F_{h_{superiore}} = S_{media} * H_{solett} / 2 = (69.5 + 77.0) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1,5 / 2 \text{ m} = 54.9 \text{ kN/m.}$$

$$F_{h_{inferiore}} = S_{media} * H_{solett} / 2 = (112 + 104.5) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1,5 / 2 \text{ m} = 81.2 \text{ kN/m.}$$

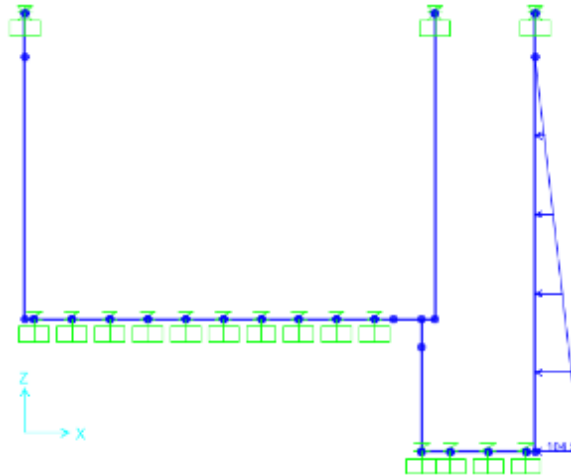
Mentre per la parte destra:

$$\gamma_w * h_{falda, min} = 10 \text{ kN/m}^3 * 0.0 \text{ m} = 0.0 \text{ kN/m}^2 \text{ a } 1.15 \text{ m dalla sommità (min).}$$

$$\gamma_w * h_{falda, max} = 10 \text{ kN/m}^3 * 10.45 \text{ m} = 104.5 \text{ kN/m}^2 \text{ (max).}$$

E la forza concentrata:

$$F_{h_{inferiore}} = S_{media} * H_{solett} / 2 = (112 + 104.5) / 2 \text{ kN/m}^2 * 1,5 / 2 \text{ m} = 81.2 \text{ kN/m.}$$



**Figura 6. Spinta ideostatica sulle fodere – Lato DX**

La valutazione della sottospinta agente sul solettone è stata applicata sia sul tratto principale che su quello ribassato:

$$\gamma_w * h_{fald, princ} = 10 \text{ kN/m}^3 * 7.7 \text{ m} = 77 \text{ kN/m}^2 \text{ (sottospinta principale).}$$

$$\gamma_w * h_{fald, ribassata} = 10 \text{ kN/m}^3 * 14,8 \text{ m} = 112 \text{ kN/m}^2 \text{ (sottospinta ribasso).}$$

Analogamente alle spinte orizzontali, anche in questo caso si sono considerate delle forze verticali distribuite longitudinalmente (estrusione del modello).

Per la sottospinta principale:

$$FV = S_{sottospinta, princ} * L_{fod} / 2 = 77 \text{ kN/m}^2 * 0,5 / 2 \text{ m} = 19,25 \text{ kN/m} .$$

Per la sottospinta ribassata:

$$FV_{sinistra} = S_{sottospinta, rib} * H_{solettone} / 2 = 112 \text{ kN/m}^2 * 1,5 / 2 \text{ m} = 84 \text{ kN/m} .$$

$$FV_{destra} = S_{sottospinta, rib} * L_{fod} / 2 = 112 \text{ kN/m}^2 * 0,5 / 2 \text{ m} = 28 \text{ kN/m} .$$

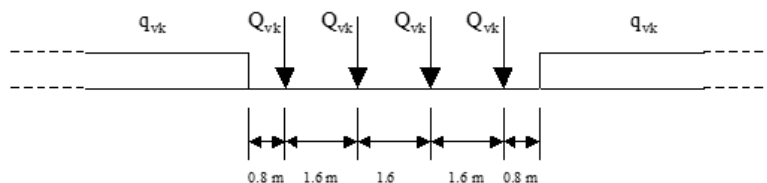
## 6.2 CARICHI ACCIDENTALI

Il sovraccarico a tergo dei diaframmi considerato agente a piano campagna è pari a  $10 \text{ kN/m}^2$  e viene applicato al modello Paratie Plus che calcola in automatico le relative spinte orizzontali.

### 6.2.1 Carico accidentale sulla soletta di fondazione

Per il traffico ferroviario, è stato considerato il treno di carico LM71 che schematizza gli effetti prodotti dal traffico ferroviario normale e risulta costituito da:





**Figura 7. Schema di Carico del treno**

quattro assi da 250 kN disposti ad interasse di 1,60 m ( $Q_{vk} = 250$  kN)  
 carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni, a partire da 0,80 m dagli assi di estremità e per una lunghezza illimitata ( $q_{vk} = 80$  kN/m)

In direzione longitudinale i carichi concentrati vengono considerati come carichi uniformemente ripartiti.

In direzione trasversale i carichi vengono ripartiti, a partire da una dimensione pari alla larghezza della traversa (2,4 m). Arrivando fino al piano medio del traverso di fondazione dello scatolare, si è adottata una diffusione di 4:1 all'interno dello strato di ballast (altezza strato: 0,8 m) e di 1:1 nello strato di calcestruzzo della fondazione stessa (altezza massicciata + metà solettone: 0,7 m + 0,75 m = 1,45 m).

Il valore del carico uniformemente distribuito, applicato sull'asse del solettone, per una superficie di influenza di 5,7 m. Tale superficie si sovrappone centralmente, è stato modellato ciò raddoppiando la forza nella zona di sovrapposizione.

Quindi:

carico LM71: 1000 kN

diffusione longitudinale: 6,40 m

carico distribuito per metro:  $1000\text{kN} / 6,4\text{ m} = 156,25$  kN/m

carico equivalente treno:  $q_{\text{treno,k}} = 156,25$  kN/m / 5,7 m \* 1 m = 27,4 kN/m (applicato per il concio di 1 m)

Tale carico è stato, infine, moltiplicato per un coefficiente di adattamento  $\alpha = 1,1$

$q_{\text{treno}} = q_{\text{treno,k}} * \alpha = 27,4 \times 1,1 = 30,2$  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 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	17 di 95

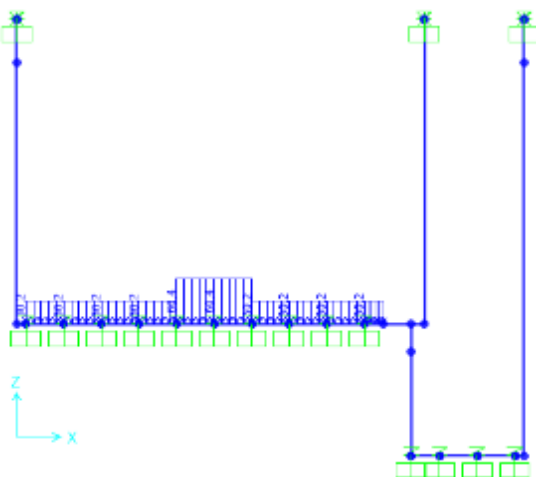


Figura 8. Carico del treno sul solettone di fondo – Accidentale treno



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	18 di 95

### 6.3 AZIONE SISMICA

L'azione sismica è stata calcolata in funzione dei dati sismici di progetto considerati. Nella fattispecie, assegnando all'opera in esame una vita nominale  $V_N=75$  anni ed una classe d'uso III con  $C_U=1.5$ , dando luogo ad un periodo di riferimento  $V_R=V_N \cdot C_U=112.5$  anni, in funzione della latitudine e della longitudine del sito in esame, ricadente nella zona sismica 2, si ottengono, per lo SLV, i seguenti parametri di pericolosità sismica:

Zona Simica	2
$a_g$ (g) (SLV)	0.321
Categoria di sottosuolo	C
Coefficiente di amplificazione stratigrafica $S_s$	1.246
Coefficiente di amplificazione topografica $S_t$	1.0
Coefficiente di spostamento $\beta$	1.0
$a_h$ (g) = $k_h = \alpha * \beta * S_t * S_s * a_g$ (g)	0.400

I coefficienti sismici orizzontali  $k_h$  (quelli verticali possono essere trascurati per opere snelle come quelle in esame) che interessano tutte le masse sono stati calcolati come:

$$a_h = k_h \cdot g = \alpha \cdot \beta \cdot a_{\max}$$

dove  $a_{\max}$  è valutata come

$$a_{\max} = S \cdot a_g = S_s \cdot S_t \cdot a_g ;$$

dove  $\alpha \leq 1$  è un coefficiente che tiene conto della deformabilità dei terreni interagenti con l'opera e  $\beta \leq 1$  è un coefficiente funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti senza cadute di resistenza. In questo caso si assume  $\alpha = \beta = 1$ . Nei casi in cui i diaframmi ammettono spostamenti, ovvero per le tipologie di diaframmi che non prevedono puntoni definitivi in sommità, la valutazione delle spinte del terreno è stata effettuata seguendo la formulazione di Mononobe-Okabe. In questo caso la procedura di calcolo automatica prevista dal programma fa riferimento ad un comportamento flessibile della paratia.

I carichi sismici dovuti all'inerzia dei diaframmi e all'incremento simico di spinta sono stati calcolati dal software e applicati manualmente nell'ultimo stage di calcolo.

Il carico simico, dovuto all'incremento di spinta del terreno, applicato ad un solo diaframma vale :

$$q_{\text{orizz}} = 39.1 \text{ kN/m}^2$$

Il carico dovuto all'inerzia del diaframma vale

$$q_{i,\text{diaf}} = 25.0 * 1.5 * 0.4 = 15.0 \text{ kN/m}^2$$



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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	19 di 95

## 6.4 COMBINAZIONI DI CARICO

Si riporta di seguito le combinazioni di carico assunte nei modelli Paratie plus e SAP200.

### 6.4.1 Combinazioni di carico per il diaframma

Sluola	Slu	Caricamento	Nome	Slu in base	Carico Permanente (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Permanente (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	Carico Azionario (Struttura) (F <sub>1</sub> , F <sub>2</sub> , F <sub>3</sub> , F <sub>4</sub> , F <sub>5</sub> )	
20			Caricamento	100000000																	
20			Caricamento	100000000																	
20			Caricamento	100000000																	
20			Caricamento	100000000																	
20			Caricamento	100000000																	
20			Caricamento	100000000																	

Tabella 2. Combinazioni per il modello Paratie plus

### 6.4.2 Combinazioni di carico per la struttura interna

Le azioni descritte in precedenza sono state combinate, secondo le diverse combinazioni di carico statiche, considerando i coefficienti applicativi per i ponti ferroviari, mentre per le condizioni di applicazione la parte della norma applicata è quella canonica per le opere in sotterraneo.

	Peso Proprio	Permanenti Portati	Spinta Idrostatica	Accidentale Treno
	G1	G2	S	Q <sub>dat</sub>
SLU 1	1	0	1,35	0
SLU 2	1,35	1,5	1	1,45
SLE rr1	1	0	1	0
SLE rr2	1	1	1	1
SLE fr1 (rr3)	1	1	1	0,8
SLE qp1 (fr2)	1	1	1	0,2

Tabella 3. Combinazioni per il modello SAP2000

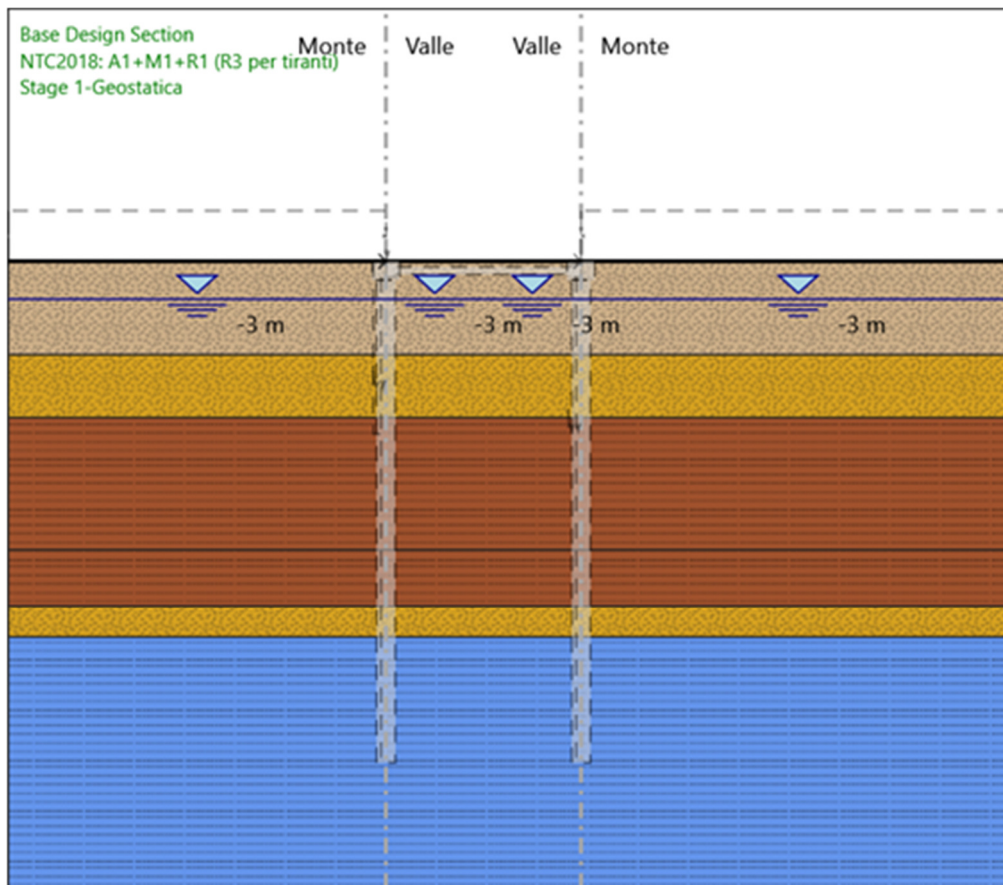
## 7 MODELLI DI CALCOLO

### 7.1 MODELLO DI CALCOLO DIAFRAMMI

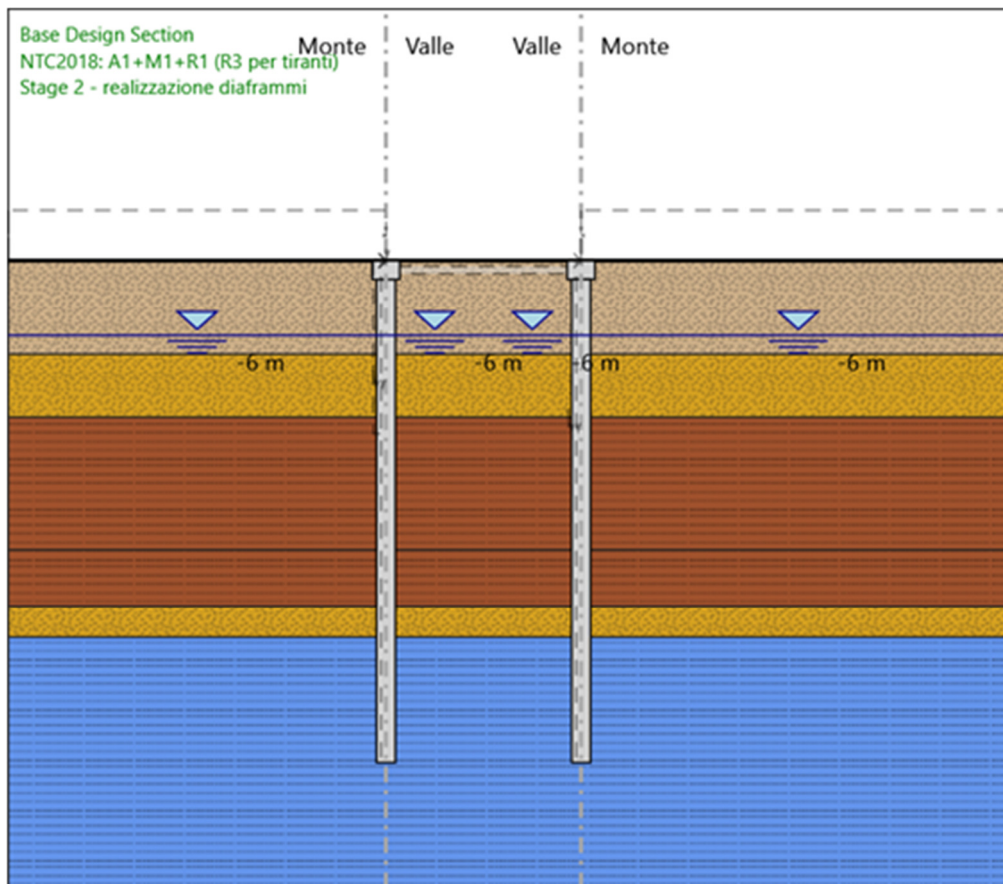
La modellazione dei diaframmi e del puntone provvisorio è stata affrontata mediante l'ausilio del software Paratie Plus 2018, un codice agli elementi finiti che simula il problema di uno scavo sostenuto da diaframmi e permette di valutare il comportamento delle pareti durante tutte le fasi intermedie e nella configurazione finale. A favore di sicurezza non è stato modellato il tappo di fondo in jetting e la quota assunta del fondo scavo è quella massima in corrispondenza della canaletta.

