

COMMITTENTE:



PROGETTAZIONE:



DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA - CATANIA - PALERMO

NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO - CATANIA

U.O. INFRASTRUTTURE CENTRO

PROGETTO DEFINITIVO

TRATTA CALTANISSETTA XIRBI - NUOVA ENNA (LOTTO 4A)

Gallerie Artificiali

GA51 - Galleria Artificiale da pk 1+435 a pk 1+599 Variante LS

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 29 CL GA5100 001 B

Rev.	Descrizione	Redatto	Data	Verificato	Data	Approvato	Data	Autorizzato Data
A	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Gen-2020	M.Arcangeli	Gen-2020	A.Barreca	Gen-2020	F.Arduini Apr-2020
B	Emissione Esecutiva	ATI Sintagma Rocksoil - Edin	Apr-2020	M.Arcangeli	Apr-2020	A.Barreca	Apr-2020	ITALFERR S.p.A. Direzione Tecnica Infrastrutture Centro Dott. Ing. Fabrizio Arduini Dott. Ing. Roberto Barreca Dott. Ing. Roberto Barreca Dott. Ing. Roberto Barreca

1.	PREMESSA	3
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	4
3.	MATERIALI	5
3.1	CALCESTRUZZO SCATOLARE	5
3.2	ACCIAIO D'ARMATURA	5
4.	INQUADRAMENTO GEOTECNICO	6
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	7
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	7
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	7
6.	MODELLAZIONE ADOTTATA	10
7.	ANALISI DEI CARICHI	13
7.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	13
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI	13
7.3	BALLAST	15
7.4	SPINTA DEL TERRENO E DELL'ACQUA	16
7.5	SOVRACCARICO FERROVIARIO SU SOLETTA INFERIORE	19
7.6	SOVRACCARICO STRADALE SULLA SOLETTA SUPERIORE	21
7.7	AZIONI TERMICHE	23
7.8	RITIRO	23
7.9	AZIONE SISMICA	25
8.	COMBINAZIONI DI CALCOLO	28
9.	RISULTATI E VERIFICHE	36
9.1	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	41
9.1.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	42
9.1.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	48
9.2	VERIFICA PIEDRITTI	52
9.2.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	53

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	2 di 76

9.2.2	Verifica in condizioni sismiche	59
9.3	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	63
9.3.1	Verifica in condizioni statiche	64
9.3.2	Verifica in condizioni sismiche	70
10.	VERIFICA A SOLLEVAMENTO.....	74
11.	INCIDENZA.....	76

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento della Galleria Artificiale GA51 inquadrata all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, specificamente del Lotto 4 di tale progetto.

L'opera presenta una soletta inferiore di spessore 1.30 m e lunghezza di 8.60 m, una soletta superiore di spessore 1.20 m e lunghezza 6.80 m, i piedritti di spessore 1.20 m e altezza netta di 8.20 m.

Si assume che sul lato sinistro il terreno agisca per tutta l'altezza del paramento, fino alla quota del piano campagna rinterrato di una quantità pari a 2.35 m, mentre sul lato destro il terreno spinge fino ad una quota di 4.00 m rispetto all'intradosso della soletta di fondo.

Di seguito la sezione tipo.

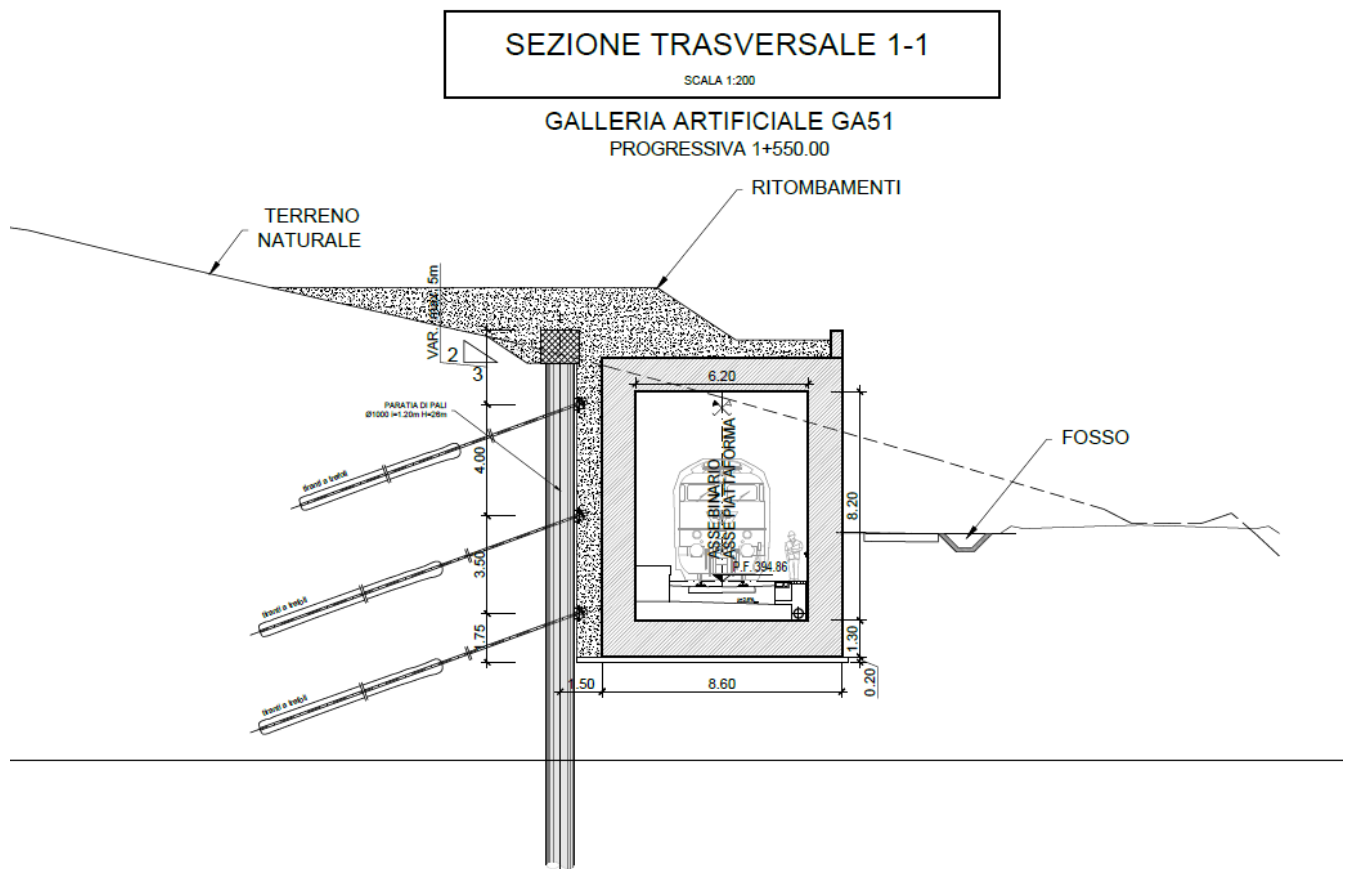



Figura 1 – Sezione tipo.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B	FOGLIO 4 di 76

2. NORMATIVA DI RIFERIMENTO

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

I principali riferimenti normativi sono i seguenti:

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

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;

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.

Eurocodici EN 1991-2: 2003/AC:2010 – Eurocodice 1 – Parte 2

RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18 - Manuale di Progettazione delle Opere Civili

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

3. MATERIALI

3.1 Calcestruzzo scatolare

Classe di resistenza C30/37 $R_{ck} \geq 37 \text{ N/mm}^2$

Classe di esposizione ambientale XC3

Copriferro nominale minimo 40 mm

Resistenza di calcolo del calcestruzzo per la verifica agli SLU ($\gamma_c = 1.5$):

Resistenza di calcolo a rottura per compressione:

$$f_{ck} = 0.83 \cdot R_{ck} \quad 30.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cm} = f_{ck} + 8 \quad 38.7 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cd} = \alpha_{cc} \cdot f_{ck} / \gamma_c \quad 17.4 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo a rottura per trazione:

$$f_{ctm} = 0.3 \cdot f_{ck}^{2/3} \quad 2.94 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctk,5\%} = 0.70 \cdot f_{ctm} \quad 2.06 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c \quad 1.37 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cfm} = 1.2 \cdot f_{ctm} \quad 3.53 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{cfk,5\%} = 0.70 \cdot f_{cfm} \quad 2.47 \text{ N/mm}^2$$

$$E_{cm} = 22.000 [f_{cm}/10]^{0.3} \quad 330169 \text{ N/mm}^2$$

3.2 Acciaio d'armatura

L'acciaio utilizzato è ad aderenza migliorata tipo B450C ed è caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni di snervamento e rottura:

$$f_{y, \text{nom}} \quad 450 \text{ N/mm}^2$$


$$f_{t, \text{nom}} \quad 540 \text{ N/mm}^2$$

Resistenza di calcolo dell'acciaio per la verifica agli SLU ($\gamma_s = 1.15$):

Resistenza di calcolo a rottura per trazione e deformazione corrispondente:

$$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s \quad 391.3 \text{ N/mm}^2$$

$$\epsilon_{yd} = f_{yd} / E_s \quad 0.186\%$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

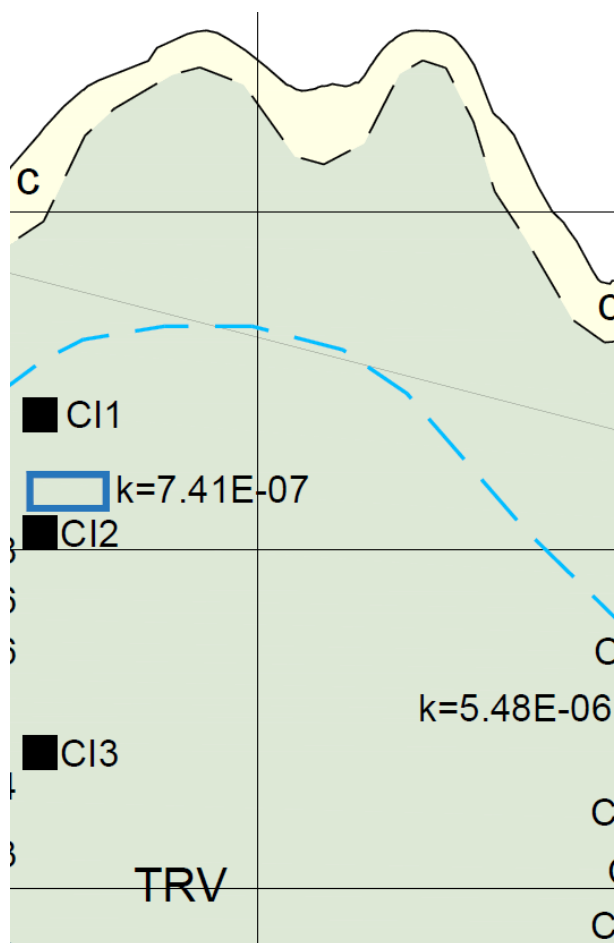
4. INQUADRAMENTO GEOTECNICO

Nel tratto in esame la stratigrafia è costituita principalmente da:

- Formazione Terravecchia in facies argillosa (TRV)

In accordo con quanto riportato nella relazione geotecnica, alla quale si rimanda per qualsiasi approfondimento, per i vari strati sono stati considerati i seguenti parametri meccanici:

U.G.	Distanza da p.c.	γ	c'	ϕ'	Eop
[-]	[m]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
TRV	2.0-40	21	30	20	150
falda a -7.00 m					



I calcoli e le verifiche sono state eseguite considerando la falda 1 m al di sopra della quota definita, ad una quota quindi di 6 m al di sotto del piano campagna.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B	FOGLIO 7 di 76

5. CARATTERIZZAZIONE SISMICA

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

5.1 Vita nominale e classe d'uso

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

In accordo con quanto riportato al punto 2.5.1.1 del Manuale di Progettazione delle Opere Civili –Ponti e Strutture, per l'opera in oggetto si considera una vita nominale $V_N = 75$ anni (categoria 2: "Altre opere nuove a velocità $V < 250$ Km/h") e una classe d'uso III a cui è associato un coefficiente d'uso pari a $C_U = 1.5$.