#### 7.1.1 Fasi di scavo e stage di calcolo

Stage 1-Geostatica



## Stage 2 - realizzazione diaframmi ed attivazione wellpoint



## Stage 2 - realizzazione diaframmi

### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

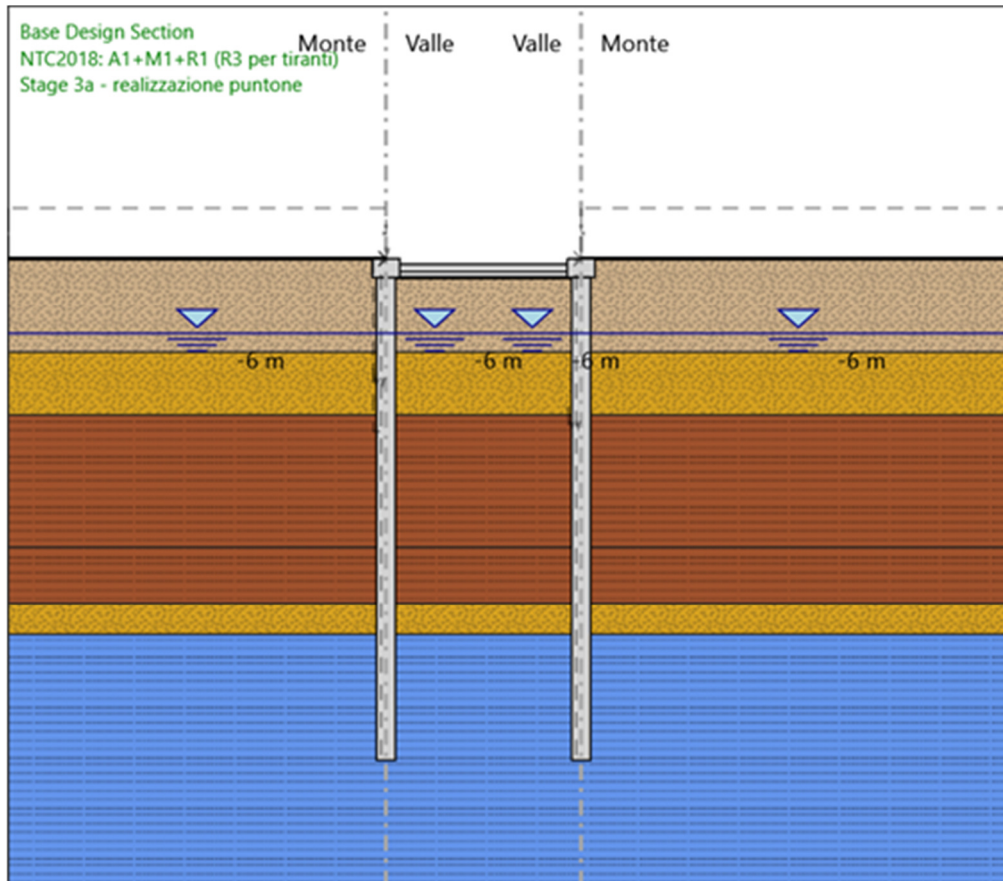
Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m  
Sezione : cordolo  
Paratia : WallElement\_New  
X : 15.5 m  
Quota in alto : -1.5 m  
Quota di fondo : -40 m  
Sezione : Diaf1500

### Stage 3a - realizzazione puntone provvisorio



Stage 3a - realizzazione puntone  
Elementi strutturali  
Paratia : WallElement  
X : 0 m  
Quota in alto : -1.5 m  
Quota di fondo : -40 m  
Sezione : Diaf1500  
Paratia : WallElement\_New\_New



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	23 di 95

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15.5 m

Z : -0.75 m

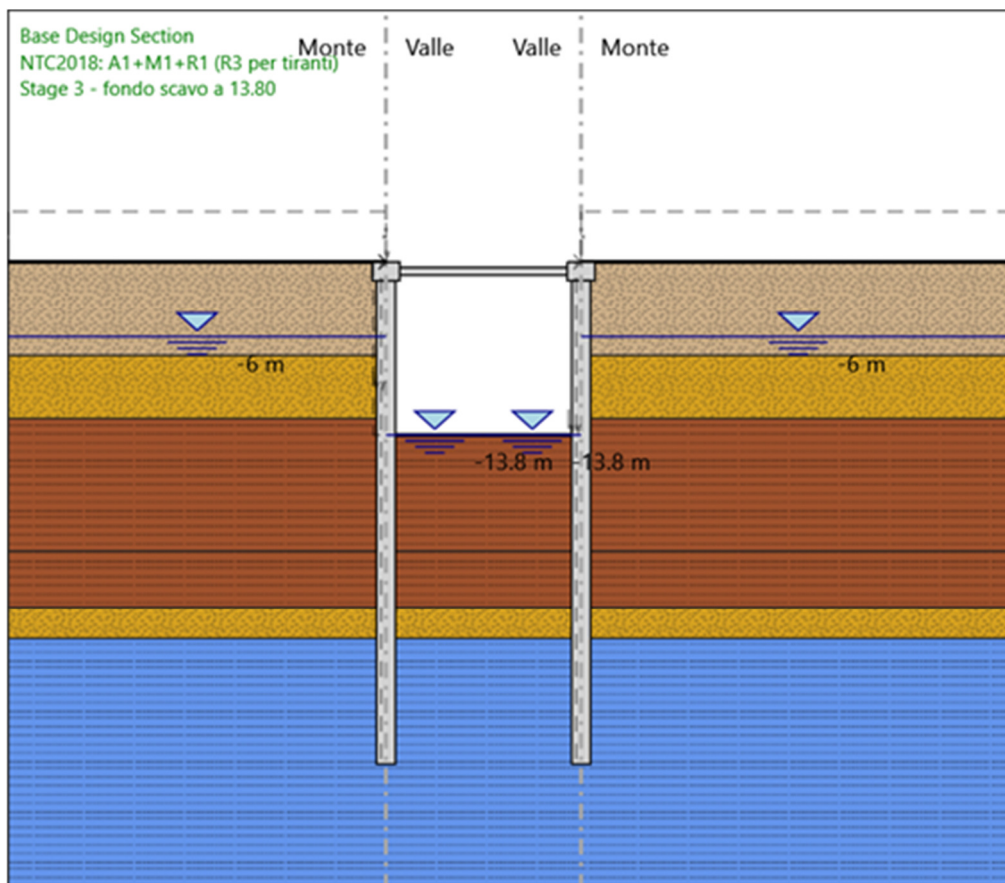
Lunghezza : 15.5 m

Angolo : 0 °

Sezione : puntone f508

Stage 3 - fondo scavo a 13.80





Stage 3 - fondo scavo a 13.80

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15.5 m

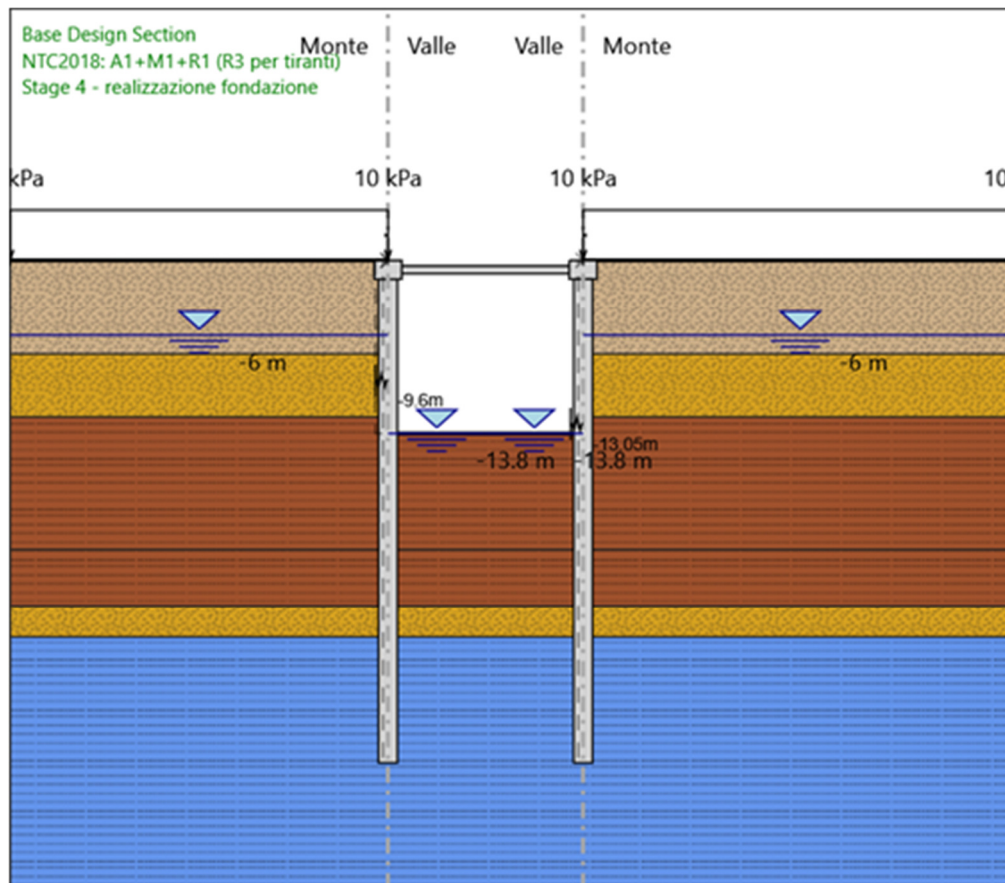
Z : -0.75 m

Lunghezza : 15.5 m

Angolo : 0 °

Sezione : puntone f508

#### Stage 4 - realizzazione fondazione



#### Stage 4 - realizzazione fondazione

##### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	26 di 95

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Puntone : Strut

X del primo muro : 0 m

X del secondo muro : 15.5 m

Z : -0.75 m

Lunghezza : 15.5 m

Angolo : 0 °

Sezione : puntone f508

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -9.6 m

Angolo : 0 °

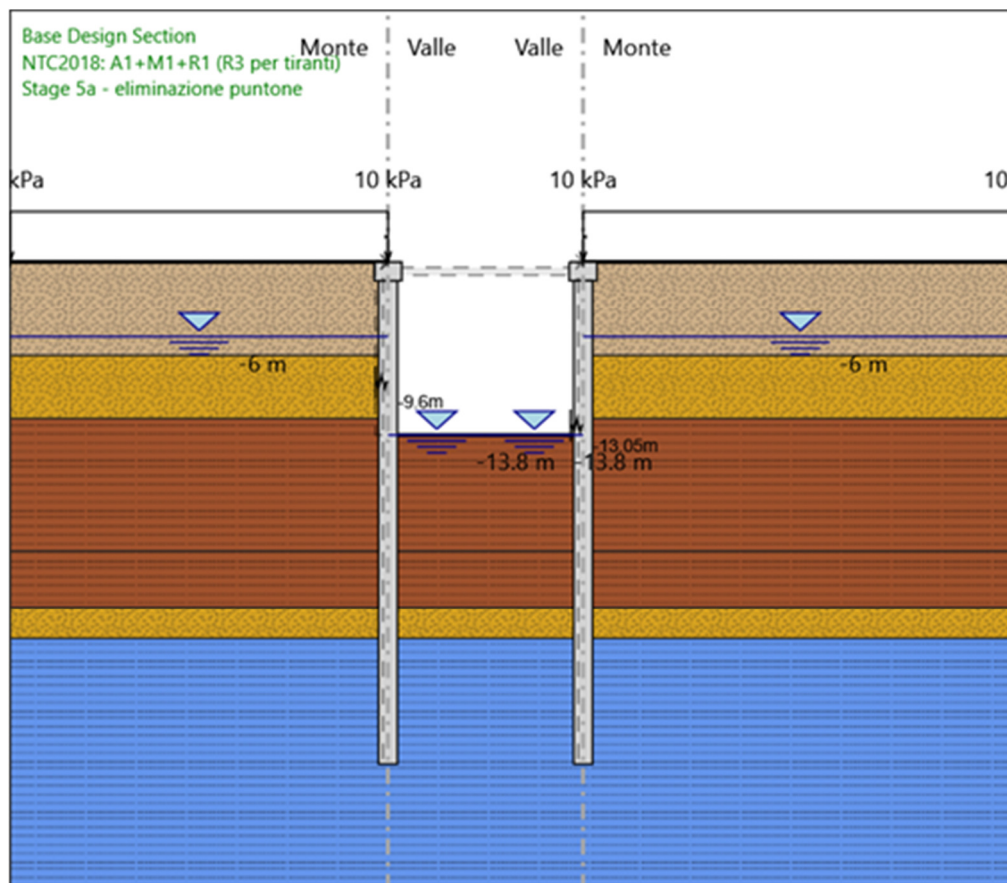
Vincolo elastico : Spring\_New

X : 15.5 m

Z : -13.05 m

Angolo : 0 °

Stage 5a - eliminazione puntone



Stage 5a - eliminazione puntone

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -9.6 m

Angolo : 0 °

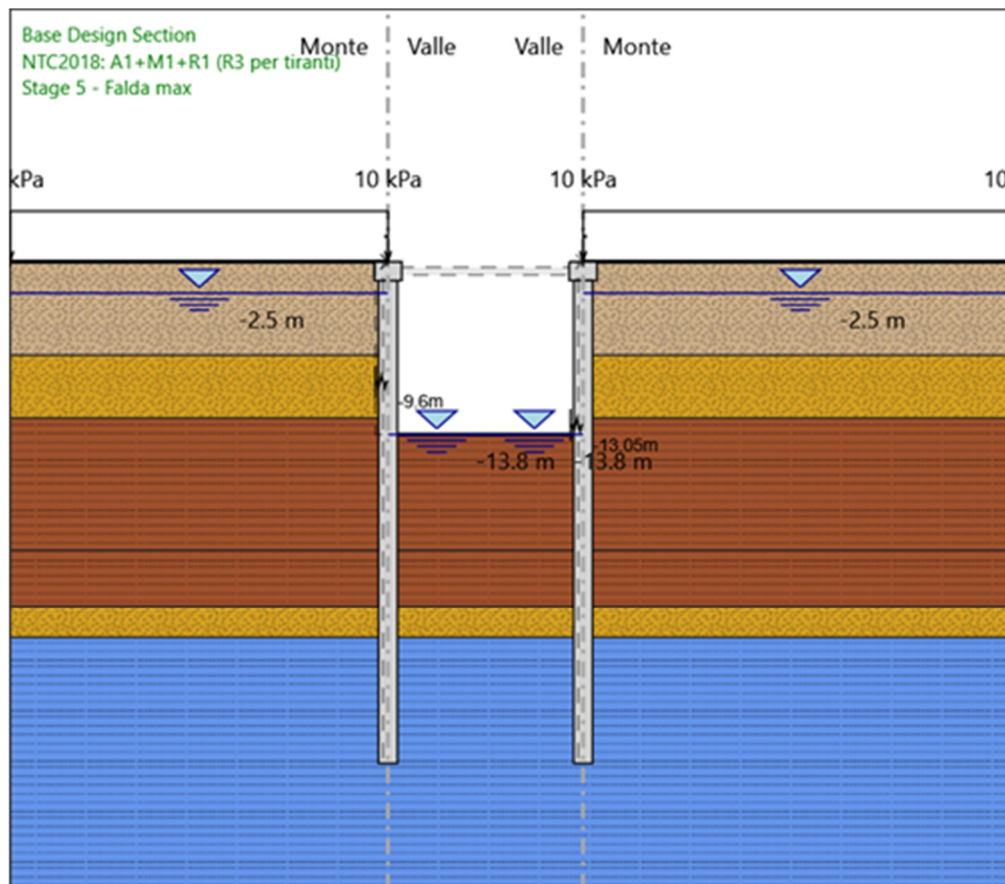
Vincolo elastico : Spring\_New

X : 15.5 m

Z : -13.05 m

Angolo : 0 °

### Stage 5 - Falda max



### Stage 5 - Falda max

#### Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 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 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	29 di 95

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -9.6 m

Angolo : 0 °

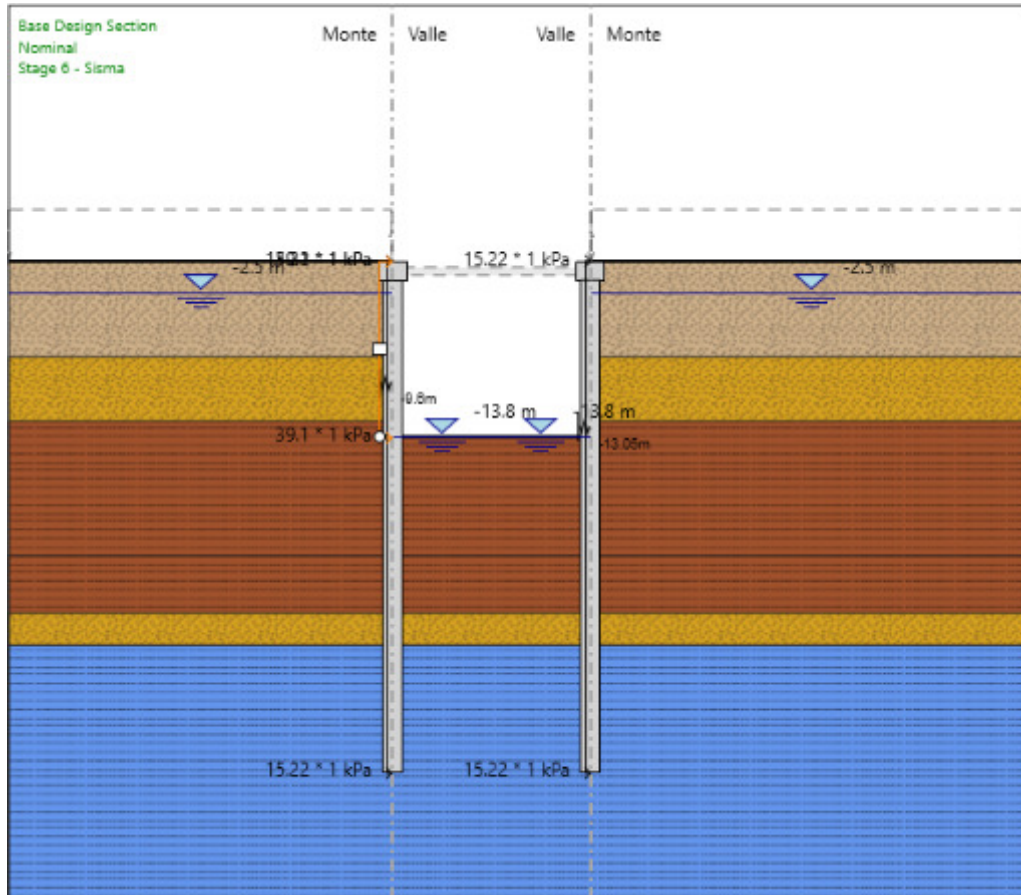
Vincolo elastico : Spring\_New

X : 15.5 m

Z : -13.05 m

Angolo : 0 °

Stage 6 - Sisma



Stage 6 - Sisma

Elementi strutturali

Paratia : WallElement

X : 0 m

Quota in alto : -1.5 m

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Paratia : WallElement\_New\_New

X : 0 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New\_New\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : 0 m

Quota di fondo : -1.5 m

Sezione : cordolo

Paratia : WallElement\_New

X : 15.5 m

Quota in alto : -1.5 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 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	31 di 95

Quota di fondo : -40 m

Sezione : Diaf1500

Vincolo elastico : Spring

X : 0 m

Z : -9.6 m

Angolo : 0 °

Vincolo elastico : Spring\_New

X : 15.5 m

Z : -13.05 m

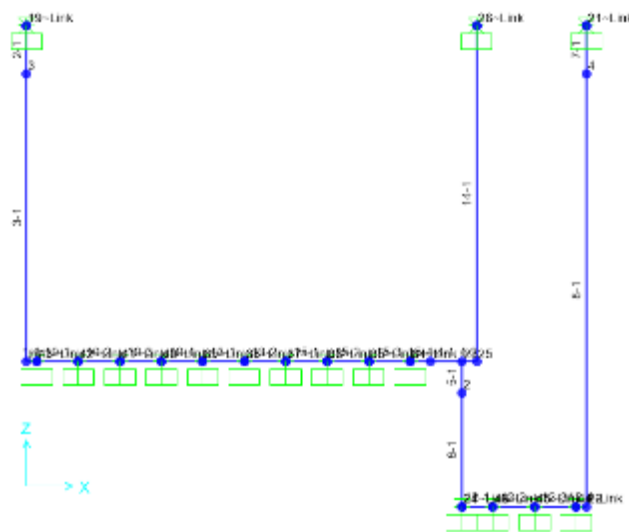
Angolo : 0 °



## 7.2 MODELLAZIONE STRUTTURA INTERNA

La modellazione del solettone di fondazione e della fodera è stata affrontata mediante l'ausilio del software SAP2000.

Il modello di calcolo di riferimento è riportato di seguito.



**Figura 9. Modello struttura interna**

Per la modellazione geometrica della struttura interna è stato considerato un concio elementare di un metro in direzione longitudinale. Il modello prevede vincoli reagenti solo a compressione posti in sommità ai piedritti in corrispondenza della sezione di attacco con il cordolo di coronamento dei diaframmi. Nella soletta di fondazione sono stati adattati 14 n-link con comportamento a GAP (non lineare) e rigidezza stimata dalla modellazione secondo Winkler.

## 8 ANALISI E VERIFICHE

Si riportano di seguito le analisi e le verifiche dei diaframmi e della struttura interna (Fodere e soletta di fondazione).