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

$$V_R = V_N \cdot C_U$$

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

5.2 Parametri di pericolosità sismica

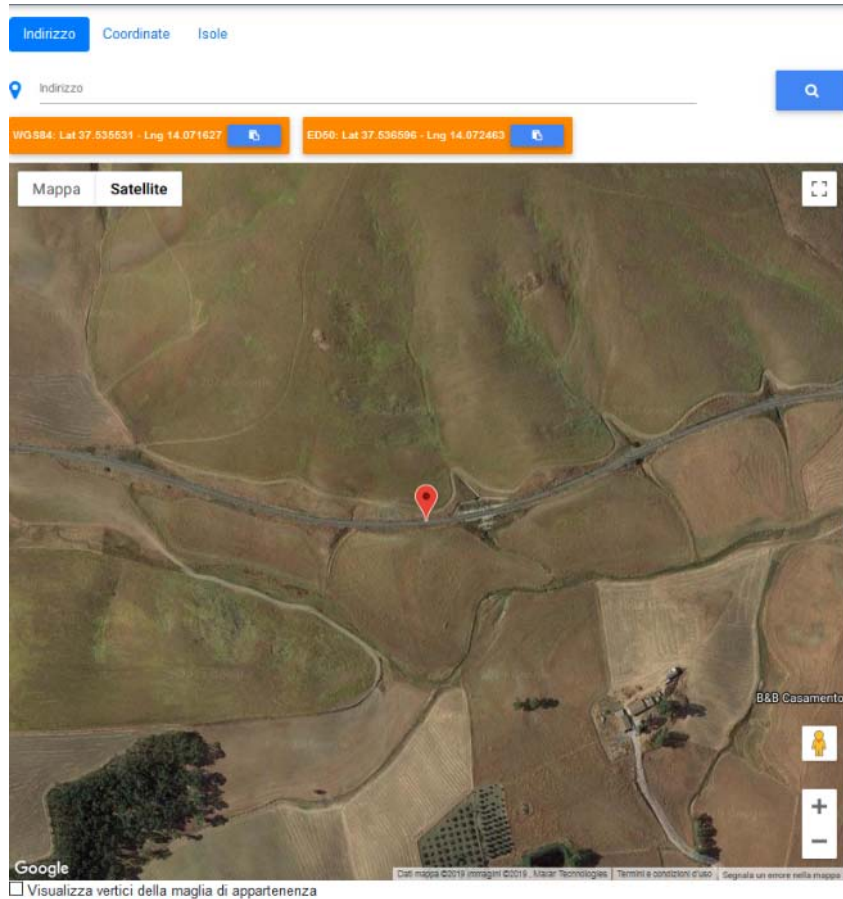
La valutazione dei parametri di pericolosità sismica, che costituiscono il dato base per la determinazione delle azioni sismiche di progetto su una costruzione (forme spettrali e/o forze inerziali), dipendono, dalla localizzazione geografica del sito, dalle caratteristiche della costruzione (periodo di riferimento per valutazione azione sismica) oltre che dallo Stato Limite di riferimento/Periodo di ritorno dell'azione sismica.

Categoria sottosuolo C


In accordo a quanto riportato in Allegato A delle Norme Tecniche per le costruzioni DM 14.01.08, si ottengono per il sito in esame i valori delle caratteristiche sismiche (a_g, F_0, T_C^*):

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	8 di 76




Stati limite

 Classe Edificio

III. Affollamento significativo...

 Vita Nominale


75

 Interpolazione

Media ponderata

CU = 1.5

Stato Limite	Tr [anni]	a_g [g]	Fo	Tc* [s]
Operatività (SLO)	68	0.040	2.517	0.287
Danno (SLD)	113	0.049	2.503	0.320
Salvaguardia vita (SLV)	1068	0.098	2.651	0.470
Prevenzione collasso (SLC)	2193	0.119	2.729	0.523
Periodo di riferimento per l'azione sismica:	112.5			

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

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

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

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

Coefficienti sismici

Tipo: Stabilità dei pendii e fondazioni

Muri di sostegno che non sono in grado di subire spostamenti.

H (m) us (m)

Cat. Sottosuolo


Cat. Topografica

	SLO	SLD	SLV	SLC
SS Amplificazione stratigrafica	1,50	1,50	1,50	1,50
CC Coeff. funz categoria	1,59	1,53	1,35	1,30
ST Amplificazione topografica	1,00	1,00	1,00	1,00

Acc.ne massima attesa al sito [m/s²]

Coefficienti	SLO	SLD	SLV	SLC
kh	0.012	0.015	0.030	0.043
kv	0.006	0.007	0.015	0.021
Amax [m/s²]	0.587	0.714	1.448	1.756
Beta	0.200	0.200	0.200	0.240

Il calcolo viene eseguito con il metodo pseudostatico. In queste condizioni l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

6. MODELLAZIONE ADOTTATA

Lo schema statico prevede la soletta a contatto con il terreno schematizzata come una trave su molle alla Winkler, il cui valore è stato valutato nel seguito.

La costante di Winkler si calcola tramite la formula:

$$k = \frac{1}{B' \cdot E' \cdot 4 \cdot I_s \cdot I_F} \quad (\text{formulazione di Vesic, rif. "Fondazioni" – Bowles})$$

con:

$E = 100 \text{ Mpa}$ modulo elastico del terreno

$\nu = 0.4$ Coefficiente di Poisson del terreno

$$E' = \frac{1 - \nu^2}{E} = 0.0084$$

$$I_s = I_1 + \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu} I_2 = 0.218 \quad \text{Coefficiente di Steinbrenner}$$

$IF = 0.70$ Coefficiente di forma (vedi Figura 2)

$$I_1 = \frac{1}{\pi} \left[M \ln \frac{(1 + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{M^2 + N^2}}{M (1 + \sqrt{M^2 + N^2 + 1})} + \ln \frac{(M + \sqrt{M^2 + 1}) \sqrt{1 + N^2}}{M + \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} \right] = 0.177$$

$$I_2 = \frac{N}{2\pi} \tan^{-1} \frac{M}{N \sqrt{M^2 + N^2 + 1}} = 0.124$$

$B = 9.4 \text{ m}$ Larghezza della soletta di fondo

$B' = B/2 = 4.70 \text{ m}$ per I_i relativi al centro

$N = H/B' = 2.00 \text{ m}$ per I_i relativi al centro

$M = L/B' = 3.19 \text{ m}$ per I_i relativi al centro

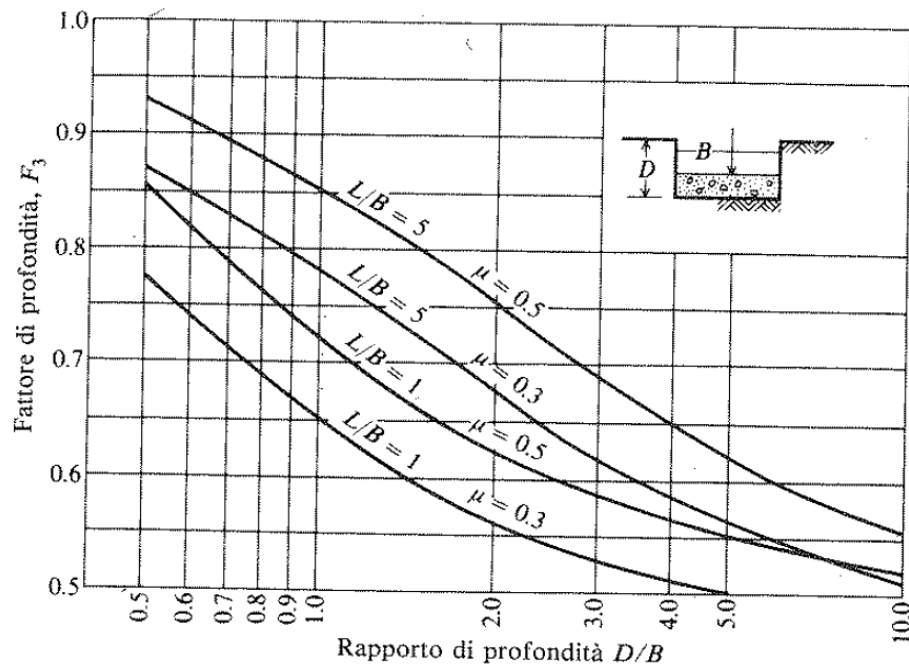


Figura 2 – Coefficiente di influenza I_F per una fondazione collocata a profondità D

Sostituendo i valori nella formula precedente si ricava $k = 41500$ kN/mc. La costante elastica viene applicata ai nodi dell'elemento frame con cui viene modellata la soletta di fondo differenziando la rigidità delle molle dei nodi centrali da quelli laterali e da quelli di spigolo.


PER I SOLI SCATOLARI E' POSSIBILE DIFFERENZIARE IL VALORE DELLA RIGIDEZZA DELLE MOLLE IN FUNZIONE DELLA DISTANZA DAI PIEDRITTI

n	25	numero di elementi di divisione della soletta inf.
ks	41500 kN/m ³	
Lint	6.2 m	larghezza interna dello scatolare
Sp	1.2 m	spessore dei piedritti
<u>RIGIDEZZA MOLLE CENTRALI</u>		(Ad esempio se $n=10$ si considerano le 5 molle centrali)
K_{centrali}	12284 kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE DI SPIGOLO</u>		
K_{spigolo}	62084 kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE INTERMEDIE</u>		
$K_{\text{intermedie}}$	18426 kN/m	

L'analisi delle strutture è stata condotta mediante il programma di calcolo agli elementi finiti SAP2000, prodotto dalla Computer and Structures inc. di Berkeley, California, USA.

Lo schema statico impiegato è quello di telaio costituito da elementi frame; in corrispondenza della intersezione tra tali elementi il programma genera in automatico dei nodi per garantire la continuità strutturale. Ad ogni elemento è assegnata la corrispondente sezione rettangolare in calcestruzzo, la cui geometria è definita dallo spessore dell'elemento stesso per una larghezza unitaria, dal momento che la struttura è risolta come piana.

Per le verifiche delle sezioni si è adottato il programma RC-SEC – Autore GEOSTRU.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI												
GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA5100001</td> <td>B</td> <td>12 di 76</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	12 di 76
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	12 di 76								

La dimensione interna è di 6.20 m e l'altezza interna pari 8.20 m, con soletta superiore di spessore 1.20 m, piedritti di spessore 1.20 m e soletta inferiore di spessore 1.30 m.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera.

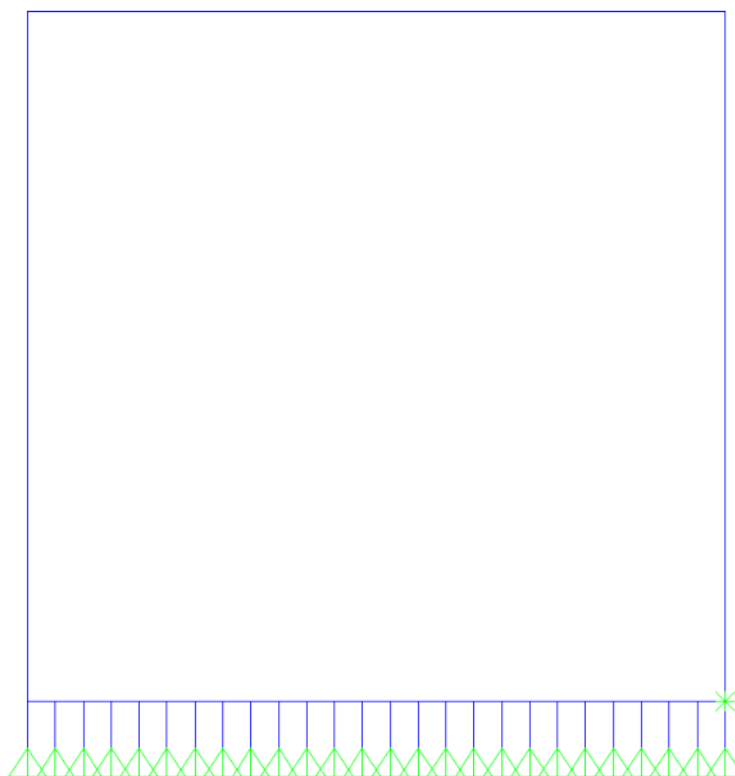


Figura 3 – Modello di calcolo.

7. ANALISI DEI CARICHI

7.1 Peso proprio della struttura

Il peso proprio della struttura è valutato automaticamente dal programma di calcolo attribuendo al c.a. un peso dell'unità di volume di 25 kN/m³.

7.2 Carichi permanenti portati

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

permanentemente portati		
soletta superiore		
γ_1	24 kN/m ³	
S_1	0.2 m	pacchetto stradale
W_1	4.80 kN/m ²	
γ_2	21 kN/m ³	
S_2	2.35 m	ricoprimento
W_2	49.35 kN/m ²	
soletta inf		
γ_3	25 kN/m ³	
S_3	0.7 m	massetto pendenze
W_3	17.50 kN/m ²	
γ_4	25 kN/m ³	
S_4	1.25 m	marciapiede sx
W_4	31.25 kN/m ²	
L_4	1.20 m	
γ_4	25 kN/m ³	
S_4	0.7 m	marciapiede dx
W_4	17.50 kN/m ²	
L_4	1.20 m	

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	14 di 76

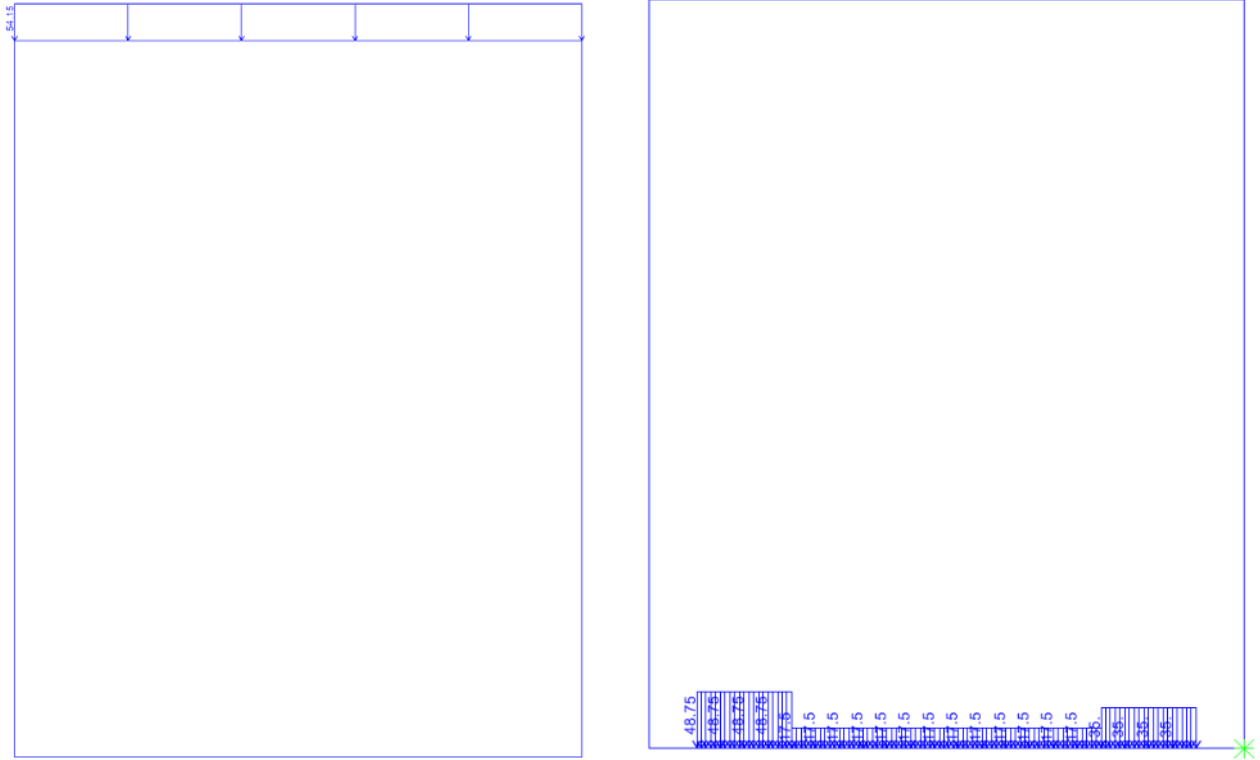



Figura 4 – Carichi permanenti sulla soletta superiore e sulla soletta inferiore .


	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B	FOGLIO 15 di 76

7.3 Ballast

Il ballast è stato valutato considerando uno sviluppo in altezza di 0.8 m: $p_b = 18 \cdot 0.8 = 14.40 \text{ kN/m}^2$



Figura 5 – Ballast.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

7.4 Spinta del terreno e dell'acqua

Per la valutazione della spinta esercitata dal terreno quest'ultimo è stato considerato in condizioni di riposo pertanto il coefficiente di spinta è dato dalla relazione $k_0 = 1 - \text{sen}\phi'$.

Si assume che sul lato sinistro il terreno agisca per tutta l'altezza del paramento, fino alla quota del piano campagna rinterrato, mentre sul lato destro il terreno spinge fino ad una quota di 4.00 m rispetto all'intradosso della soletta di fondo. La quota della falda si considera 1 m al di sopra del valore registrato dai dati geotecnici: si considera quindi una falda posta a -6 m dal p.c.

Di seguito il calcolo delle spinte del terreno e dell'acqua.

Lato sinistro

spinta a riposo e spinta H ₂ O		
γ_t	21 kN/m ³	peso specifico terreno
ϕ'_k	20 °	angolo attrito caratteristico
ϕ'_d	20.0 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.66 -	
h_{sup}	2.95 m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
γ_w	10 kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	6 m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	9.45 m	distanza assi soletta superiore-inferiore

z da p.c.	$\sigma'_{h,tot}$	σ_w	
2.35	35.63	0.00	kN/m ²
2.95	43.92	0.00	kN/m ²
12.4	132.39	64.00	kN/m ²
13.05	137.09	70.50	kN/m ²

$F_{t,sup}$	23.86 kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	87.58 kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	0.00 kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	43.71 kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	17 di 76

Lato destro

spinta a riposo e spinta H₂O

γ_t	21 kN/m ³	peso specifico terreno
φ'_k	20 °	angolo attrito caratteristico
φ'_d	20.0 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.66 -	
γ_w	10 kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	6.00 m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	4.00 m	distanza assi pc - soletta inferiore

z da p.c.	$\sigma'_{h,tot}$	σ_w	
0	0.00	0.00	kN/m ²
4	32.11	40.00	
4.65	36.81	46.50	kN/m ²

$F_{t,sup}$	0.00 kN/m	spinta su pc
$F_{t,inf}$	22.40 kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	0.00 kN/m	spinta H ₂ O su pc
$F_{w,inf}$	28.11 kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	18 di 76

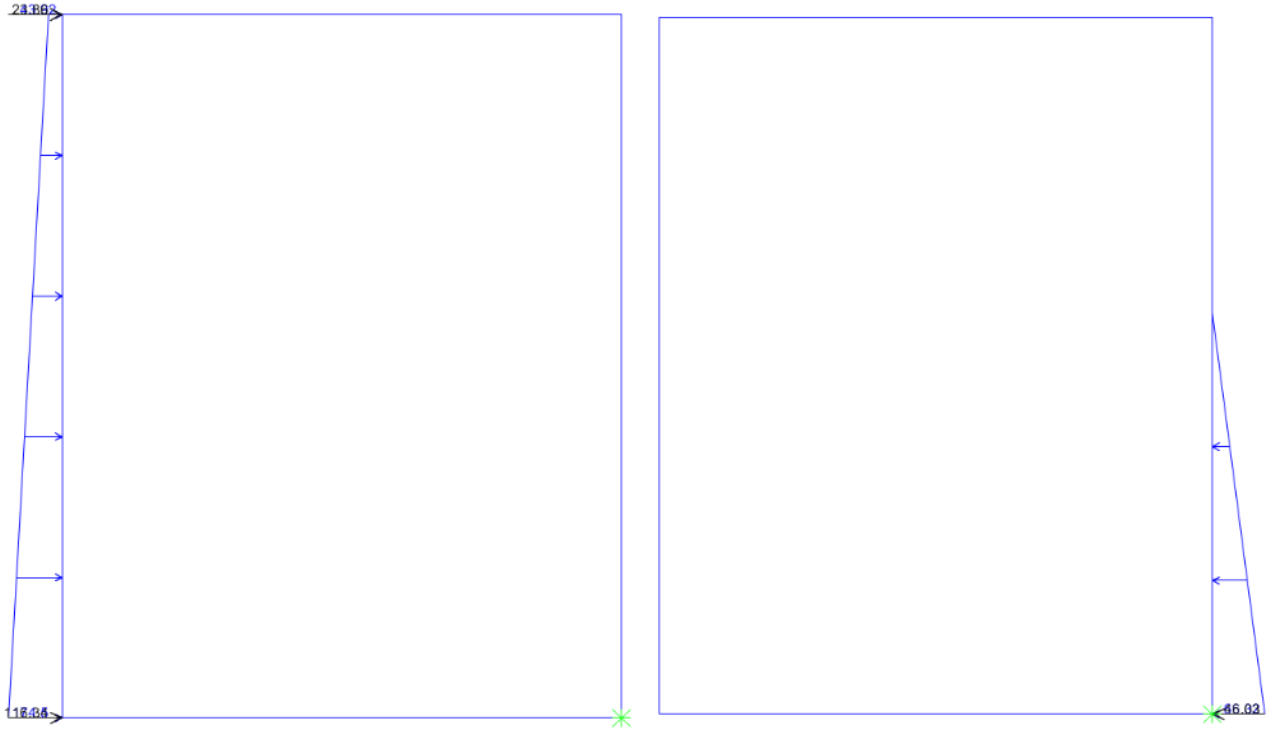


Figura 6 – Spinta del terreno sul piedritto sinistro e destro.

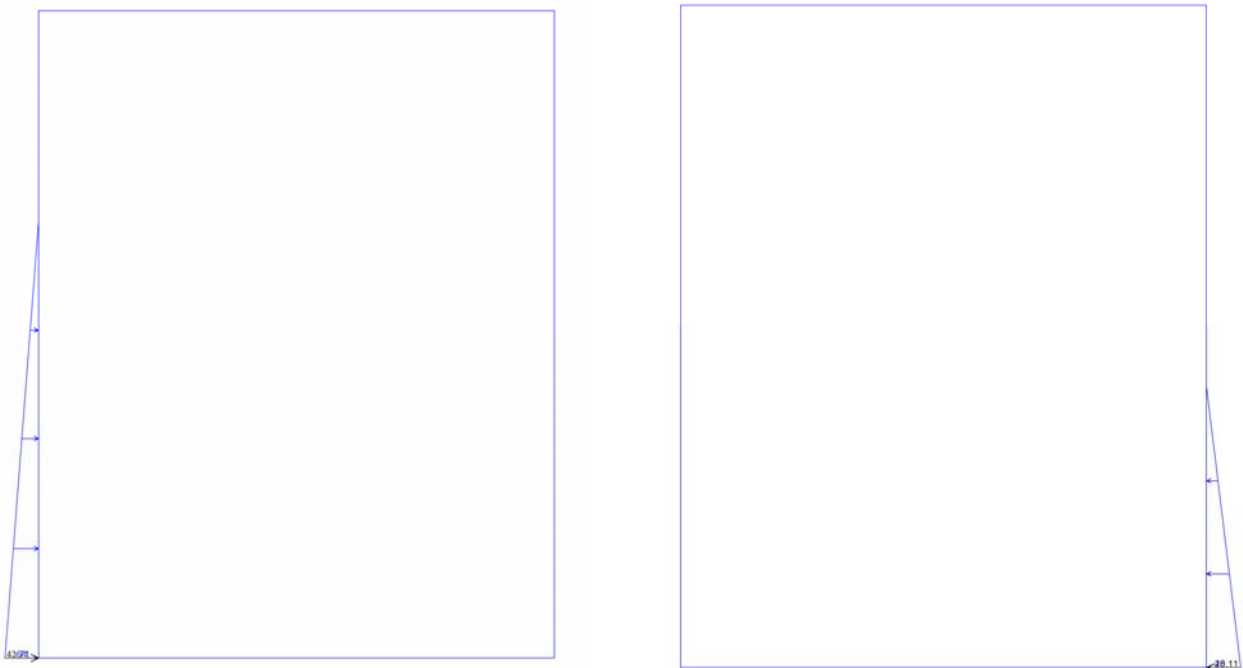


Figura 7 – Spinta dell'acqua sul piedritto sinistro e destro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

7.5 Sovraccarico ferroviario su soletta inferiore

Per la valutazione dei carichi verticali si è fatto riferimento a dei modelli di carico “teorici”, come indicato dalla normativa vigente. In particolare sono stati considerati il treno di carico LM71, rappresentativo del traffico normale, e il treno di carico SW/2 rappresentativo del traffico pesante.