### 8.1 RISULTATI DIAFRAMMI

#### 8.1.1 Sollecitazioni

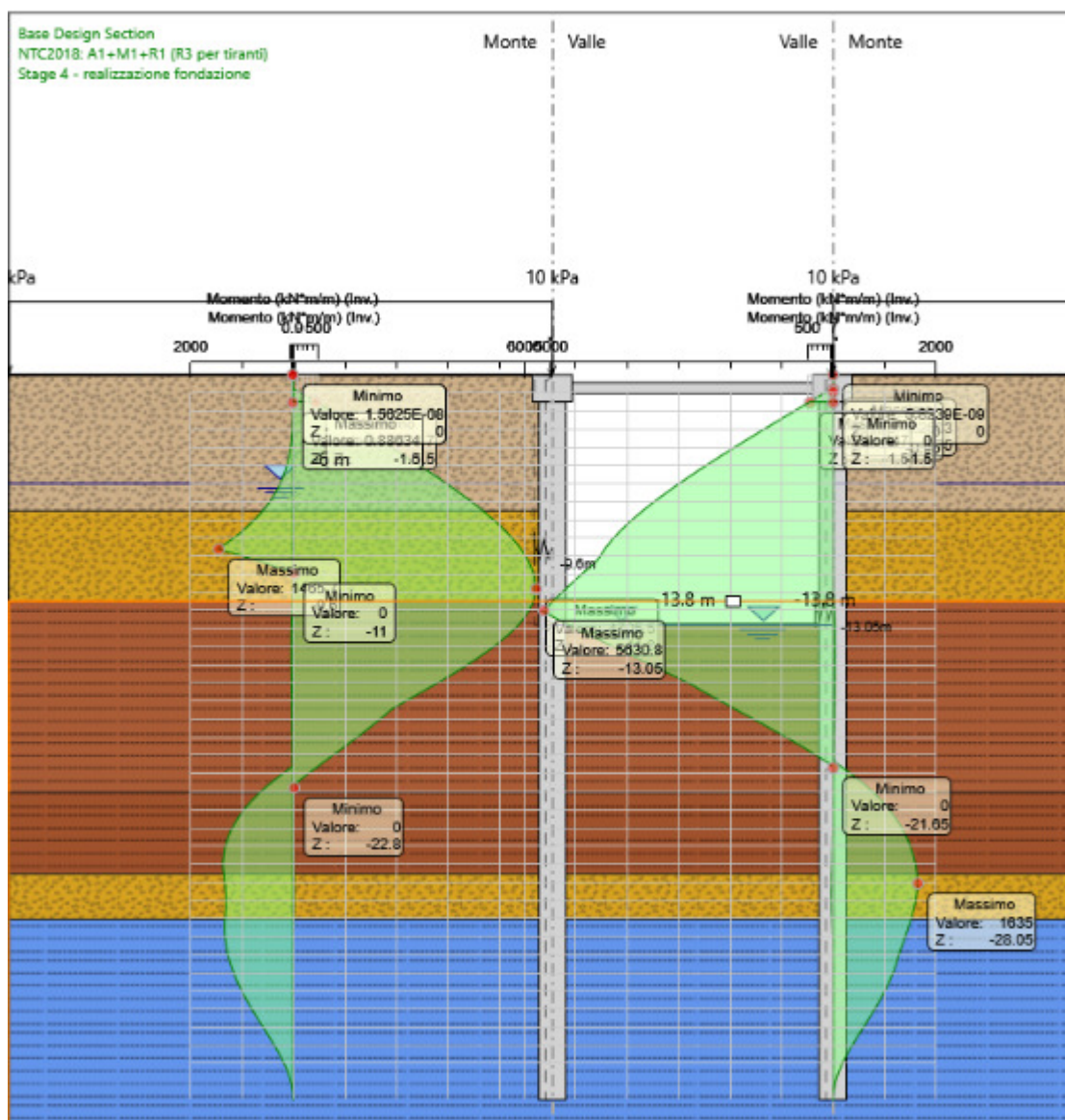


Figura 10. Involuppo Momenti flettenti – A1+M1+R3

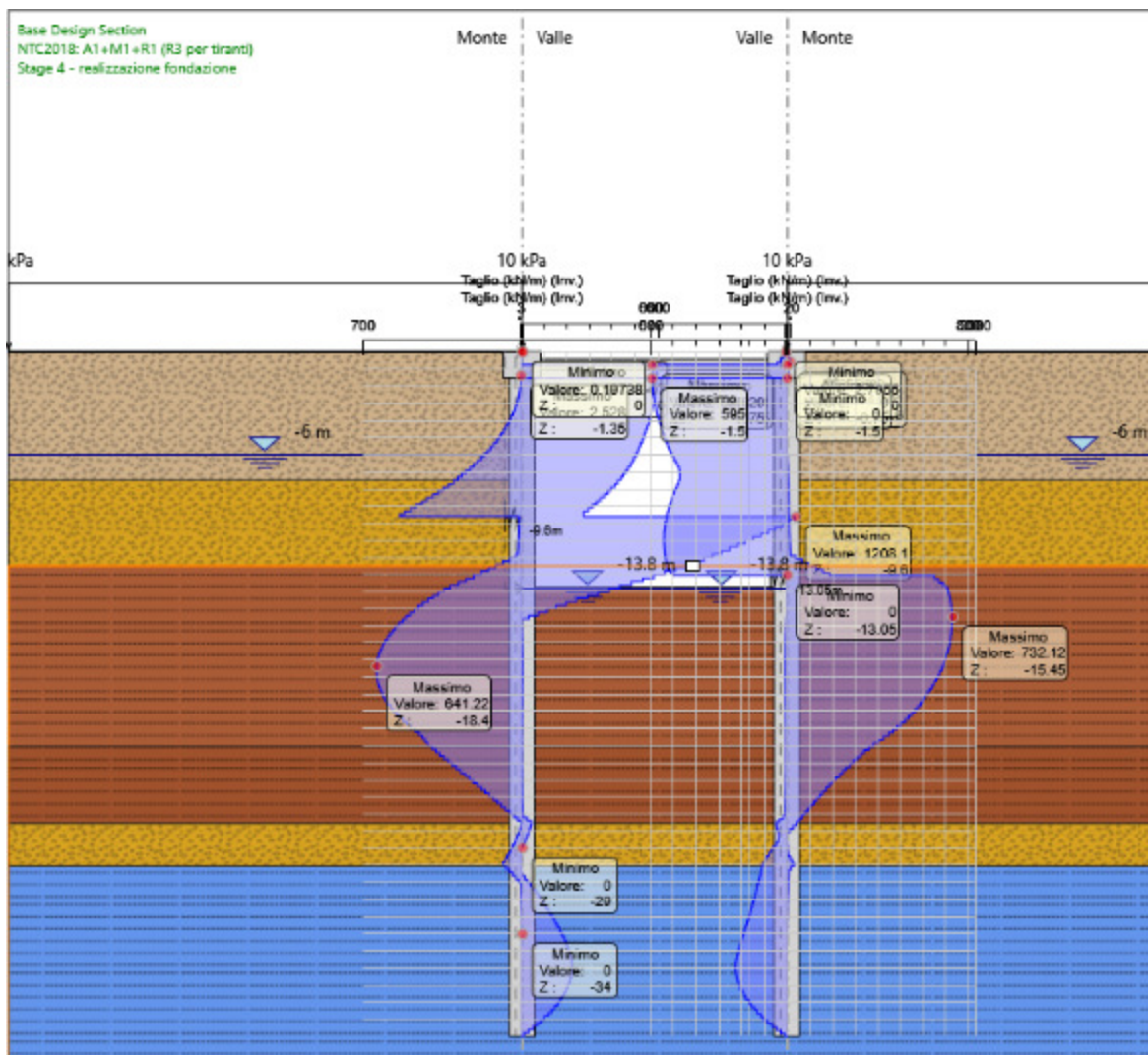


Figura 11. Involuppo Sforzo di taglio – A1+M1+R3

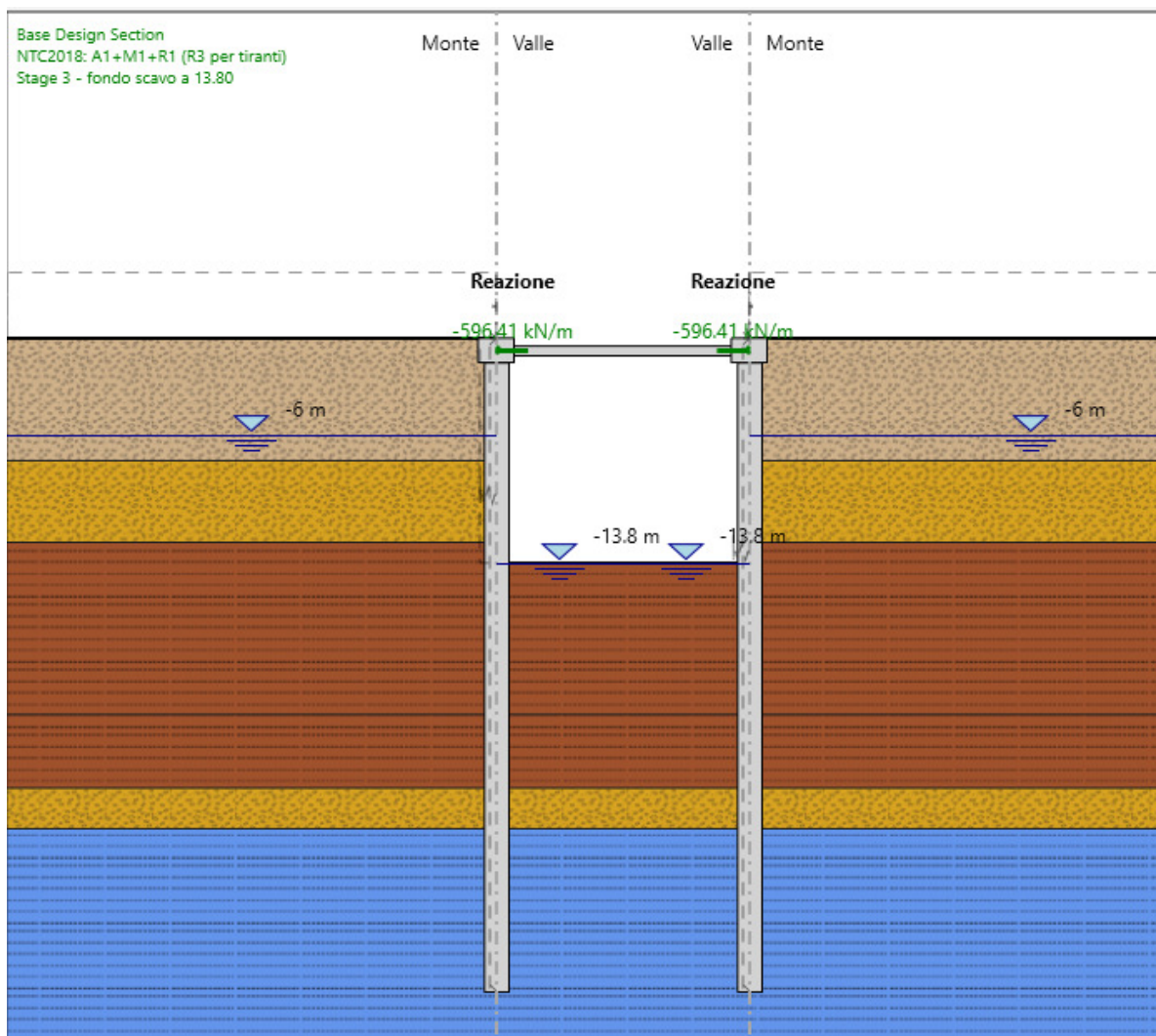


Figura 12. Sforzo sui puntoni provvisori – A1+M1+R3

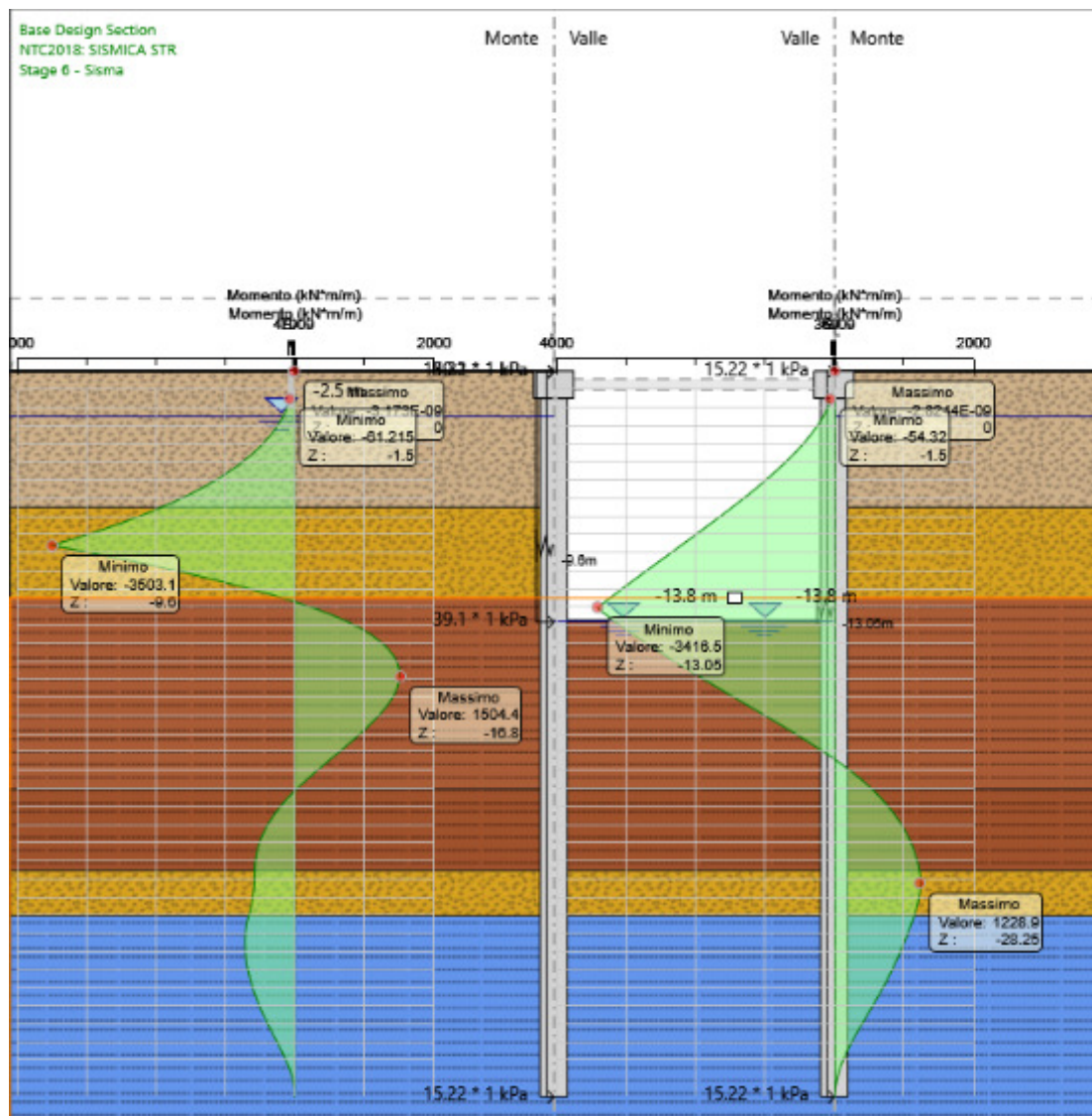


Figura 13. Momenti flettenti – Sisma

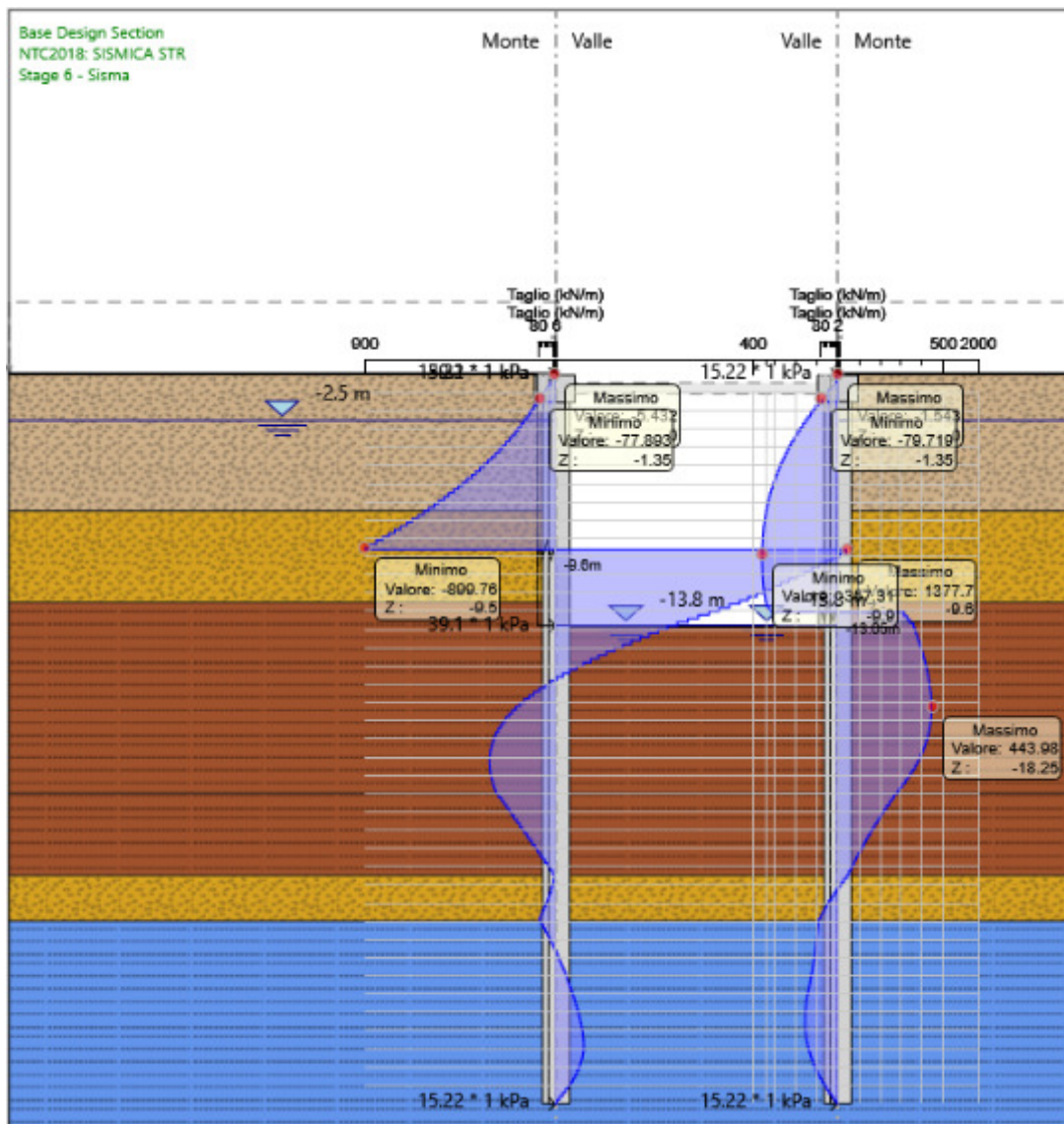


Figura 14. Sforzo di taglio – Sisma

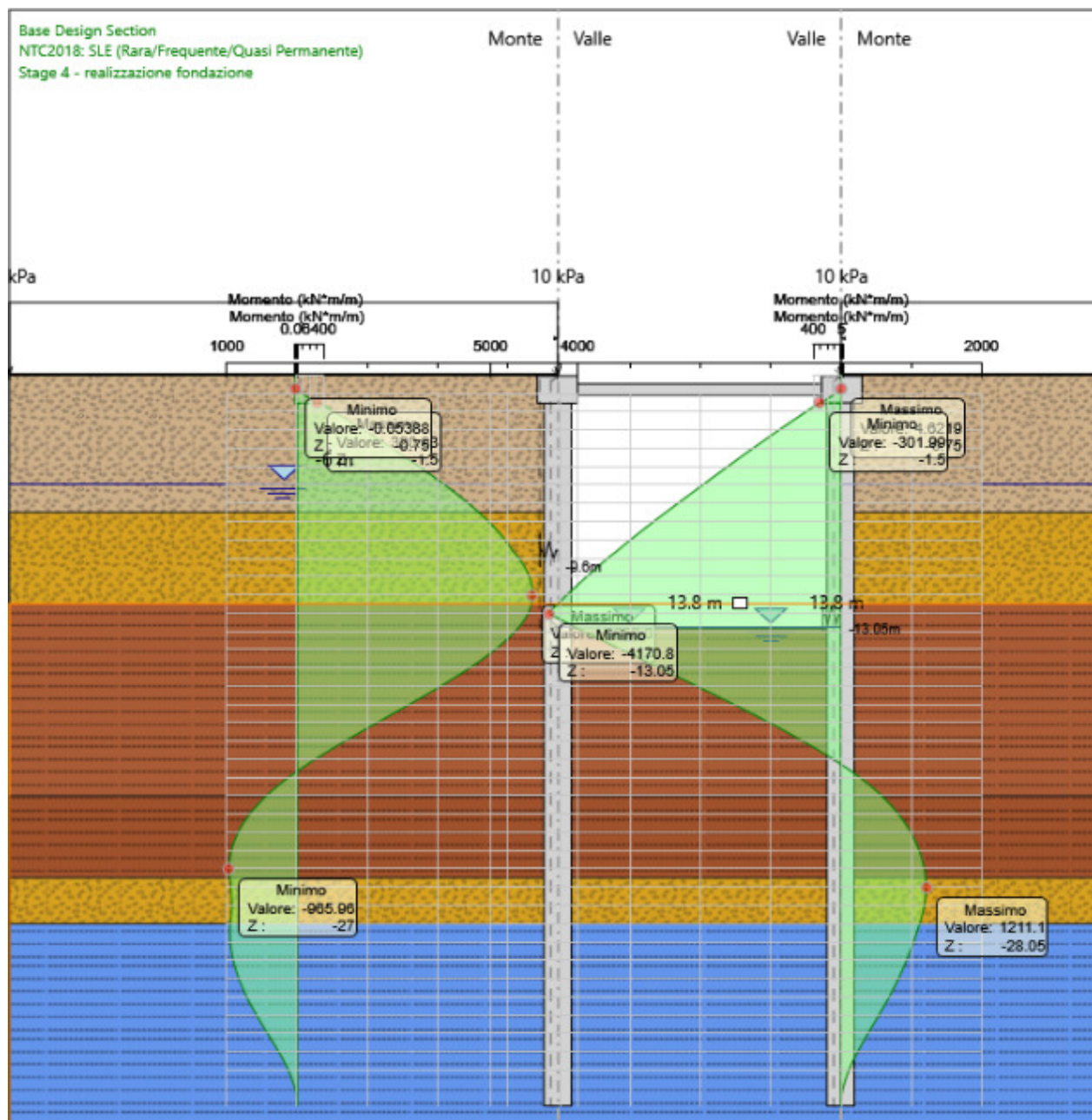


Figura 15. Momenti flettenti – SLE Rara

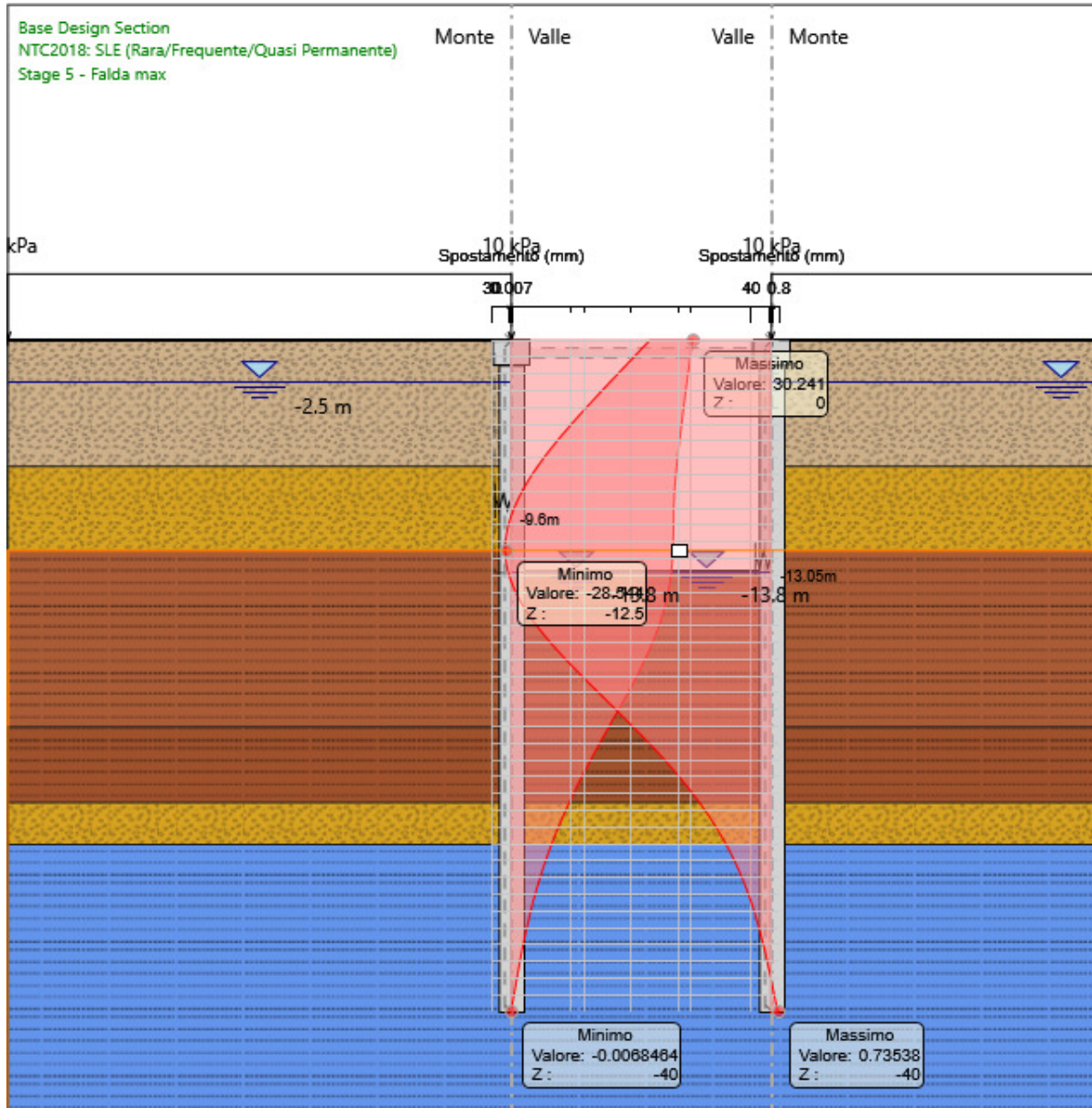
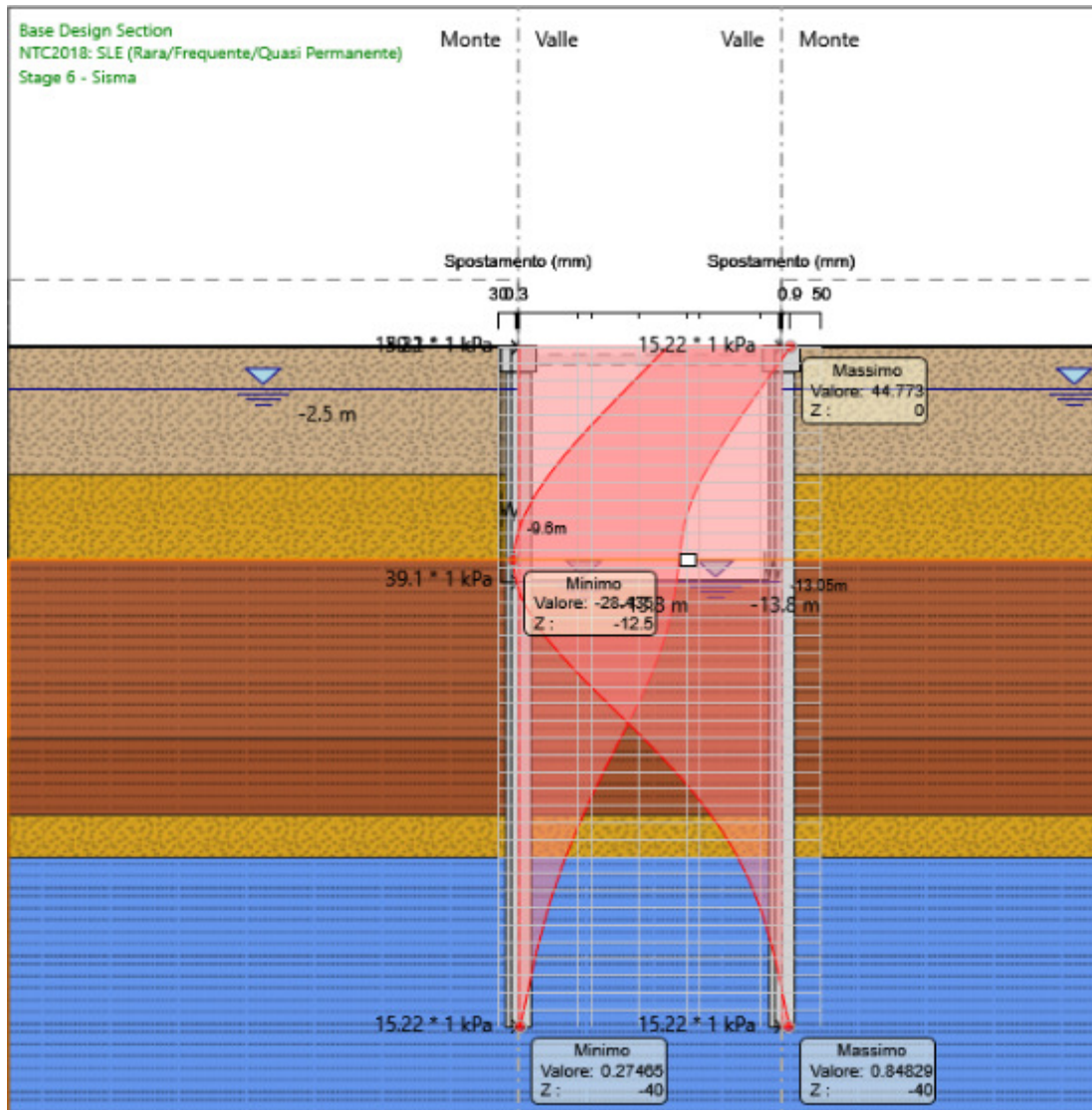


Figura 16. Spostamento – SLE





**Figura 17. Spostamento – Sisma**

Lo spostamento relativo massimo in sisma. in sommità al diaframma, vale dunque:

$$S_{max} = 44.7 - 30.2 = 14.5 \text{ mm}$$

In ottemperanza al 3.10.3.2.3 del Manuale di progettazione Corpo stradale, si dimostra che lo spostamento massimo in testa ad opere di sostegno di contenimento delle sede ferroviaria, in condizioni sismiche, è inferiore a 2 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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	41 di 95

### 8.1.2 Verifiche diaframma

Verifica in condizioni statiche della sezione maggiormente sollecitata posta a quota 13.05, in asse solettone di fondo lato canaletta, per le sollecitazioni allo SLU e SLE

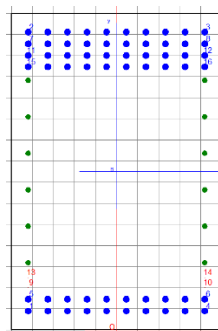
SLU

Ned = 506.25 kN/m  
 Med = 5630.8 kNm/m  
 Ved = 1208.1 kN/m

SLE

Ned = 506.25 kN/m  
 Med = 4170.8 kNm/m

Il diaframma è armato con 4 registri  $\phi$  30/10 lato interno e 2 registri  $\phi$  30/10 lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $6.0 + 1.4 + 1.5 = 8.9$  cm, mentre i successivi registri sono posti a  $3.0+2.6 = 5.6$  cm dal precedente.



#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA1\_01

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	125.00	daN/cm <sup>2</sup>



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	42 di 95

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	125.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	100.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	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:	3600.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.0	8.9	30
2	-42.0	141.1	30
3	42.0	141.1	30
4	42.0	8.9	30
5	-42.0	14.5	30
6	42.0	14.5	30
7	-42.0	135.5	30
8	42.0	135.5	30
9	-42.0	20.1	1
10	42.0	20.1	1
11	-42.0	130.0	30
12	42.0	130.0	30
13	-42.0	24.8	1
14	42.0	24.8	1
15	-42.0	124.6	30
16	42.0	124.6	30

#### 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	30
2	2	3	8	30
3	5	6	8	30
4	7	8	8	30



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	43 di 95

5	5	7	6	24
6	6	8	6	24
7	11	12	8	30
8	15	16	8	30

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	50625	-597040	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	45000	-417080	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	45000	-417080 (-192779)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	45000	-417080 (-192779)	0 (0)

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

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.5 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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	44 di 95

Interfero netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	50625	-597040	0	50609	-1370822	0	2.288	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00034	-50.0	0.0	0.00297	-42.0	8.9	-0.00494	-42.0	141.1

#### 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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000059797	0.003500000	----	----

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tre le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	76.1	50.0	0.0	-1307	-14.0	141.1	4200	291.8	5.6	1.00



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	45 di 95

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	76.1	50.0	0.0	-1307	-14.0	141.1	4200	291.8	5.6	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 S1 Esito della verifica  
 S2 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 k2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 Ø = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Psi Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 srm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 wk Distanza media tra le fessure [mm]  
 MX fess. Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-55.4	-21.1	0.173	30	74.0	0.893	0.00058 (0.00026)	189	0.187 (0.20)	-192779	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	76.1	50.0	0.0	-1307	-14.0	141.1	4200	291.8	5.6	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-55.4	-21.1	0.173	30	74.0	0.893	0.00058 (0.00026)	189	0.187 (0.20)	-192779	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	46 di 95

## Verifica a taglio in condizioni statiche.

### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  24900.0 KN sforzo normale di compressione massimo

### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$\text{ctg}\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

$\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

$\text{ctg}\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	47 di 95

Verifica in condizioni sismiche delle sezioni maggiormente sollecitate poste a quota asse solettone di fondo lato canaletta e lato treno. La verifica è condotta in campo sostanzialmente elastico.

SLV

Ned = 506.25 kN/m

Med = 3416.5 kNm/m

Ved = 1377.7 kN/m

Lato interno

Ned = 450.00 kN/m

Med = 3503.1 kNm/m

Lato esterno

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Diaframma1500-SEZA1\_sisma\_01

Descrizione Sezione:  
 Metodo di calcolo resistenza: Stati Limite Ultimi  
 Tipologia sezione: Sezione generica  
 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 calcolo fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
	ACCIAIO -	Tipo:	B450Ce
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:		4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd:		3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd:		3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu:		0.002	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale  
 Classe Conglomerato: C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.5	8.9	30
2	-42.5	141.1	30
3	42.5	141.1	30
4	42.5	8.9	30
5	-42.5	14.5	30





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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	48 di 95

6	42.5	14.5	30
7	-42.5	135.5	30
8	42.5	135.5	30
9	-42.5	124.6	30
10	42.5	124.6	30
11	-42.5	130.0	30
12	42.5	130.0	30

#### 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	30
2	2	3	8	30
3	5	6	8	30
4	7	8	8	30
5	5	7	6	24
6	6	8	6	24
7	11	12	8	30
8	9	10	8	30

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	50625	-341650	0	0	0
2	45000	350310	0	0	0

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 6.0 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 2.4 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	49 di 95

As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	50625	-341650	0	50600	-1146546	0	3.331	----
2	S	45000	350310	0	45001	717385	0	2.058	----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00178	0.00010	-50.0	0.0	0.00155	-42.5	8.9	-0.00190	-42.5	141.1
2	0.00097	-0.00034	-50.0	150.0	0.00079	-42.5	141.1	-0.00190	-42.5	8.9

#### 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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000026079	0.001779706	----	----
2	0.000000000	0.000020349	-0.002081105	----	----



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	50 di 95

## Verifica a taglio in sisma.

### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$v_1$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$v_2$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  24900.0 KN sforzo normale di compressione massimo

### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$\text{ctg}\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

$\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

$\text{ctg}\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	51 di 95

### 8.1.3 Verifica puntoni provvisori

Si riporta di seguito la verifica del punto provvisorio costituito da un tubolare  $\phi 508/10$  posto a passo 2.0m.

Sezione	Materiale	Passo	Lunghezza	D.A	Stage	Carico distribuito	Carico assiale	Sfruttamento a flessione	Sfruttamento a taglio	Instabilità	lamda y	lamda y
		m	m			kN/m	kN					
CHS508*10	S275	2	15.5	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3a - realizzazione puntone	-28.581	-57.161	0.028	0.008	0.116	88	88
CHS508*10	S275	2	15.5	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 3 - fondo scavo a 13.80	-596.41	-1192.8	0.582	0.008	1.000	88	88
CHS508*10	S275	2	15.5	NTC2018: A1+M1+R1 (R3 per tiranti)	Stage 4 - realizzazione fondazione	-577.51	-1155	0.564	0.008	0.980	88	88

metodo A											
Nsd =	1192.80	kN	E =	210000	N/mm <sup>2</sup>	Modulo Elastico					
p =	1.23	kN/m	v =	0.3	coefficiente di Poisson						
L =	15.5	m	G =	80769	N/mm <sup>2</sup>	Modulo di Taglio					
Msd =	49.79	kNm	It =	0.01552648	m <sup>4</sup>						
			Iw =	3.0083E-05	m <sup>6</sup>						
De(m)	s(m)	di(m)	I(m <sup>4</sup> )	A(m <sup>2</sup> )	W(m <sup>3</sup> )	Acciaio	fyk(Mpa)	$\gamma_{M0,M1}$	smax	$\alpha$	
0.508	0.01	0.488	0.0004852	0.015645	0.00191025	S275	275.00	1.05	261.90	0.21	
i =	0.18	m			Classe	2					
Ncr =	4185.8	kN			$\epsilon =$	0.9244163					
$\lambda =$	1.014										
$\Phi =$	1.099	$Nsd * \gamma_{M1} / (\chi \min fyk A) =$				0.444					
$\chi =$	0.656	$Msd * \gamma_{M1} / ((1 - Nsd / Ncr) fyk W) =$				0.139					
$\beta =$	1	<b>0.583 &lt;= 1.00</b>									
l0 =	15.5	m									
$\lambda =$	88	<150									



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	52 di 95

### 8.1.4 Verifica cordolo di coronamento

La verifica del cordolo di coronamento dei diaframmi è stata eseguita considerando lo sforzo massimo del puntone metallico e considerando uno schema statico a trave appoggiata di luce pari a passo dei puntoni, 2.0m.

Le sollecitazioni allo stato limite ultimo, considerando un sforzo al metro di 596.4 kN/m nella combinazione A1+M1+R3, valgono quindi:

$$M_{sd} = 596.4 \cdot 2^2/8 = 298.2 \text{ kNm}$$

$$V_{sd} = 596.4 \cdot 2/2 = 596.4 \text{ kN}$$

Alle SLE il momento flettente vale:

$$M_{sd} = 298.2 / 1.35 = 220.9 \text{ kNm}$$

Il cordolo è armato con 34  $\phi$  24 su tutta la sezione 1.5x2.2 m. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a 4.0 + 1.4 + 1.2 = 6.6 cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Cordolo-SEZA1\_lato galleria\_01

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333457	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	30.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \cdot \beta_2$ :	1.00	



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	53 di 95

Coeff. Aderenza differito  $\beta_1 \cdot \beta_2$  : 0.50  
 Sf limite S.L.E. Comb. Rare: 3600.0 daN/cm<sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C32/40	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-75.0	0.0
2	-75.0	220.0
3	75.0	220.0
4	75.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-68.4	6.6	24
2	-68.4	213.4	24
3	68.4	213.4	24
4	68.4	6.6	24
5	-43.5	38.0	1
6	43.5	38.0	1

#### 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	5	24
2	2	3	5	24
3	2	1	10	24
4	3	4	10	24

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

N	Sforzo normale in daN applicato nel Baric. (+ se di compressione)				
Mx	Momento flettente [daNm] intorno all'asse x princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo sup. della sez.				
My	Momento flettente [daNm] intorno all'asse y princ. d'inerzia con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sez.				
Vy	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia y				
Vx	Componente del Taglio [daN] parallela all'asse princ.d'inerzia x				
N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	0	29820	0	0	0

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	54 di 95

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	22090	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	22090 (401499)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	0	22090 (401499)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.4 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 16.4 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	0	29820	0	0	622120	0	20.863	122.2(66.0)

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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)



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	55 di 95

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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01702	-75.0	220.0	0.00206	-68.4	213.4	-0.04294	-68.4	6.6

#### 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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000217621	-0.044376671	0.075	0.700

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.5	75.0	220.0	-197	-68.4	6.6	6277	67.9	18.8	1.00

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.5	75.0	220.0	-197	-68.4	6.6	6277	67.9	18.8	0.50

#### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

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

Ver. Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 =  $(S1 + S2)/(2*S1)$  con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12 * (Ss/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss/Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * srm$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.7	-0.3	0.151	24	54.0	-164.176	0.00004 (0.00004)	279	0.019 (0.20)	401499	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	56 di 95

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	3.5	75.0	220.0	-197	-68.4	6.6	6277	67.9	18.8	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-1.7	-0.3	0.151	24	54.0	-164.176	0.00004 (0.00004)	279	0.019 (0.20)	401499	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 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	57 di 95

## Verifica a taglio cordolo

### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$    
Cls  condizioni calcestruzzo  
Acciaio 1  acciaio barre longitudinali  
Acciaio 2  acciaio armature trasversali  
 $\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo  
 $\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)  
 $d$   mm altezza utile della sezione  
 $A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali  
 $\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali  
 $n_{bw}$   numero di bracci delle staffe  
 $\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe  
 $s_{st}$   mm passo delle staffe  
 $\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)  
 $V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  33200.0 KN sforzo normale di compressione massimo

### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$ctg\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica  
 $\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica  
 $ctg\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale  
 $V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

## 8.2 RISULTATI STRUTTURA INTERNA

Si riportano di seguito le sollecitazioni e le verifiche allo SLU e allo SLE del solettone di fondo e della fodera costituenti la struttura interna della sezione tipo in oggetto.

### 8.2.1 Sollecitazioni

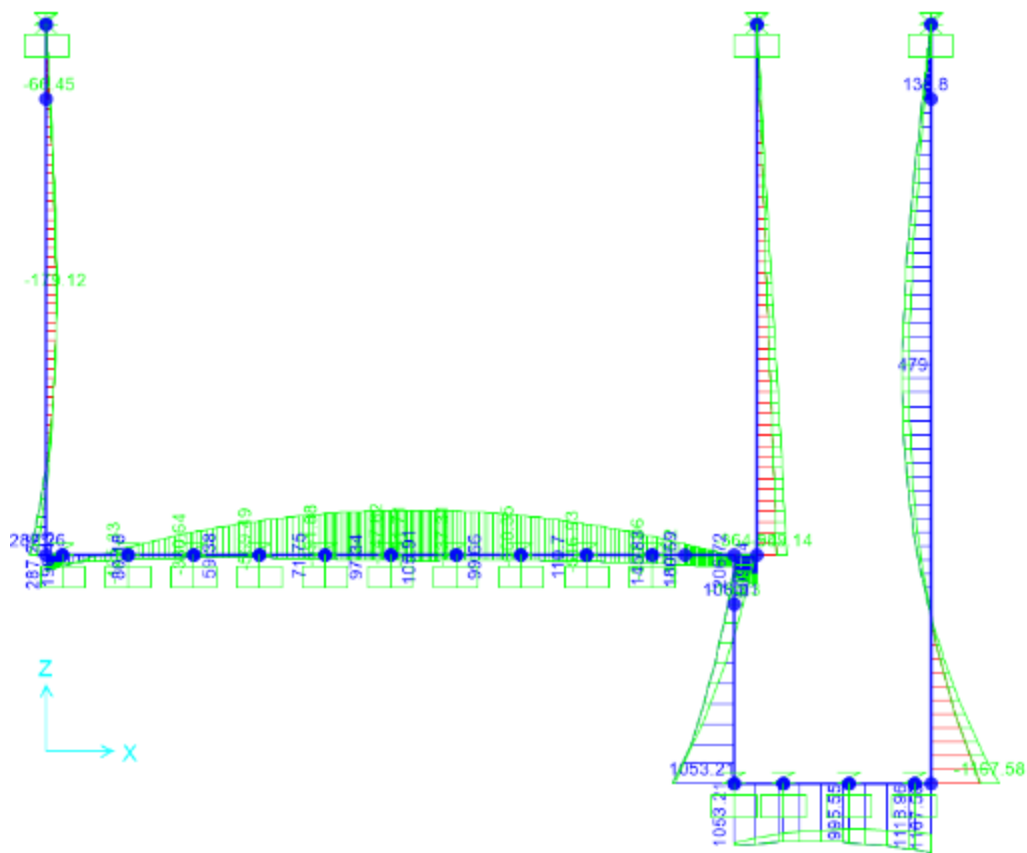


Figura 18. Involupto Momenti flettenti – SLU

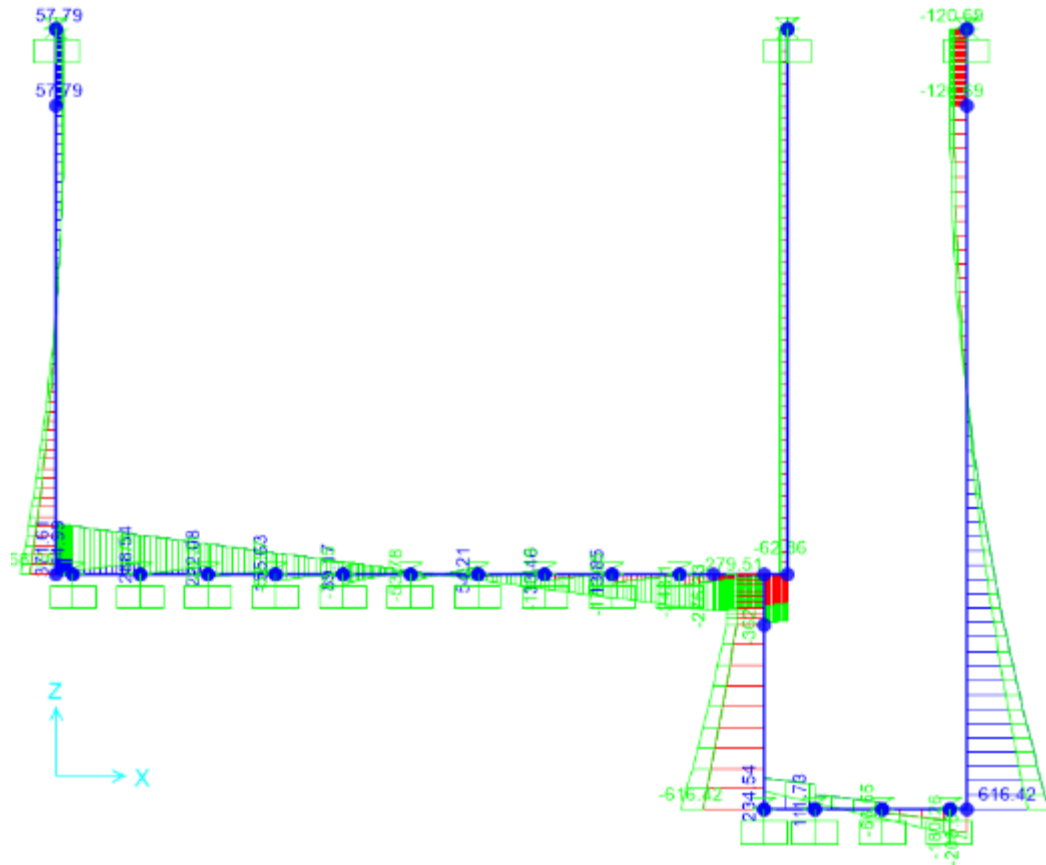


Figura 19. Involuppo sforzo di taglio – SLU

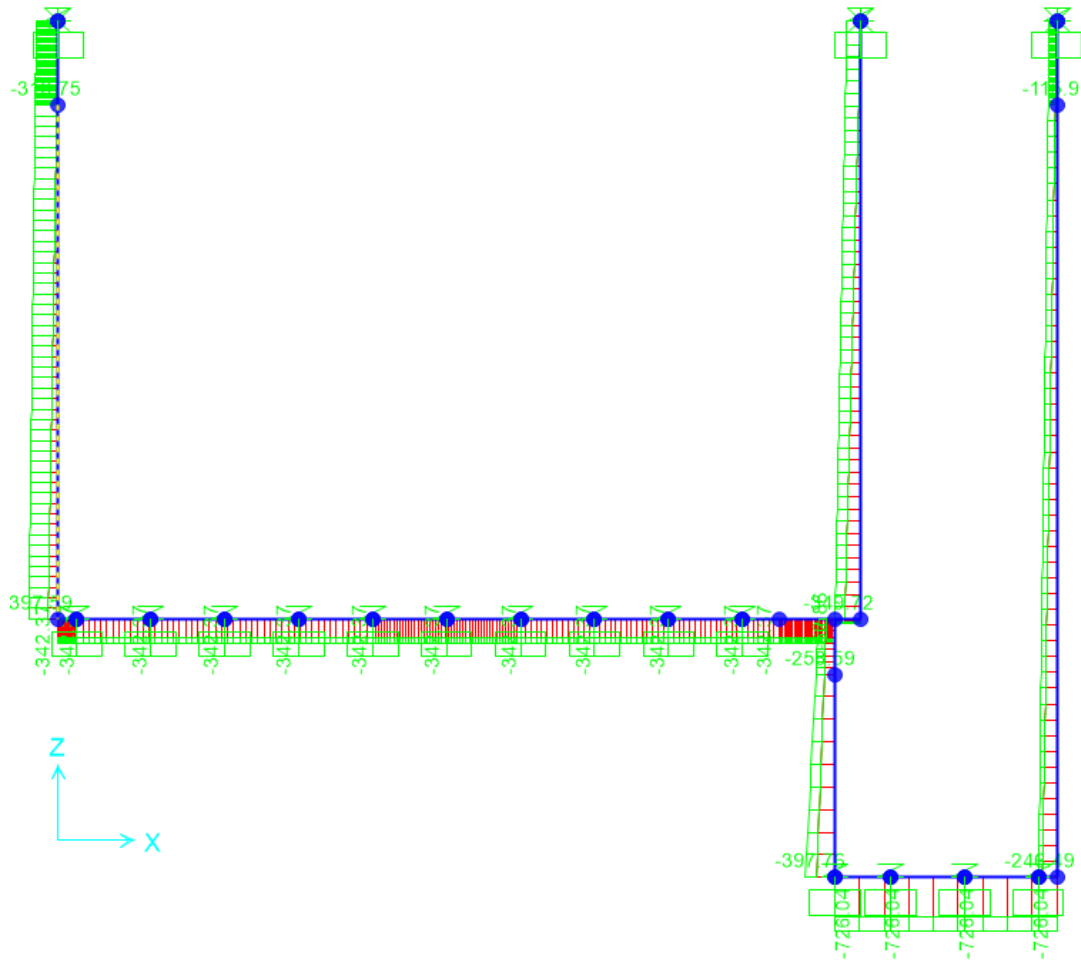


Figura 20. Involuppo Sforzo normale – SLU



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	61 di 95

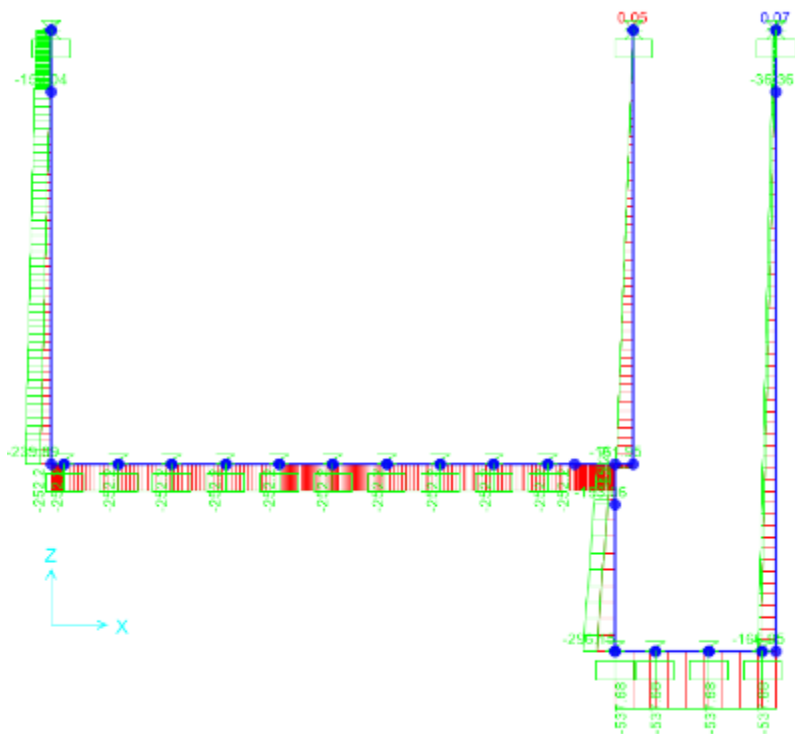
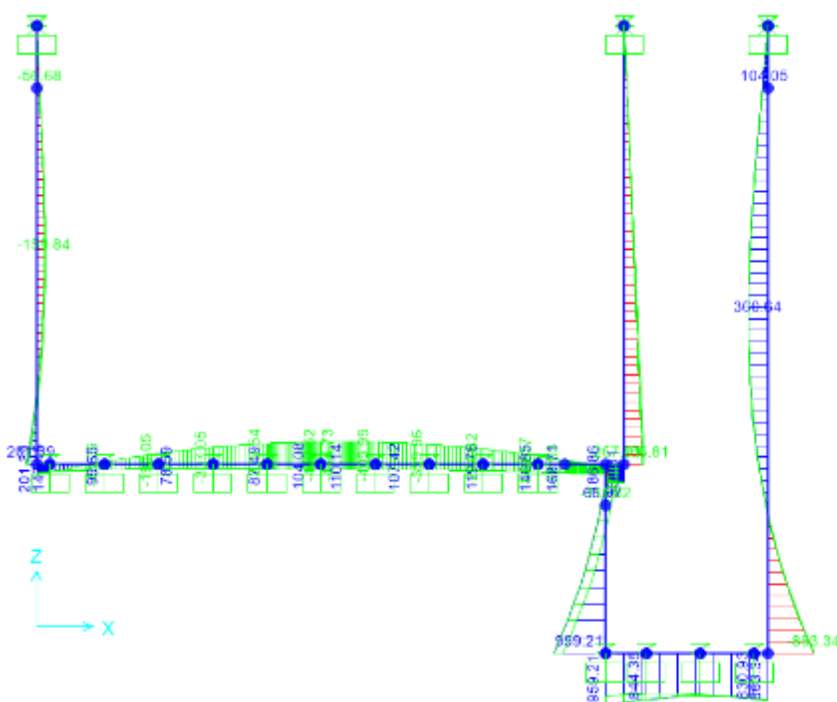
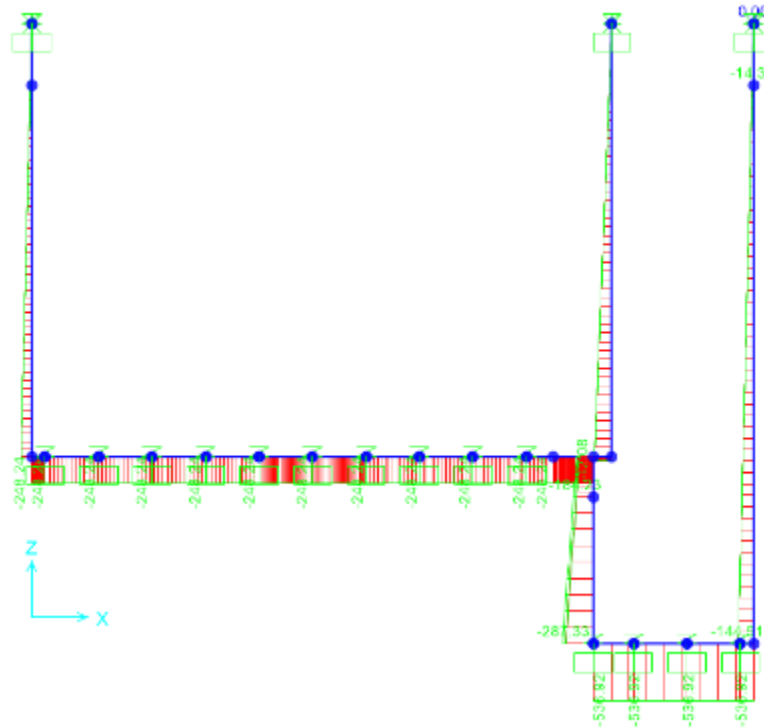