Il treno di carico LM71, schematizzato in Figura 8, è costituito da 4 assi da 250 kN disposti ad interasse di 1.6 m e da un carico distribuito di 80 kN/m in entrambe le direzioni per un'estensione illimitata, a partire da 0.8 m dagli assi di estremità.

Longitudinalmente i carichi assiali del modello di carico LM71 sono stati distribuiti uniformemente su 6.4 m.

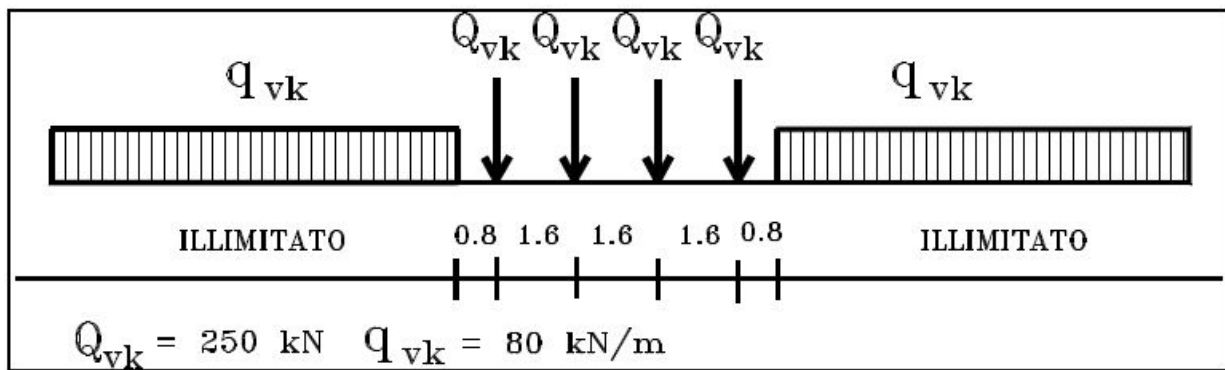
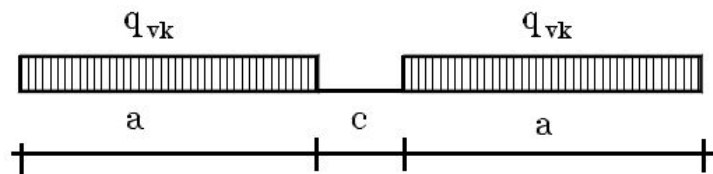


Figura 8 – Treno di carico LM71

Il treno di carico SW/2 invece è costituito da due carichi distribuiti di 150 kN/m aventi un'estensione di 25 m posti ad una distanza, c, di 7.0 m (Figura 9).




tipo di carico	q_{vk} [kN/m]	a [m]	c [m]
SW/2	150	25.0	7.0

Figura 9 – Treno di carico SW/2.

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α , il cui valore è riportato nella Figura 10.

modello di carico	coefficiente di adattamento α
LM71	1.1
SW/2	1.0

Figura 10 – Coefficiente di adattamento α

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

Trasversalmente i carichi sono stati ripartiti secondo una pendenza di 1 a 4 all'interno del ballast, ed secondo una pendenza di 1 a 1 all'interno del calcestruzzo di riempimento e della soletta in c.a.. Pertanto, alla quota del piano medio della soletta inferiore, considerando per la traversa una larghezza di 2.40 m, si ha:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{r'} + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.35/4 + 0.7 + 1.2/2) \cdot 2 = 5.18 \text{ m}$$

I carichi utilizzati sono riepilogati nella Tabella seguente:

Carico variabile verticale agente alla quota del piano medio della soletta inferiore agente su L_d	
LM71	$q_{v1} = 4 \cdot 250 \cdot 1.1 / 6.4 / L_d = 33.21 \text{ kN/m}^2$
SW/2	$q_v = 150 \cdot 1.0 / L_d = 28.99 \text{ kN/m}^2$

Nel modello di calcolo è stato considerato il treno di carico LM71 in quanto più gravoso.

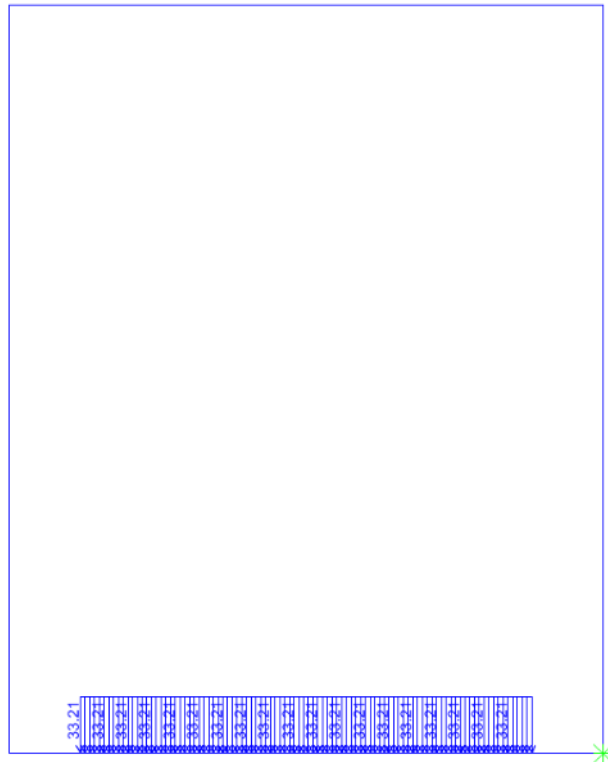


Figura 11 – Treno di carico LM71.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

7.6 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore

SOVRACCARICO ACCIDENTALE			
soletta superiore			
Q_{1k}	600.00	kN	carico stradale concentrato
L_T	5.71	m	lunghezza di ripartizione trasversale
L_L	4.91	m	lunghezza di ripartizione longitudinale
q_{1k}	30.4	kN/m^2	carico stradale distribuito da applicare su L_L
q_{1k}	9.00	kN/m^2	carico stradale distribuito da applicare su $L-L_L$

frenamento o accelerazione		
L	12.60	m
$q_{3,k}$	4.60	kN/m^2

incremento spinta dovuto al sovraccarico accidentale			
q_{1k}	9	kN/m^2	carico distribuito esterno
σ_h	3.84	kN/m^2	
F_{sup}	2.30	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	2.49	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	22 di 76

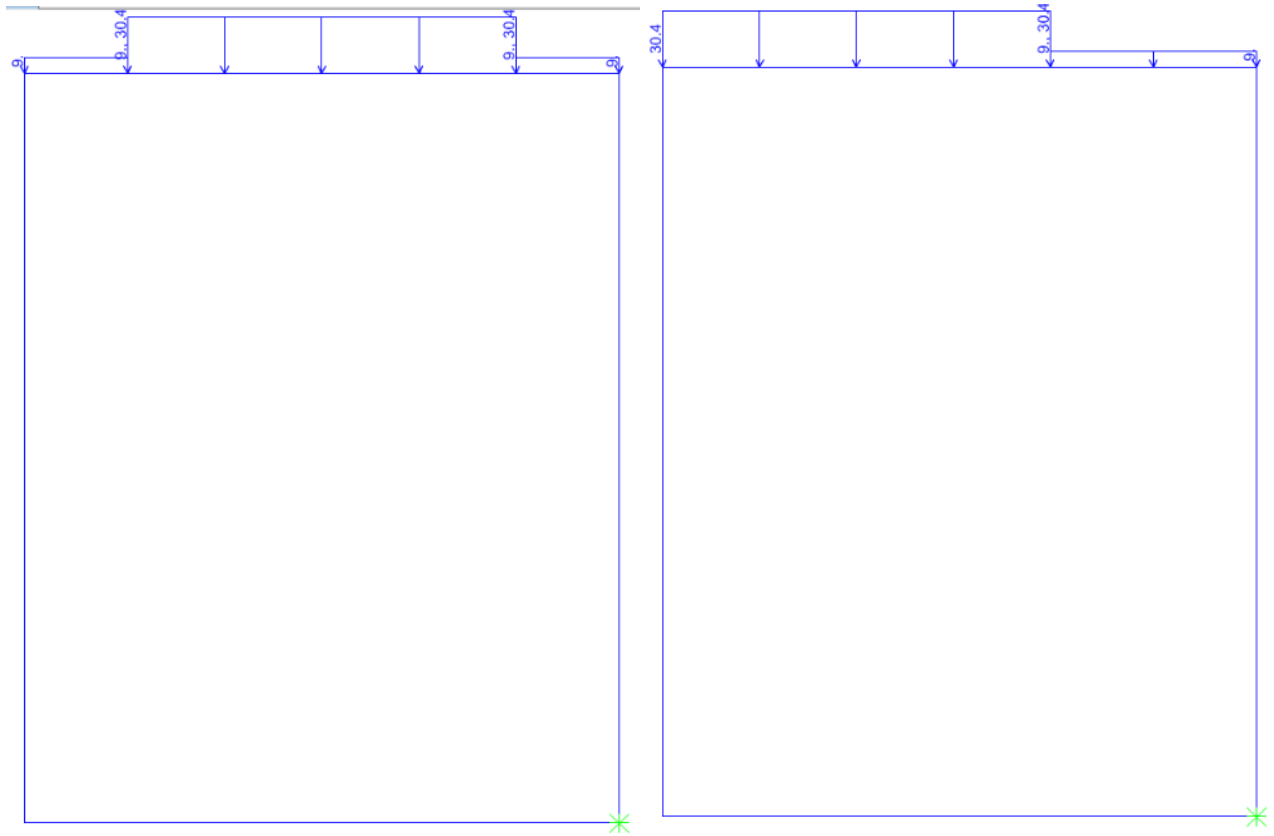


Figura 12 – Sovraccarico accidentale sulla soletta superiore in posizione centrata e in posizione decentrata.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

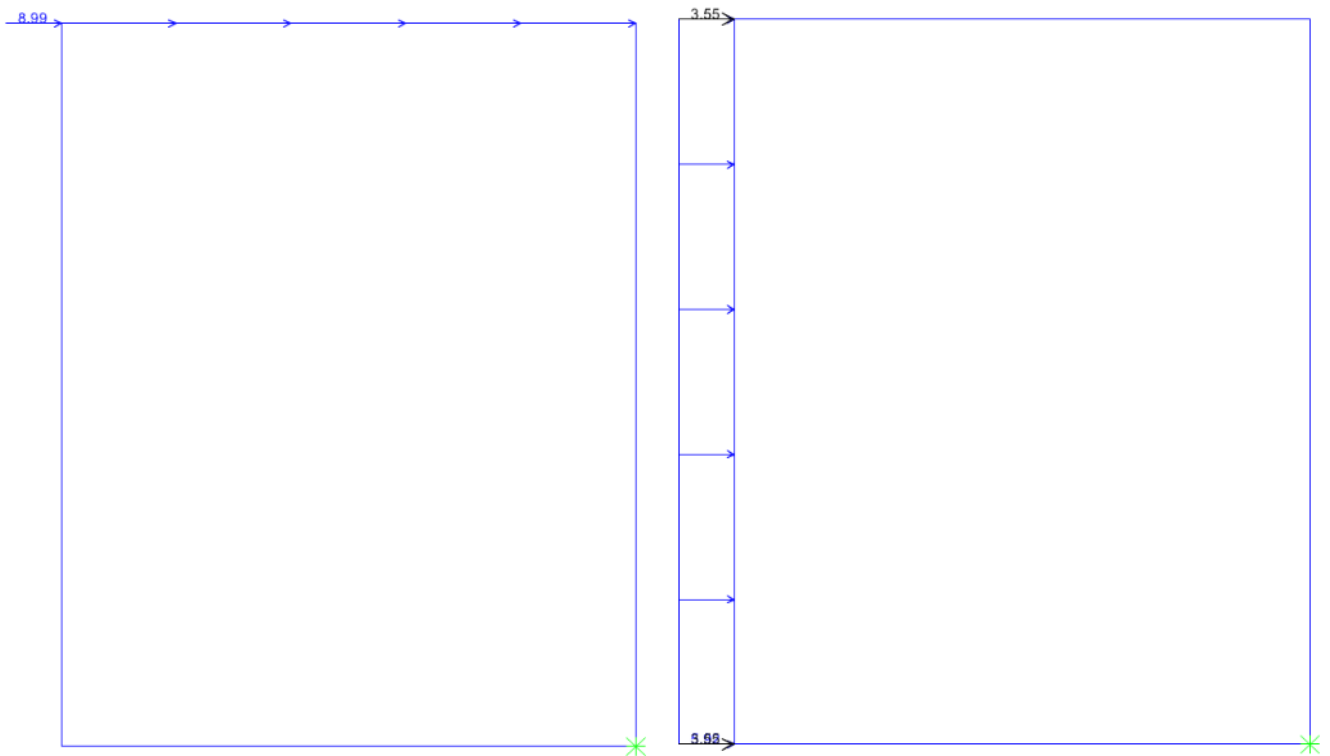


Figura 13 – Forza di frenamento o accelerazione sulla soletta superiore e incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sovraccarico accidentale.