Figura 21. Involuppo Sforzo normale – SLE- Rara



**Figura 22. Involuppo Momento Flettente – SLE- Rara**



**Figura 23. Involuppo Sforzo normale – SLE- FR**



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	63 di 95

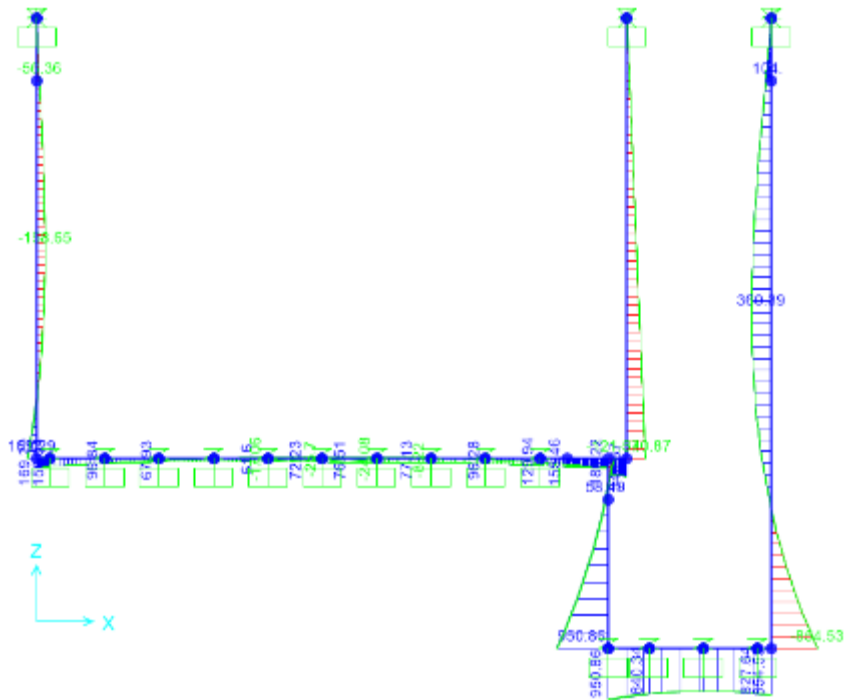


Figura 24. Involuppo Momento Flettente – SLE- FR

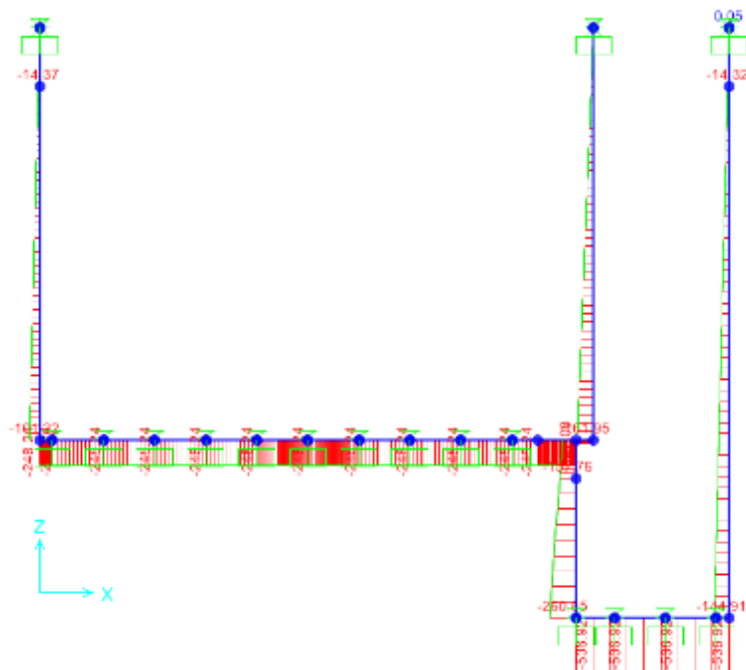
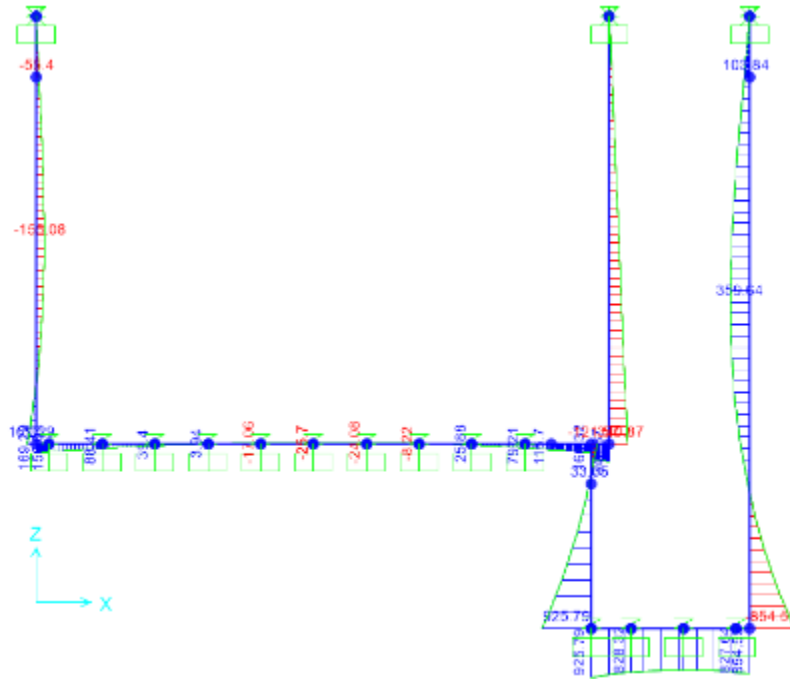


Figura 25. Involuppo Sforzo normale – SLE- QP





**Figura 26. Involuppo Momento Flettente – SLE- QP**

SLU	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)	V (kN) max
Fodera sx	-124.0 ; -338.2	-179.1 ; 111.6	201.7
Fodera dx	-183.0 ; 237.1	-744.73 ; 478.9	514.5
Setto	-198.4 ; 334.72	462.0	62.0
Fondazione	-247.2 ; -343.3	-751.7 ; 196.4	355.0
Fondazione lato canaletta	-536.6 ; -726.0	1167.5	233.3

SLE - Rara	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)
Fodera sx	-101.2 ; -239.9	-159.8 ; 72.4



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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	65 di 95

Fodera dx	-135.5 ; -157.5	-550.2 ; 360.5
Setto	-146.9	332.8
Fondazione	-252.2	-414.4 ; 110.2
Fondazione lato canaletta	-536.9	959.2
SLE – FR e QP	N (kN) (min – max)	M(kNm) (min – max)
Fodera sx	-101.2; -54.9	-158.6;-154.85
Fodera dx	-135.5	-542.0 ; 360.3; -154.8
Setto	-146.9	309.3
Fondazione	-252.2	-24.5 ; 76.4
Fondazione lato canaletta	-536.9	950.8;925.8

**Tabella 4 –Tabella di riepilogo sollecitazioni**

### 8.2.2 Verifiche struttura interna

#### Verifiche Fodera SX

La fodera è armata con  $\phi$  24/20 lato interno e lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 0.8 + 1.0 + 1.2 = 7.0$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Fodera-SEZA1\_lato galleria\_01

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica

#### CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	66 di 95

CALCESTRUZZO -

Classe:	C32/40
Resis. compr. di calcolo fcd:	181.30 daN/cm <sup>2</sup>
Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm <sup>2</sup>
Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
Def.unit. ultima ecu:	0.0035
Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
Modulo Elastico Normale Ec:	333457 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. di Poisson:	0.20
Resis. media a trazione fctm:	30.00 daN/cm <sup>2</sup>
Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0
Sc limite S.L.E. comb. Rare:	160.00 daN/cm <sup>2</sup>
Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### 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	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-43.0	7.0	24
2	-43.0	43.0	24
3	43.0	43.0	24
4	43.0	7.0	24
5	-43.5	38.0	1
6	43.5	38.0	1

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	67 di 95

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	12400	-17910	0	0	0
2	38820	11167	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	10120	15980	0
2	23990	7238	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	19350	-15980 (-16964)	0 (0)
2	5490	-15860 (-15620)	0 (0)
3	10120	4326 (19111)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	10122	4326 (19112)	0 (0)
2	5490	-15485 (-15632)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	68 di 95

Interfero netto minimo barre longitudinali: 3.8 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	12400	-17910	0	12424	-38309	0	2.139	----
2	S	38820	11167	0	38837	43147	0	3.864	----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00729	-50.0	0.0	-0.00002	-43.0	7.0	-0.01815	43.0	43.0
2	0.00350	-0.00624	50.0	50.0	0.00032	43.0	43.0	-0.01604	-43.0	7.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	-0.000503507	0.003500000	----	----
2	0.000000000	0.000454385	-0.019219273	----	----

#### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre  $Beta1 * Beta2$



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	69 di 95

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	53.5	-50.0	50.0	-1633	-43.0	7.0	1800	22.6	21.5	1.00
2	S	24.6	-50.0	50.0	-365	-43.0	7.0	1400	22.6	21.5	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	54.1	50.0	0.0	-1440	21.5	43.0	1750	22.6	21.5	0.50
2	S	52.7	50.0	0.0	-1717	21.5	43.0	1800	22.6	21.5	0.50
3	S	14.8	-50.0	50.0	-294	-43.0	7.0	1600	22.6	21.5	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

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  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 =  $(S1 + S2)/(2*S1)$  con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Coprifero [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi =  $1 - \text{Beta}12 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12 * (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss/Es$  è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-28.3	-6.4	0.153	24	58.0	0.436	0.00031 (0.00029)	271	0.145 (0.20)	-16964	0
2	S	-30.5	-8.1	0.158	24	58.0	0.515	0.00044 (0.00034)	278	0.199 (0.20)	-15620	0
3	S	-6.8	-1.4	0.151	24	58.0	-8.759	0.00006 (0.00006)	261	0.026 (0.20)	19111	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	14.8	-50.0	50.0	-293	-43.0	7.0	1600	22.6	21.5	0.50
2	S	51.4	50.0	0.0	-1673	21.5	43.0	1800	22.6	21.5	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-6.8	-1.4	0.151	24	58.0	-8.760	0.00006 (0.00006)	261	0.026 (0.20)	19112	0
2	S	-29.7	-7.9	0.158	24	58.0	0.490	0.00041 (0.00033)	278	0.194 (0.20)	-15632	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	70 di 95

## Verifiche Fodera DX

La sezione di spiccato della fodera è armata con 1 registro  $\phi$  26/10 lato interno e 1 registro  $\phi$  26/10 più 1 registro  $\phi$  26/20 lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 0.8 + 1.2 + 1.3 = 7.3$  cm.

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Fodera-SEZA1\_lato canaletta\_01

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333457	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	30.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

### 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	70.0
3	50.0	70.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	71 di 95

1	-43.5	7.3	26
2	-43.5	62.7	26
3	43.5	62.7	26
4	43.5	7.3	26
5	-43.5	57.1	26
6	43.5	57.1	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

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	23711	-74473	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	15750	-55022	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	15750	-55022 (-39071)	0 (0)
2	13550	-54200 (-38881)	0 (0)





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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	72 di 95

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	13550	-15485 (-42436)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.0 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	23711	-74473	0	23694	-177277	0	2.375	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00496	-50.0	0.0	0.00144	-43.5	7.3	-0.01418	43.5	62.7

#### 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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	73 di 95

1 0.000000000 -0.000281947 0.003500000 --- ---

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	59.9	50.0	0.0	-1273	33.8	62.7	2200	79.6	9.7	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	59.9	50.0	0.0	-1273	33.8	62.7	2200	79.6	9.7	0.50
2	S	58.8	50.0	0.0	-1266	33.8	62.7	2200	79.6	9.7	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-42.2	-14.1	0.167	26	60.0	0.748	0.00048 (0.00025)	187	0.152 (0.20)	-39071	0
2	S	-41.8	-14.1	0.167	26	60.0	0.743	0.00047 (0.00025)	187	0.150 (0.20)	-38881	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	17.8	50.0	0.0	-306	33.8	62.7	2050	79.6	9.7	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-10.9	-3.5	0.165	26	60.0	-2.755	0.00006 (0.00006)	184	0.019 (0.20)	-42436	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	74 di 95

La sezione in mezzeria della fodera è armata con 1 registro  $\phi$  26/10 più i registro  $\phi$  26/20 lato interno e 1 registro  $\phi$  26/10 lato esterno. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 0.8 + 1.2 + 1.3 = 7.3$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: Fodera-SEZA1\_lato canaletta\_01 mezzeria

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333457	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	30.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

#### 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	50.0
3	50.0	50.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	75 di 95

2	-42.7	42.7	26
3	42.7	42.7	26
4	42.7	7.3	26
5	-43.5	12.9	26
6	43.5	12.9	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

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	16900	47890	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	13550	36050	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	13550	36050 (20356)	0 (0)
2	13550	36030 (20357)	0 (0)

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	76 di 95

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	13550	35958 (20358)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 3.1 cm

##### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	16900	47890	0	16909	111474	0	2.324	-----

##### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.00264	50.0	50.0	0.00141	42.7	42.7	-0.00874	-42.7	7.3

##### 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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000286691	-0.010834563	----	----



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	77 di 95

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	75.3	-50.0	50.0	-1334	-42.7	7.3	1500	79.6	5.7	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	75.3	-50.0	50.0	-1334	-42.7	7.3	1500	79.6	5.7	0.50
2	S	75.2	-50.0	50.0	-1334	-42.7	7.3	1500	79.6	5.7	0.50

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
 Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-53.1	-19.7	0.171	26	60.0	0.841	0.00056 (0.00027)	165	0.157 (0.20)	20356	0
2	S	-53.1	-19.7	0.171	26	60.0	0.840	0.00056 (0.00027)	165	0.157 (0.20)	20357	0

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	75.1	-50.0	50.0	-1331	-33.2	7.3	1500	79.6	9.5	0.50

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-53.0	-19.7	0.171	26	60.0	0.840	0.00056 (0.00027)	173	0.164 (0.20)	20358	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	78 di 95

## Verifiche Setto

La sezione di spiccato del setto è armata con  $\phi$  24/20 su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 0.8 + 1.0 + 1.2 = 7.0$  cm.

### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: Setto-SEZA1\_01

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	181.30	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	333457	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	30.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	160.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	128.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1\beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1\beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

### 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	80.0
3	50.0	80.0
4	50.0	0.0

### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	79 di 95

1	-43.0	7.0	24
2	-43.0	73.0	24
3	43.0	73.0	24
4	43.0	7.0	24
5	-43.5	38.0	1
6	43.5	38.0	1

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

N°Gen.	N°Barra Ini.	N°Barra Fin.	N°Barre	Ø
1	1	4	3	24
2	2	3	3	24

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	19840	46200	0	0	0
2	33472	46200	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	14690	33280	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	14690	33280 (40094)	0 (0)
2	14690	30930 (40302)	0 (0)





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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	80 di 95

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	14690	30930 (40302)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.8 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 19.1 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult,Mx ult,My ult) e (N,Mx,My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	19840	46200	0	19818	69202	0	1.498	-----
2	S	33472	46200	0	33453	73751	0	1.596	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01327	-50.0	80.0	0.00008	-43.0	73.0	-0.03221	-43.0	7.0
2	0.00350	-0.01242	-50.0	80.0	0.00025	-43.0	73.0	-0.03039	-43.0	7.0

#### POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

a, b, c Coeff. a, b, c nell'eq. dell'asse neutro  $aX+bY+c=0$  nel rif. X,Y,O gen.  
 x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	81 di 95

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000489241	-0.035639281	----	----
2	0.000000000	0.000464296	-0.033643699	----	----

### COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	47.3	50.0	80.0	-1893	-43.0	7.0	2271	22.6	21.5	1.00

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	47.3	50.0	80.0	-1893	-43.0	7.0	2271	22.6	21.5	0.50
2	S	44.0	-50.0	80.0	-1738	-21.5	7.0	2271	22.6	21.5	0.50

### COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm

Ver. Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-24.9	-9.1	0.171	24	58.0	0.274	0.00038 (0.00038)	324	0.199 (0.20)	40094	0
2	S	-23.0	-8.3	0.170	24	58.0	0.151	0.00035 (0.00035)	323	0.191 (0.20)	40302	0

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	44.0	-50.0	80.0	-1738	-21.5	7.0	2271	22.6	21.5	0.50

### COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-23.0	-8.3	0.170	24	58.0	0.151	0.00035 (0.00035)	323	0.191 (0.20)	40302	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 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	82 di 95

### Verifiche Soletta di fondazione

La sezione del solettone di fondazione è armata con  $\phi$  26/20 su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 2.0 + 1.3 = 7.3$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A. NOME SEZIONE: fondazione1500-SEZA1\_01

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	141.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20	
	Resis. media a trazione fctm:	25.60	daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	125.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	125.00	daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	100.00	daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200	mm	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0	daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0	daN/cm <sup>2</sup>	

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale	
Classe Conglomerato:	C25/30	
N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	83 di 95

2	-42.7	142.7	26
3	42.7	142.7	26
4	42.7	7.3	26
5	-44.5	13.6	1
6	44.5	13.6	1
7	-44.5	136.1	1
8	44.5	136.1	1
9	-42.0	19.2	1

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	34230	-75170	0	0	0
2	24723	19643	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	25220	-41440	0
2	25220	11020	0

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

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

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



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	84 di 95

1	25220	-2450 (40094)	0 (0)
2	25220	7640 (946268)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	25220	-2450 (40302)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta  $\geq 1.000$   
 As Tesa Area armature [cm<sup>2</sup>] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	34230	-75170	0	34255	-167592	13	2.230	-----
2	S	24723	19643	0	24709	161168	14	8.205	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.02150	50.0	0.0	0.00066	42.7	7.3	-0.05200	-42.7	142.7
2	0.00350	-0.02245	50.0	150.0	0.00055	42.7	142.7	-0.05410	-42.7	7.3

#### 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.



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

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	85 di 95

x/d Rapp. di duttilità a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000001	-0.000388950	0.003499951	----	----
2	0.000000003	0.000403652	-0.057047946	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	19.3	50.0	0.0	-743	-42.7	142.7	2450	26.6	6.8	1.00
2	S	4.5	-50.0	150.0	-22	42.7	7.3	2150	26.6	6.6	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.2	50.0	0.0	16	-42.7	142.7	----	----	----	----
2	S	3.4	50.0	150.0	-1	-42.7	7.3	----	----	----	----

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a fctm  
 Esito della verifica  
 S1 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 S2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k2 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 k3 = (S1 + S2)/(2\*S1) con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Ø Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 Psi = 1-Beta12\*(Ssr/Ss)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(fctm/S2)<sup>2</sup> = 1-Beta12\*(Mfess/M)<sup>2</sup> [B.6.6 DM96]  
 e sm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite = 0.4\*Ss/Es è tra parentesi  
 srm Distanza media tra le fessure [mm]  
 wk Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure = 1.7 \* e sm \* srm . Valore limite tra parentesi  
 MX fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	1.0	-9.1	----	----	----	----	----	----	----	40094	0
2	S	-0.2	-8.3	----	----	----	----	----	----	----	946268	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	2.2	50.0	0.0	16	-42.7	142.7	----	----	----	----

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My 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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	86 di 95

1 S 1.0 -8.3 --- --- --- --- --- --- 40302 0

### Verifiche Soletta di fondazione lato canaletta

La sezione del solettone di fondazione è armata con  $\phi$  26/20 su entrambi i lati. Il baricentro del primo registro è posto ad una distanza pari a  $4.0 + 2.0 + 1.3 = 7.3$  cm.

#### DATI GENERALI SEZIONE IN C.A.

NOME SEZIONE: [fondazione1500-SEZA1\\_lato canaletta\\_01](#)

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Tipologia sezione:	Sezione generica
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Molto 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 calcolo fcd:	141.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Resis. compr. ridotta fcd':	0.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	314750 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. di Poisson:	0.20
	Resis. media a trazione fctm:	25.60 daN/cm <sup>2</sup>
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.0
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	125.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	125.00 daN/cm <sup>2</sup>
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	100.00 daN/cm <sup>2</sup>
Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	0.200 mm	

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. snerv. di calcolo fyd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Resist. ultima di calcolo ftd:	3913.0 daN/cm <sup>2</sup>
	Deform. ultima di calcolo Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm <sup>2</sup>
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istantaneo $\beta_1 \beta_2$ :	1.00
	Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \beta_2$ :	0.50
	Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3600.0 daN/cm <sup>2</sup>

#### CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C25/30

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	150.0
3	50.0	150.0
4	50.0	0.0



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	87 di 95

#### DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-42.7	7.3	26
2	-42.7	142.7	26
3	42.7	142.7	26
4	42.7	7.3	26
5	-44.5	13.6	1
6	44.5	13.6	1
7	-44.5	136.1	1
8	44.5	136.1	1
9	-42.0	19.2	1

#### DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

#### ST.LIM.ULTIMI - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	53660	116750	0	0	0
2	72604	116750	0	0	0

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	53670	95920	0

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

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





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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	88 di 95

con verso positivo se tale da comprimere il lembo destro della sezione

N°Comb.	N	Mx	My
1	53690	95085 (127824)	0 (0)

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

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

N°Comb.	N	Mx	My
1	53690	92580 (128444)	0 (0)

#### RISULTATI DEL CALCOLO

##### Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 5.5 cm  
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.2 cm

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - RISULTATI PRESSO-TENSO FLESSIONE

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata  
 N Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)  
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 N ult Sforzo normale ultimo [daN] baricentrico (positivo se di compress.)  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 My ult Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia  
 Mx ult Momento flettente ultimo [daNm] intorno all'asse X di riferimento della sezione  
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N ult, Mx ult, My ult) e (N, Mx, My)  
 Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000  
 As Tesa Area armature [cm²] in zona tesa (solo travi). Tra parentesi l'area minima di normativa

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N ult	Mx ult	My ult	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	53660	116750	0	53647	180717	13	1.548	-----
2	S	72604	116750	0	72611	193455	13	1.657	-----

#### METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione  
 ec 3/7 Deform. unit. del conglomerato nella fibra a 3/7 dell'altezza efficace  
 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	ec 3/7	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	-0.01964	50.0	150.0	0.00087	42.7	142.7	-0.04787	-42.7	7.3
2	0.00350	-0.01796	50.0	150.0	0.00106	42.7	142.7	-0.04415	-42.7	7.3



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	89 di 95

**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 a rottura in presenza di sola fless.(travi)  
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000001	0.000360006	-0.050500966	----	----
2	0.000000001	0.000333899	-0.046584869	----	----

**COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

Ver S = comb. verificata/ N = comb. non verificata  
 Sc max Massima tensione (positiva se di compressione) nel conglomerato [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xc max, Yc max Ascissa, Ordinata [cm] del punto corrisp. a Sc max (sistema rif. X,Y,O)  
 Sf min Minima tensione (negativa se di trazione) nell'acciaio [daN/cm<sup>2</sup>]  
 Xs min, Ys min Ascissa, Ordinata [cm] della barra corrisp. a Sf min (sistema rif. X,Y,O)  
 Ac eff. Area di calcestruzzo [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerata aderente alle barre  
 As eff. Area barre [cm<sup>2</sup>] in zona tesa considerate efficaci per l'apertura delle fessure  
 D barre Distanza tra le barre tese [cm] ai fini del calcolo dell'apertura fessure  
 Beta12 Prodotto dei coeff. di aderenza delle barre Beta1\*Beta2

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	44.7	-50.0	150.0	-1793	42.7	7.3	2450	26.6	6.6	1.00

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	44.3	-50.0	150.0	-1770	42.7	7.3	2450	26.6	6.6	0.50

**COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Ver. La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a  $f_{ctm}$   
 S1 Esito della verifica  
 S2 Massima tensione [daN/cm<sup>2</sup>] di trazione del calcestruzzo, valutata in sezione non fessurata  
 k2 Minima di trazione [daN/cm<sup>2</sup>] del cls. (in sezione non fessurata) nella fibra più interna dell'area Ac eff  
 k3 = 0.4 per barre ad aderenza migliorata  
 Ø =  $(S1 + S2)/(2*S1)$  con riferimento all'area tesa Ac eff  
 Cf Diametro [mm] medio delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff  
 Psi Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa  
 e sm =  $1 - \text{Beta}12^2 * (Ssr/Ss)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (f_{ctm}/S2)^2 = 1 - \text{Beta}12^2 * (M_{fess}/M)^2$  [B.6.6 DM96]  
 srm Deformazione unitaria media tra le fessure [4.3.1.7.1.3 DM96]. Il valore limite =  $0.4 * Ss/Es$  è tra parentesi  
 wk Distanza media tra le fessure [mm]  
 MX fess. Valore caratteristico [mm] dell'apertura fessure =  $1.7 * e * sm * srm$ . Valore limite tra parentesi  
 MY fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]  
 Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My fess
1	S	-19.0	-11.5	0.200	25	60.0	0.096	0.00035 (0.00035)	321	0.193 (0.20)	127824	0

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - MASSIME TENSIONI NORMALI ED APERTURA FESSURE**

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.	D barre	Beta12
1	S	43.2	-50.0	150.0	-1700	42.7	7.3	2450	26.6	6.6	0.50

**COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - APERTURA FESSURE [§B.6.6 DM96]**

Comb.	Ver	S1	S2	k3	Ø	Cf	Psi	e sm	srm	wk	Mx fess	My 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 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati  
 generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	90 di 95

1 S -18.5 -11.1 0.200 25 60.0 0.038 0.00034 (0.00034) 321 0.186 (0.20) 128444 0

Verifica a taglio Fodera SX



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	91 di 95

#### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

#### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

#### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  33200.0 KN sforzo normale di compressione massimo

#### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$ctg\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

$\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

$ctg\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

#### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

Verifica a taglio Fodera DX



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	92 di 95

#### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

#### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

#### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  15493.3 KN sforzo normale di compressione massimo

#### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$\text{ctg}\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì  
 No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

$\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

$\text{ctg}\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

#### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale

### Verifica a taglio Fondazione



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1

LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	93 di 95

#### Caratteristiche materiali

Cls  $R_{ck}$

Cls  condizioni calcestruzzo

Acciaio 1  acciaio barre longitudinali

Acciaio 2  acciaio armature trasversali

$\gamma_c$   coefficiente parziale relativo al calcestruzzo

$\gamma_s$   coefficiente parziale relativo all'acciaio

#### Geometrie sezione

$b_w$   mm larghezza dell'anima resistente (larghezza minima d'anima)

$d$   mm altezza utile della sezione

$A_c$   mm<sup>2</sup> area della sezione di calcestruzzo

#### Caratteristiche armature

$n_{bl}$   numero di barre longitudinali

$\varnothing_{bl}$   mm diametro delle barre longitudinali

$n_{bw}$   numero di bracci delle staffe

$\varnothing_{st}$   mm diametro delle staffe

$s_{st}$   mm passo delle staffe

$\alpha$   ° inclinazione delle staffe ( $\alpha=90^\circ$  per staffe ortogonali all'asse)

#### Caratteristiche sollecitazioni

$N_{Ed}$   KN sforzo normale di calcolo (+ per compressione)

$V_{Ed}$   KN taglio di calcolo

$N_{Rd}$  24900.0 KN sforzo normale di compressione massimo

#### Dati traliccio resistente

$\theta$   ° inclinazione delle bielle di calcestruzzo rispetto all'asse

$ctg\theta$  2.48 (il valore deve essere compreso fra 1.0 e 2.5)

Lo sforzo normale agente è "significativo" (vedi par. 4.1.2.1.3.2 NTC)

Sì

No

$\tau$  N/mm<sup>2</sup> tensione tangenziale corda baricentrica

$\sigma_1$  N/mm<sup>2</sup> tensione principale di trazione sulla corda baricentrica

$ctg\theta_l$  valore limite dell'inclinazione delle bielle

#### Valore di verifica del taglio resistente

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento privo di armatura trasversale

$V_{Rd}$   KN taglio resistente per elemento con armatura trasversale



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NODO DI CATANIA

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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	94 di 95

## 9 VERIFICHE GEOTECNICHE DIAFRAMMI

### 9.1 VERIFICA A COLLASSO PER ROTAZIONE INTORNO A UN PUNTO DELL'OPERA

Si riporta di seguito i risultati dell'analisi per la Combinazione 2 (A2+M2+R1) delle spinte mobilitate per l'equilibrio della struttura.

Riepilogo per la DA <NTC2018: A2+M2+R1>

Parete <Left Wall>

Min. spostamento laterale [mm]	-8.06	Z = -40 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 5 - Falda max)
Max. spostamento laterale [mm]	69.22	Z = -16.8 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 4 - realizzazione fondazione)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.19		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 1- Geostatica)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.69		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 3 - fondo scavo a 13.80) (>0.5)

Parete <Right wall>

Min. spostamento laterale [mm]	-62.2	Z = -15.05 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 3 - fondo scavo a 13.80)
Max. spostamento laterale [mm]	5.6	Z = -40 m	D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 - Sisma)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato SX)	0.69		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 3 - fondo scavo a 13.80) (>0.5)
Max. Rapporto Spinte (Efficace/Passiva) (Lato DX)	0.22		D.A. NTC2018: A2+M2+R1 (Stage 6 - Sisma)



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

MACROFASE FUNZIONALE 1  
 LOTTO 02

RELAZIONE DI CALCOLO SEZIONE TIPO A1 – Elaborati generali

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3H	02	D 78	CL TR0000 002	A	95 di 95