7.7 Azioni termiche

Alla soletta superiore è stata applicata una variazione termica uniforme $\Delta T = \pm 15^{\circ}\text{C}$ ed un gradiente di temperatura tra estradosso ed intradosso pari a $\pm 5^{\circ}\text{C}$, come indicato dalla normativa vigente.

7.8 Ritiro

Gli effetti del ritiro sono stati valutati a lungo termine attraverso il calcolo dei coefficienti di ritiro finale $\varepsilon_{cs}(t, t_0)$ e di viscosità $\varphi(t, t_0)$. Tali effetti sono stati considerati agenti solo sulla soletta superiore ed applicati nel modello come una variazione termica uniforme equivalente.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	24 di 76

La deformazione totale da ritiro è formata da due componenti: la deformazione da ritiro per essiccamento e la deformazione da ritiro autogeno

Classe cls = **C30/37**
 f_{ck} = 30 Mpa
 f_{cm} = 37 Mpa
 Tipo di cemento = **R**
 A_c = 1 200 000 mm² area della sezione in cls
 u = 1 000 mm perimetro della sezione in cls a contatto con l'atmosfera
 $h_0 = 2 A_c / u =$ 2 400 mm dimensione fittizia
 RH = 75 % umidità relativa ambientale
 t = 25 550 giorni età del cls nel momento considerato
 t_s = 2 giorni età del cls a partire dalla quale si considera l'effetto del ritiro da essiccamento

Deformazione per ritiro da essiccamento (ϵ_{cd})

La deformazione da ritiro per essiccamento si sviluppa lentamente, dal momento che è funzione della migrazione dell'acqua attraverso il cls in


$$\epsilon_{cd,\infty} = k_h \epsilon_{cd,0}$$

Prospetto 3.3 - Valori di k_h

h_0 (mm)	k_h
100	1.0
200	0.85
300	0.75
≥ 500	0.70

Per valori intermedi del parametro h_0 si procede con interpolazione lineare.

$k_h =$ 0.70
 $\epsilon_{cd,0} = -0,85 [(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} f_{cm} / f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH}$
 $\alpha_{ds1} =$ 6
 $\alpha_{ds2} =$ 0.11
 $f_{cm0} =$ 10 Mpa
 $\beta_{RH} = 1,55 [1 - (RH / RH_0)^3]$ con $RH_0 = 100\%$
 $\beta_{RH} =$ 0.896
 $\epsilon_{cd,0} =$ -0.446 ‰
 $\epsilon_{cd,\infty} =$ -0.312 ‰ deformazione per ritiro da essiccamento a tempo infinito
 $\epsilon_{cd}(t) = \beta_{ds}(t, t_s) \epsilon_{cd,\infty}$
 $\beta_{ds}(t, t_s) = (t - t_s) / [(t - t_s) + 0,04 h_0^{3/2}] =$ 0.845
 $\epsilon_{cd}(t) =$ -0.264 ‰ deformazione per ritiro da essiccamento al tempo "t"

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

Deformazione per ritiro autogeno (ϵ_{ca})

La deformazione da ritiro autogeno si sviluppa durante l'indurimento del cls: la maggior parte si sviluppa quindi nei primi giorni successivi al getto

$$\epsilon_{ca,\infty} = -2,5 (f_{ck} - 10) 10^{-6} = \mathbf{-0.050} \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno a tempo infinito}$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \beta_{as}(t) \epsilon_{ca,\infty}$$

$$\beta_{as}(t) = 1 - \exp(-0,2 t^{0,5}) = \mathbf{1.000}$$

$$\epsilon_{ca}(t) = \mathbf{-0.050} \text{ ‰} \quad \text{deformazione per ritiro autogeno al tempo "t"}$$

Deformazione totale da ritiro (ϵ_{cs})

$$\epsilon_{cs}(t) = \epsilon_{cd}(t) + \epsilon_{ca}(t) = \mathbf{-0.314} \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro al tempo "t"}$$

$$\epsilon_{cs,\infty} = \epsilon_{cd,\infty} + \epsilon_{ca,\infty} = \mathbf{-0.362} \text{ ‰} \quad \text{deformazione totale da ritiro a tempo infinito}$$

[SPECIFICA RFI DTC INC CS SP IFS 001 A - APPENDICE 1]

VARIAZIONE TERMICA UNIFORME EQUIVALENTE AL RITIRO

$$\Delta T_{ritiro} = \epsilon_{cs}(t) / [(1 + \varphi(t, t_0)) \alpha]$$

$$\varphi(t, t_0) = \mathbf{2.097}$$

$$\alpha = \mathbf{1.00E-05} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$$

$$\Delta T_{ritiro} = \mathbf{-10.13} \text{ } ^\circ\text{C}$$

7.9 Azione sismica

L'azione sismica agente sulle masse strutturali è stata considerata con un approccio di tipo pseudo-statico. Esso consente di rappresentare il sisma mediante una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k. Le forze sismiche sono pertanto:

$$F_h = k_h \cdot W$$

$$F_v = k_v \cdot W$$

con k_h e k_v , rispettivamente, coefficiente sismico orizzontale e verticale, pari a

$$k_h = \beta_m \cdot a_{max} / g \text{ coefficiente sismico orizzontale}$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h \text{ coefficiente sismico verticale}$$

Nelle espressioni precedenti a_{max} rappresenta l'accelerazione orizzontale massima attesa al sito mentre β_m è il coefficiente di riduzione di tale accelerazione valutato in funzione della capacità dell'opera di subire spostamenti relativi rispetto al terreno. Per l'analisi delle strutture scatolari, pertanto, β_m è stato posto pari ad 1. L'accelerazione orizzontale massima è stata valutata con la relazione:

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

in cui a_g è l'accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido e S un coefficiente che comprende l'effetto dell'amplificazione stratigrafica (S_S) e dell'amplificazione topografica (S_T).

Gli effetti dell'azione sismica sono stati valutati tenendo conto, della massa associata al peso proprio e delle masse associate al carico permanente.

Inoltre, l'incremento di spinta dovuto al sisma è stato valutato utilizzando la teoria di Wood. Secondo tale teoria la risultante dell'incremento di spinta per effetto del sisma, su una parete di altezza H_s , viene

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

determinato attraverso la relazione $\Delta S_E = (a_{max}/g) \cdot \gamma \cdot H_{tot} \cdot H_s$ (H_{tot} = distanza p.c. – intradosso soletta inferiore).

a_g	0.098	g
S_S	1.5	
S_T	1	
a_{max}	0.147	g
β_m	1	
k_h	0.147	
k_v	0.074	

Sisma H		
soletta sup		
$k_n \cdot W_s$	4.41 kN/m ²	peso proprio
$k_n \cdot (W_1 + W_2)$	7.96 kN/m ²	perm portati
	12.37 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati
piedritti		
$k_h \cdot W_p$	4.41	peso proprio

sovrasp. sismica (Wood)		
h_{scat}	10.7 m	
h_{tot}	13.05 m	altezza scatolare + ricoprim
Δp_d	40.29 kN/m ²	
F_{pd}	24.17 kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup

Sisma V		
soletta sup		
$k_v \cdot W_s$	2.21 kN/m ²	peso proprio
$k_v \cdot (W_1 + W_2)$	3.98 kN/m ²	perm portati
	6.19 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati
soletta intermedia		
$k_v \cdot W_{int}$	2.21 kN/m ²	peso proprio

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	27 di 76

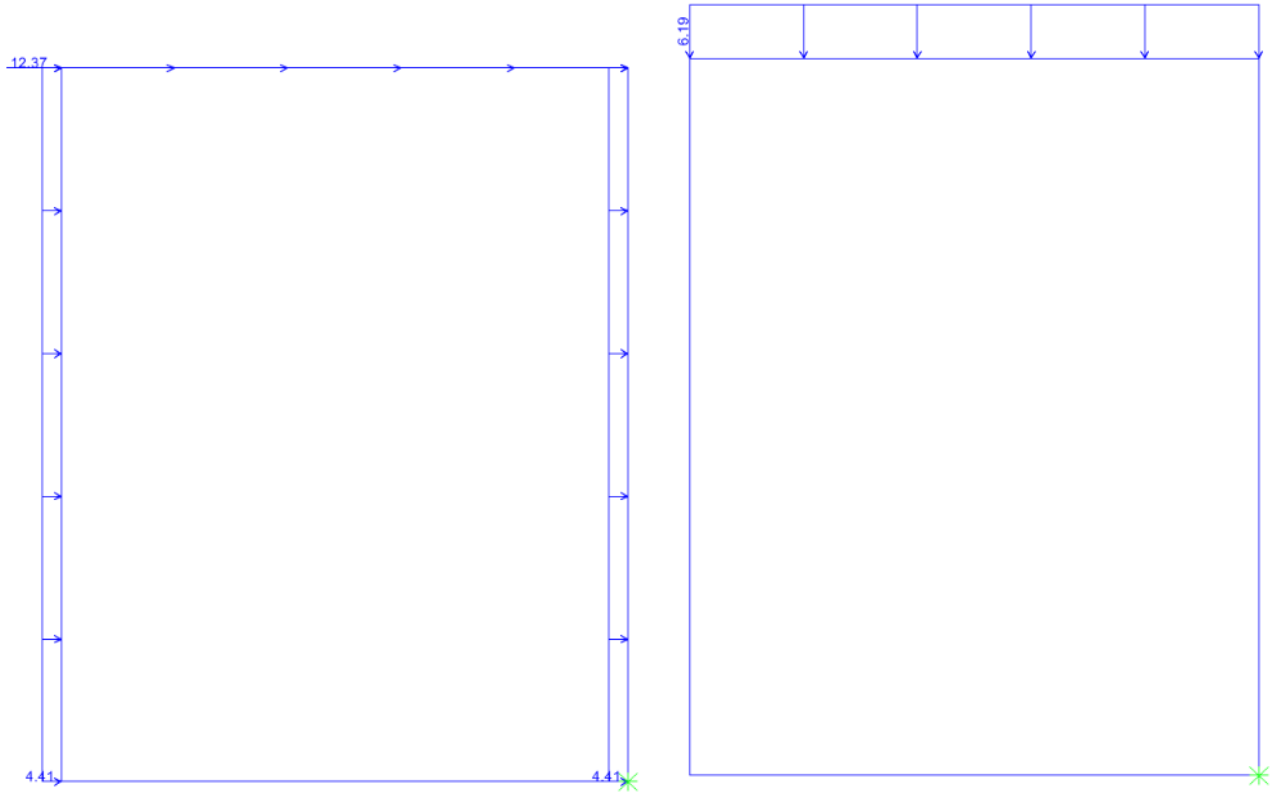


Figura 14 – Sisma orizzontale e verticale.

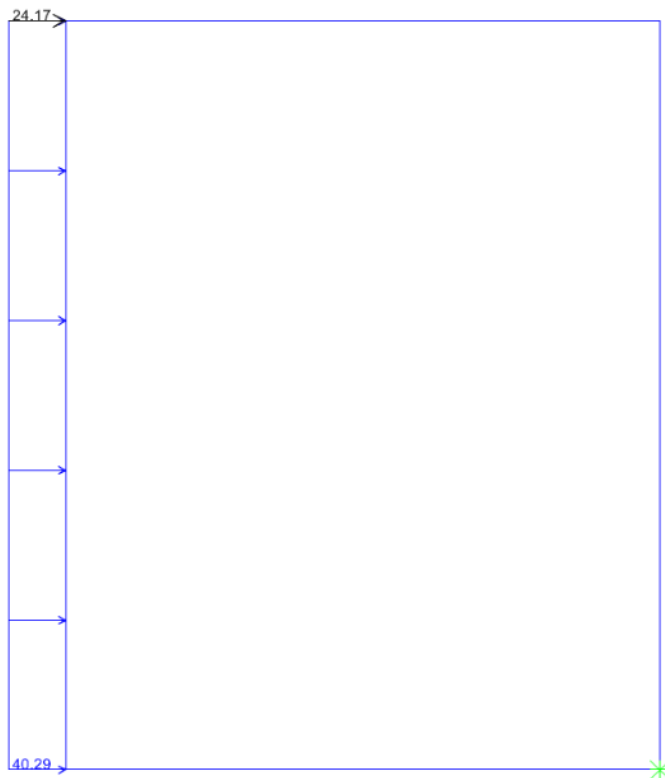



Figura 15 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

8. COMBINAZIONI DI CALCOLO

Ai fini delle verifiche degli stati limite si è fatto riferimento alle seguenti combinazioni delle azioni.

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

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

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

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

Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili, utilizzata nella verifica a Fessurazione:

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

Combinazione quasi permanente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) a lungo termine;

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

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

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

dove:

$$E = \pm 1.00 \times E_Y \pm 0.3 \times E_Z$$

avendo indicato con E_Y e E_Z rispettivamente le componenti orizzontale e verticale dell'azione sismica.

Le azioni impiegate nella definizione delle combinazioni di carico sono riepilogate nella Tabella 1.

azione	Load Case Name
peso proprio	DEAD
carichi permanenti sulla soletta superiore	perm_sol_sup
carichi permanenti sulla soletta inferiore	perm_sol_inf
ballast	ballast
spinta a riposo del terreno sul piedritto sinistro	spinta_sx_k0
spinta a riposo del terreno sul piedritto destro	spinta_dx_k0
azione verticale sulla soletta superiore dovuta al carico stradale in posizione centrata	Q1k_centrato
azione verticale sulla soletta superiore dovuta al carico stradale in corrispondenza del piedritto sinistro.	Q1k_piedritto_sx
incremento di spinta dovuta al carico stradale sul piedritto sinistro	spinta_q1k_sx
azione orizzontale di frenatura sulla soletta superiore	frenatura_q1k
variazione termica uniforme	termica_uniforme
variazione termica a farfalla sulla soletta superiore	termica_farfalla
ritiro della soletta superiore	ritiro
azione verticale dovuta al sovraccarico ferroviario agente sulla parte destra della soletta inferiore	acc_inf_ex

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	30 di 76

spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k_centrato	0	0	0	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125
Q1k_piedritto_sx	1.35	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0	0	1.35	1.35	1.0125
frenatura_Q1k	1.35	0	0	0	0	0	0	1.35	1.35	1.0125
termica_uniforme	-0.9	0	-0.9	0.9	0	-0.9	0.9	0.9	-0.9	0.9
termica_farfalla	0.9	0	0.9	-0.9	0	0.9	-0.9	-0.9	0.9	-0.9
ritiro	1.2	0	1.2	0	0	1.2	0	0	1.2	0
acc_inf_ex	0	0	0	1.16	0	0	1.16	0	0	0
acc_inf	0	0	1.16	0	0	1.16	0	0	0	1.45
spinta_acqua_sx	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua_dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 3 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 2/4).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu21	slu22	slu23	slu24	slu25	slu26	slu27	slu28	slu29	slu30
DEAD	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
perm_sol_sup	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
per_sol_inf	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
ballast	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k_centrato	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	0	0	0	0	1.35	0
Q1k_piedritto_sx	0	0	0	0	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125	0	1.35
spinta_Q1k_sx	1.0125	1.0125	1.0125	0	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.35
frenatura_Q1k	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.0125	1.0125	1.0125	1.0125	1.35	1.35
termica_uniforme	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9
termica_farfalla	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9
ritiro	0	1.2	1.2	0	0	0	1.2	1.2	0	0
acc_inf_ex	1.45	0	1.45	0	0	1.45	0	1.45	0	0
acc_inf	0	1.45	0	0	1.45	0	1.45	0	0	0
spinta_acqua_sx	1.35	1.35	1.35	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua_dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 4 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 3/4).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche												
	slu31	slu32	slu33	slu34	slu35	slu36	slu37	slu38	slu39	slu40	slu41	slu42
DEAD	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
perm_sol_sup	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k_centrato	0	0	1.35	0	1.35	0	1.35	0	1.35	0	0	0
Q1k_piedritto_sx	0	0	0	1.35	0	1.35	0	1.35	0	1.35	0	0
spinta_Q1k_sx	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0
frenatura_Q1k	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	0
termica_uniforme	-0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	0.9
termica_farfalla	0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	0.9	-0.9	-0.9	0.9	-0.9
ritiro	1.2	0	1.2	1.2	0	0	1.2	1.2	0	0	1.2	0
acc_inf_ex	1.16	0	0	0	1.16	1.16	1.16	1.16	0	0	1.16	0
acc_inf	0	1.16	1.16	1.16	0	0	0	0	1.16	1.16	0	1.16
spinta_acqua_sx	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua_dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 5 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 4/4).

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	35 di 76

acc_inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua dx	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabella 10 – Combinazioni di carico agli SLE FREQUENTE.

combinazioni di carico agli SLE QUASI PERMANENTE						
	qpe1	qpe2	qpe3	qpe4	qpe5	qpe6
DEAD	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8
Q1k_centrato	0	0	0	0	0	0
Q1k_piedritto_sx	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	0	0	0	0	0	0
frenatura_Q1k	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0	-0.5	0.5	0	-0.5	0.5
termica_farfalla	0	0.5	-0.5	0	0.5	-0.5
ritiro	0	1	0	0	1	0
acc_inf_ex	0	0	0	0	0	0
acc_inf	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua sx	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua dx	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8	0.8

Tabella 11 – Combinazioni di carico agli SLE QUASI PERMANENTE.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	36 di 76

9. RISULTATI E VERIFICHE

Nelle immagini a seguire si riportano i digrammi di involuppo delle sollecitazioni per gli stati limite ultimi statici e sismici e per gli stati limite d'esercizio.

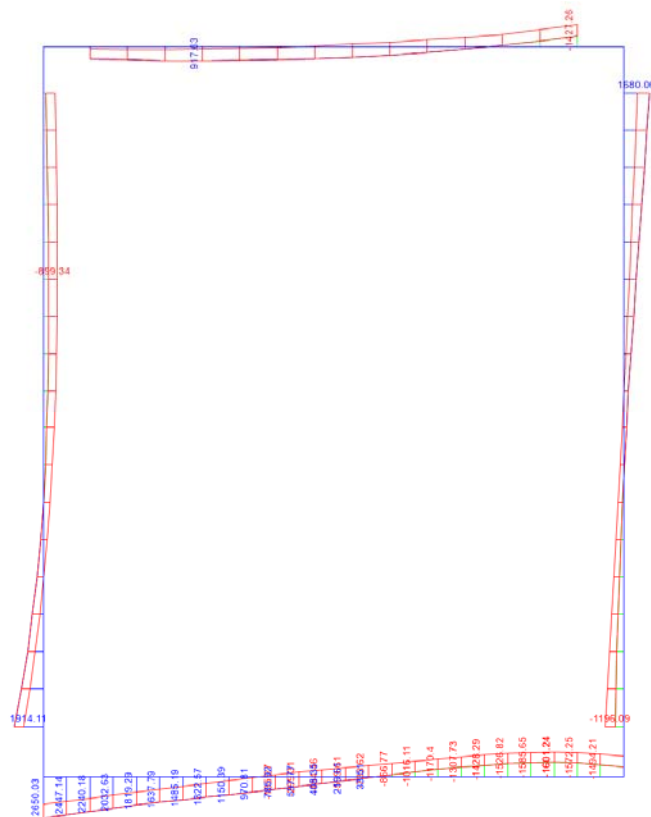


Figura 16 – Momento flettente enve-SLU.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	37 di 76

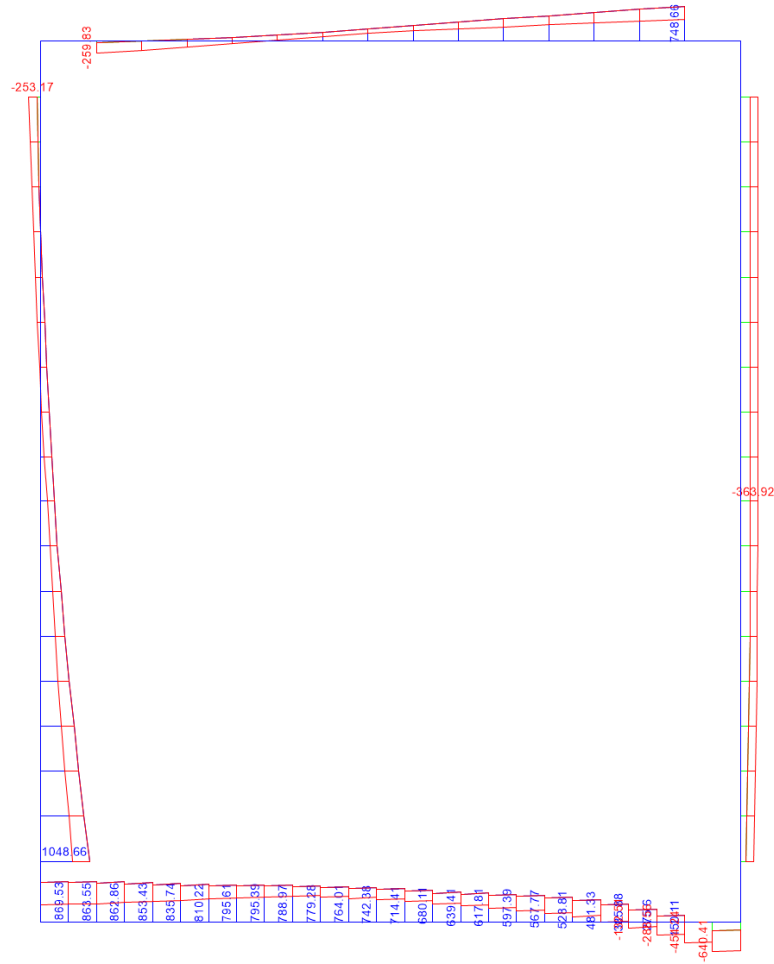


Figura 17 – Taglio enve-SLU.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	38 di 76

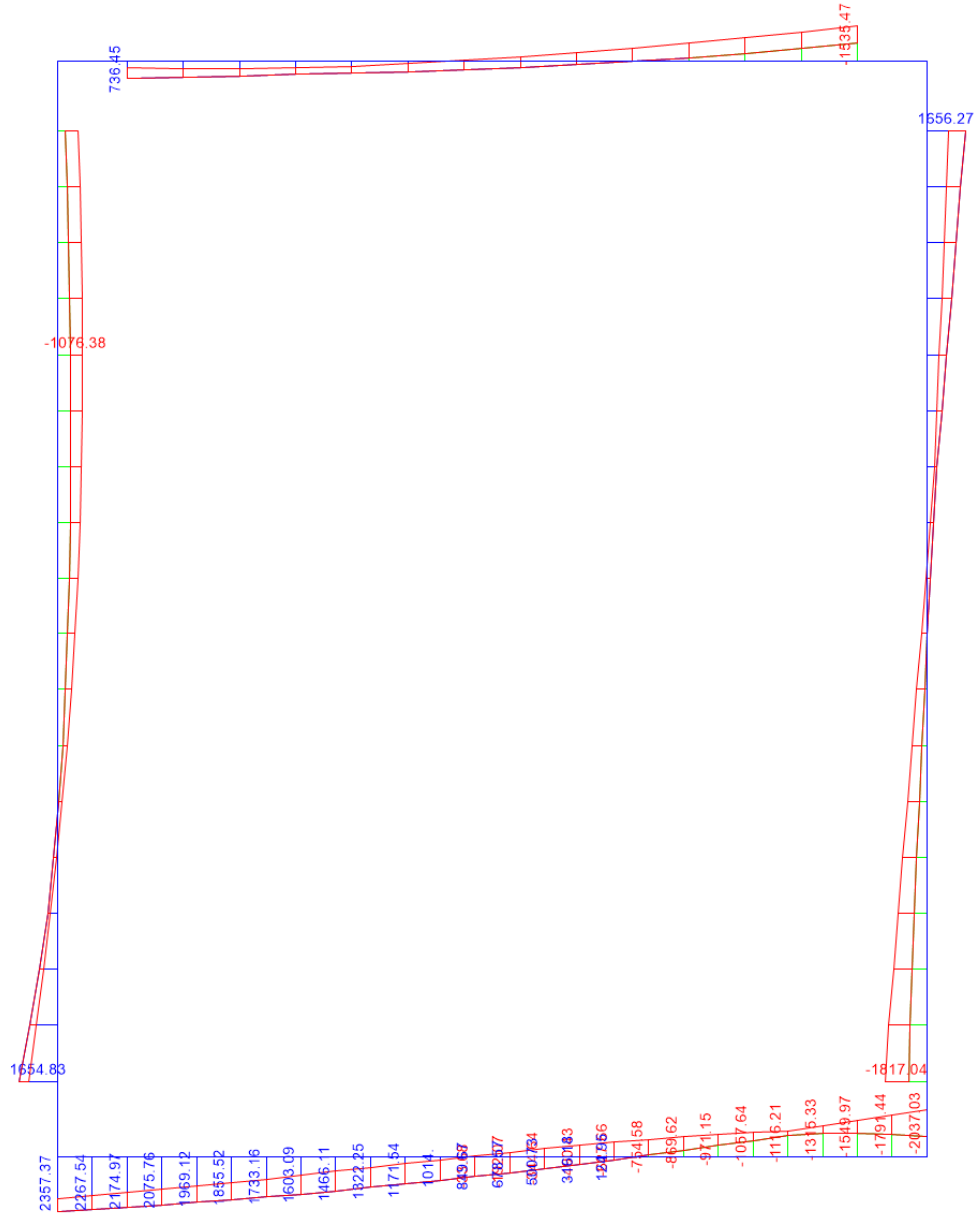


Figura 18 – Momento flettente enve-SLV.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	39 di 76

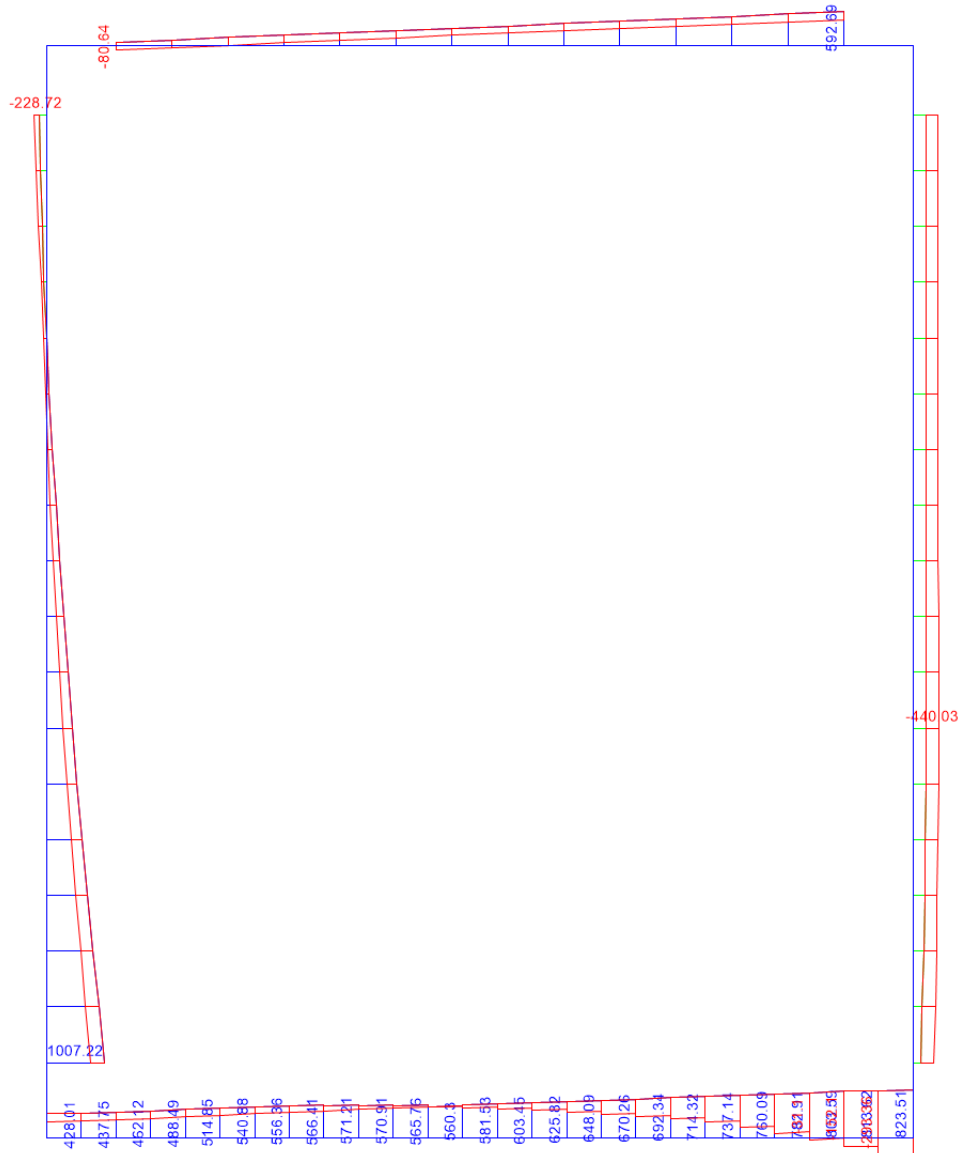


Figura 19 – Taglio enve-SLV.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	40 di 76

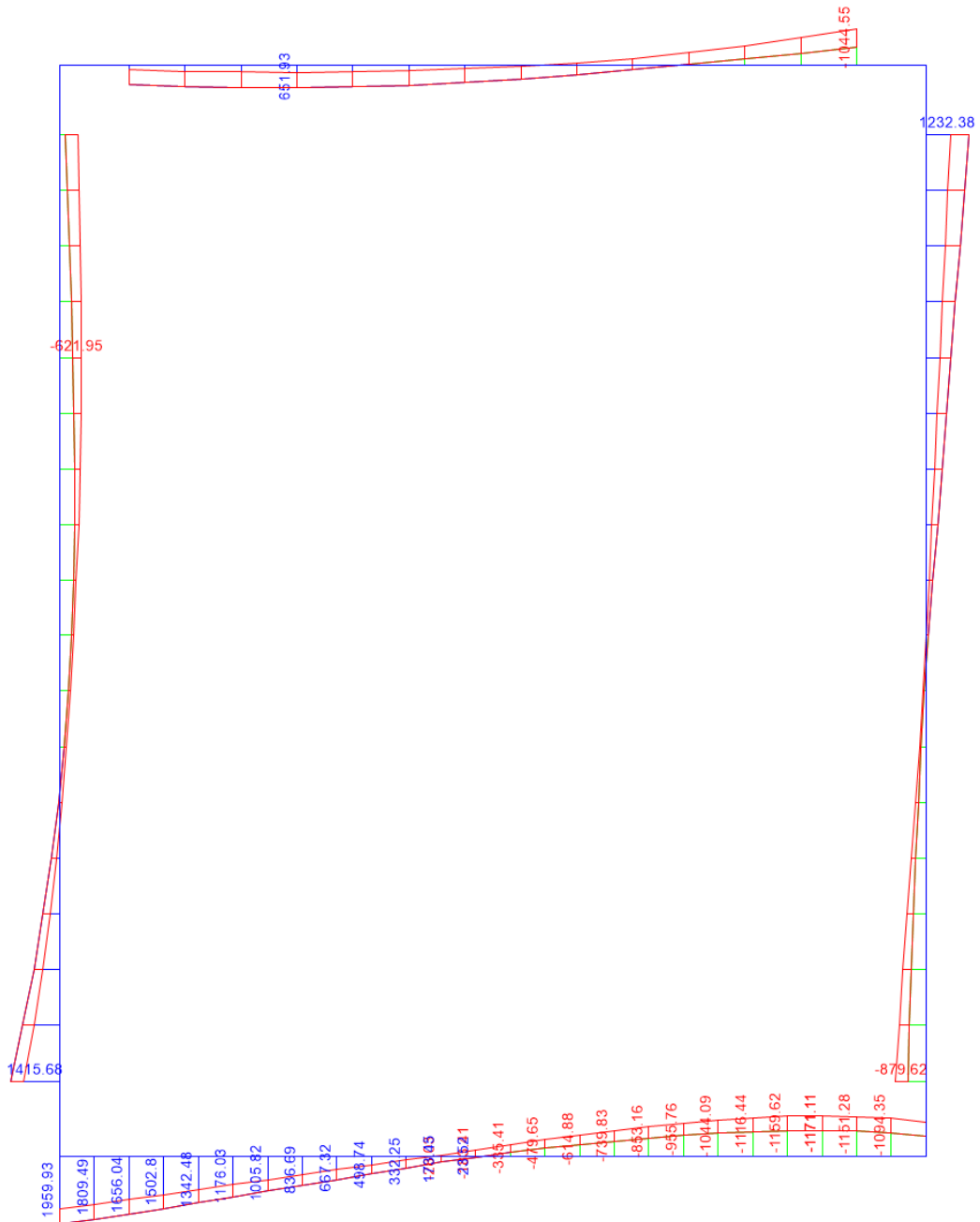



Figura 20 – Momento flettente enve-SLE.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

9.1 Verifica soletta superiore

Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-287.21	62.65	736.45	54	0.60	sis12_nl
M3	min	-408.35	592.63	-1535.47	54	6.90	sis15_nl
V2	max	-391.70	592.69	-1436.72	54	6.90	sis1_nl
V2	min	-234.37	-80.64	271.38	54	0.60	sis19_nl
P	max	-193.06	-80.60	512.17	54	0.60	sis20_nl
P	min	-408.35	592.63	-1535.47	54	6.90	sis15_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-191.83	3.96	917.63	54	2.05	slu19_nl
M3	min	-354.35	722.94	-1427.26	54	6.90	slu40_nl
V2	max	-287.04	748.66	-1020.45	54	6.90	slu10_nl
V2	min	-119.72	-259.83	619.71	54	0.60	slu3_nl
P	max	-119.72	-259.83	619.71	54	0.60	slu3_nl
P	min	-356.64	748.27	-1426.82	54	6.90	slu39_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-168.15	23.17	651.93	54	2.05	rar15_nl
M3	min	-261.07	535.21	-1044.55	54	6.90	rar21_nl
V2	max	-213.69	554.23	-762.78	54	6.90	rar2_nl
V2	min	-204.44	-143.60	281.06	54	0.60	rar21_nl
P	max	-155.08	-143.36	564.56	54	0.60	rar15_nl
P	min	-262.70	553.98	-1044.09	54	6.90	rar8_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-166.30	19.21	609.94	54	2.05	fre10_nl
M3	min	-246.64	505.31	-986.31	54	6.90	fre11_nl
V2	max	-200.31	519.44	-706.71	54	6.90	fre2_nl
V2	min	-204.16	-136.32	245.02	54	0.60	fre11_nl
P	max	-156.49	-136.27	524.85	54	0.60	fre10_nl
P	min	-248.02	519.39	-986.29	54	6.90	fre3_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-164.15	7.34	464.05	54	2.05	qpe2_nl
M3	min	-205.78	415.07	-800.67	54	6.90	qpe3_nl
V2	max	-164.15	415.11	-559.57	54	6.90	qpe2_nl
V2	min	-205.78	-115.02	144.50	54	0.60	qpe3_nl
P	max	-164.15	-114.98	385.81	54	0.60	qpe2_nl
P	min	-205.78	-115.02	144.50	54	0.60	qpe3_nl

9.1.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	174.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	87.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3310690	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.40	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.85	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.85	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	122.80	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
	ACCIAIO -	Tipo:	B450C
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0	daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:		5400.0	daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:		3913.0	daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:		4500.0	daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068	
Modulo Elastico Ef		2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito	
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :		1.00	
Coeff. Aderenza differito B1*B2 :		0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale



**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A)
GALLERIE ARTIFICIALI**

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	43 di 76

Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	111.7	26
3	45.0	111.7	26
4	45.0	8.3	26
5	-45.0	104.0	26
6	45.0	104.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	20	12	
2	9	17	3	4	

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
20	15.0	111.7
12	15.0	8.3
9	-15.0	8.3
17	-15.0	111.7

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	44 di 76

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	19183	91763	0	396	0
2	35435	-142726	0	72294	0
3	28704	-102045	0	74866	0
4	11972	61971	0	-25983	0
5	11972	61971	0	-25983	0
6	35664	-142682	0	74827	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	16815	65193	0
2	26107	-104455	0
3	21369	-76278	0
4	20444	28106	0
5	15508	56456	0
6	26270	-104409	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	16630	60994 (99639)	0 (0)
2	24664	-98631 (-102869)	0 (0)
3	20031	-70671 (-103689)	0 (0)
4	20416	24502 (116306)	0 (0)
5	15649	52485 (100293)	0 (0)
6	24802	-98629 (-102904)	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	16415	46405 (101748)	0 (0)
2	20578	-80067 (-103039)	0 (0)
3	16415	-55957 (-103935)	0 (0)
4	20578	14450 (141199)	0 (0)
5	16415	38581 (103690)	0 (0)
6	20578	14450 (141199)	0 (0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	19183	91763	0	19198	247434	0	2.70	79.6(24.0)
2	S	35435	-142726	0	35406	-352280	0	2.46	79.6(24.0)
3	S	28704	-102045	0	28733	-349236	0	3.41	79.6(24.0)
4	S	11972	61971	0	11975	244099	0	3.95	79.6(24.0)
5	S	11972	61971	0	11975	244099	0	3.95	79.6(24.0)
6	S	35664	-142682	0	35674	-352403	0	2.46	79.6(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.110	50.0	120.0	0.00114	45.0	111.7	-0.02822	-45.0	8.3
2	0.00350	0.129	-50.0	0.0	0.00149	-45.0	8.3	-0.02354	-45.0	111.7
3	0.00350	0.128	-50.0	0.0	0.00146	-45.0	8.3	-0.02395	-45.0	111.7
4	0.00350	0.109	50.0	120.0	0.00112	45.0	111.7	-0.02856	-45.0	8.3
5	0.00350	0.109	50.0	120.0	0.00112	45.0	111.7	-0.02856	-45.0	8.3
6	0.00350	0.130	-50.0	0.0	0.00149	-45.0	8.3	-0.02352	-45.0	111.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000284019	-0.030582334	0.110	0.700
2	0.000000000	-0.000242081	0.003500000	0.129	0.700
3	0.000000000	-0.000245745	0.003500000	0.128	0.700

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	46 di 76

4	0.000000000	0.000287036	-0.030944347	0.109	0.700
5	0.000000000	0.000287036	-0.030944347	0.109	0.700
6	0.000000000	-0.000241933	0.003500000	0.130	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

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

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	396	441323	92550	111.7	100.0	1.000	1.009	0.1	23.5(0.0)
2	S	72294	444727	92550	111.7	100.0	1.000	1.017	18.4	23.5(0.0)
3	S	74866	443317	92550	111.7	100.0	1.000	1.014	19.0	23.5(0.0)
4	S	25983	439813	92550	111.7	100.0	1.000	1.006	6.6	23.5(0.0)
5	S	25983	439813	92550	111.7	100.0	1.000	1.006	6.6	23.5(0.0)
6	S	74827	444775	92550	111.7	100.0	1.000	1.017	19.0	23.5(0.0)

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	29.8	-50.0	120.0	-1062	35.0	8.3	2100	53.1
2	S	45.9	-50.0	0.0	-1232	35.0	111.7	2650	79.6
3	S	33.6	-50.0	0.0	-887	35.0	111.7	2650	79.6
4	S	13.4	50.0	120.0	-350	15.0	8.3	2050	53.1
5	S	25.9	-50.0	120.0	-912	35.0	8.3	2050	53.1
6	S	45.9	-50.0	0.0	-1231	35.0	111.7	2650	79.6

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

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

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	47 di 76

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\ eff}$ [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{max} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr\ max * (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00059	0	0.500	26.0	70	0.00032 (0.00032)	413	0.132 (0.20)	99265	0
2	S	-0.00069	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	385	0.142 (0.20)	-102866	0
3	S	-0.00050	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	385	0.102 (0.20)	-103607	0
4	S	-0.00020	0	0.500	26.0	70	0.00011 (0.00011)	409	0.043 (0.20)	112745	0
5	S	-0.00050	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	409	0.112 (0.20)	99691	0
6	S	-0.00069	0	0.500	26.0	70	0.00037 (0.00037)	385	0.142 (0.20)	-102907	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	27.9	50.0	120.0	-986	15.0	8.3	2050	53.1
2	S	43.3	-50.0	0.0	-1163	35.0	111.7	2650	79.6
3	S	31.2	-50.0	0.0	-820	35.0	111.7	2650	79.6
4	S	11.8	-50.0	120.0	-285	35.0	8.3	2050	53.1
5	S	24.1	-50.0	120.0	-837	5.0	8.3	2053	53.1
6	S	43.3	-50.0	0.0	-1163	35.0	111.7	2650	79.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00055	0	0.500	26.0	70	0.00030 (0.00030)	409	0.121 (0.20)	99639	0
2	S	-0.00065	0	0.500	26.0	70	0.00035 (0.00035)	385	0.134 (0.20)	-102869	0
3	S	-0.00046	0	0.500	26.0	70	0.00025 (0.00025)	385	0.095 (0.20)	-103689	0
4	S	-0.00016	0	0.500	26.0	70	0.00009 (0.00009)	409	0.035 (0.20)	116306	0
5	S	-0.00046	0	0.500	26.0	70	0.00025 (0.00025)	409	0.103 (0.20)	100293	0
6	S	-0.00065	0	0.500	26.0	70	0.00035 (0.00035)	385	0.134 (0.20)	-102904	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	21.4	50.0	120.0	-719	35.0	8.3	2050	53.1
2	S	35.2	-50.0	0.0	-941	35.0	111.7	2650	79.6
3	S	24.7	-50.0	0.0	-646	35.0	111.7	2650	79.6
4	S	7.1	-50.0	120.0	-108	35.0	8.3	2050	53.1
5	S	18.0	50.0	120.0	-575	25.0	8.3	2050	53.1
6	S	7.1	-50.0	120.0	-108	35.0	8.3	2050	53.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00040	0	0.500	26.0	70	0.00022 (0.00022)	409	0.088 (0.20)	101748	0
2	S	-0.00053	0	0.500	26.0	70	0.00028 (0.00028)	385	0.109 (0.20)	-103039	0
3	S	-0.00036	0	0.500	26.0	70	0.00019 (0.00019)	385	0.075 (0.20)	-103935	0
4	S	-0.00006	0	0.500	26.0	70	0.00003 (0.00003)	409	0.013 (0.20)	141199	0
5	S	-0.00032	0	0.500	26.0	70	0.00017 (0.00017)	409	0.070 (0.20)	103690	0
6	S	-0.00006	0	0.500	26.0	70	0.00003 (0.00003)	409	0.013 (0.20)	141199	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

9.1.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
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:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	174.00 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	87.00 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3310690 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.40 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	111.7	26
3	45.0	111.7	26
4	45.0	8.3	26
5	-45.0	104.0	26
6	45.0	104.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

N°Gen.	Numero assegnato alla singola generazione lineare di barre
--------	--

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	49 di 76

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	20	12
2	9	17	3	4

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
20	15.0	111.7
12	15.0	8.3
9	-15.0	8.3
17	-15.0	111.7

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	28721	73645	0	6265	0
2	40835	-153547	0	59263	0
3	39170	-143672	0	59269	0
4	23437	27138	0	-8064	0
5	19306	51217	0	-8060	0
6	40835	-153547	0	59263	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
 Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
 Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

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

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

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	50 di 76

Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
 My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 As Tesa Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	28721	73645	0	28721	225015	0	3.07	53.1(24.0)
2	S	40835	-153547	0	40834	-312949	0	2.03	79.6(24.0)
3	S	39170	-143672	0	39142	-312234	0	2.17	79.6(24.0)
4	S	23437	27138	0	23408	222567	0	8.31	53.1(24.0)
5	S	19306	51217	0	19304	220672	0	4.33	53.1(24.0)
6	S	40835	-153547	0	40834	-312949	0	2.03	79.6(24.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00072	0.268	50.0	120.0	0.00052	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00097	0.331	-50.0	0.0	0.00075	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00097	0.331	-50.0	0.0	0.00075	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
4	0.00070	0.265	50.0	120.0	0.00051	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
5	0.00070	0.263	50.0	120.0	0.00050	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
6	0.00097	0.331	-50.0	0.0	0.00075	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000023920	-0.002155035	0.268	0.775
2	0.000000000	-0.000026198	0.000969822	0.331	0.854
3	0.000000000	-0.000026168	0.000966442	0.331	0.853
4	0.000000000	0.000023826	-0.002154259	0.265	0.771
5	0.000000000	0.000023754	-0.002153658	0.263	0.768
6	0.000000000	-0.000026198	0.000969822	0.331	0.854

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
 Ved Taglio di progetto [daN] = proiezione di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
 Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
 Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	51 di 76

I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
 bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
 E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	6265	443321	88979	111.7	100.0	1.000	1.014	1.6	22.6(0.0)
2	S	59263	445858	88979	111.7	100.0	1.000	1.020	15.1	22.6(0.0)
3	S	59269	445509	88979	111.7	100.0	1.000	1.019	15.1	22.6(0.0)
4	S	8064	442214	88979	111.7	100.0	1.000	1.011	2.0	22.6(0.0)
5	S	8060	441349	88979	111.7	100.0	1.000	1.009	2.0	22.6(0.0)
6	S	59263	445858	88979	111.7	100.0	1.000	1.020	15.1	22.6(0.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

9.2 Verifica piedritti


Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-662.23	-418.42	1656.27	53	8.85	sis15_nl
M3	min	-894.27	-356.99	-1817.04	53	0.65	sis17_nl
V2	max	-250.64	1007.22	1652.50	52	0.65	sis12_nl
V2	min	-821.36	-440.03	-625.64	53	3.54	sis15_nl
P	max	-4.72	-211.20	-757.00	52	8.85	sis2_nl
P	min	-908.22	-341.21	-1767.22	53	0.65	sis1_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-642.16	1048.66	1914.11	52	0.65	slu11_nl
M3	min	-1180.01	-267.20	-1196.09	53	0.65	slu39_nl
V2	max	-642.16	1048.66	1914.11	52	0.65	slu11_nl
V2	min	-1043.31	-363.92	-75.32	53	4.03	slu39_nl
P	max	-109.55	-181.90	-667.81	52	8.85	slu13_nl
P	min	-1310.65	-125.45	-680.15	53	0.65	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-476.00	775.44	1415.68	52	0.65	rar15_nl
M3	min	-873.78	-190.72	-879.62	53	0.65	rar8_nl
V2	max	-476.00	775.44	1415.68	52	0.65	rar15_nl
V2	min	-772.52	-268.10	-60.80	53	4.03	rar8_nl
P	max	-204.35	-105.16	-489.34	52	8.85	rar13_nl
P	min	-874.04	-141.71	-729.46	53	0.65	rar2_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-464.35	758.76	1360.33	52	0.65	fre10_nl
M3	min	-837.85	-174.69	-817.51	53	0.65	fre3_nl
V2	max	-464.35	758.76	1360.33	52	0.65	fre10_nl
V2	min	-736.58	-252.07	-52.81	53	4.03	fre3_nl
P	max	-183.46	-117.74	-398.31	52	8.85	fre7_nl
P	min	-837.90	-126.98	-677.18	53	0.65	fre2_nl

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-429.39	705.33	1184.15	52	0.65	qpe2_nl
M3	min	-729.48	-128.40	-659.57	53	0.65	qpe3_nl
V2	max	-429.39	705.33	1184.15	52	0.65	qpe2_nl
V2	min	-628.21	-205.78	-51.18	53	4.03	qpe3_nl
P	max	-183.46	-120.86	-380.77	52	8.85	qpe2_nl
P	min	-729.51	-86.78	-534.37	53	0.65	qpe2_nl

9.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	174.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	87.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3310690	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.40	daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.85	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.85	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	122.80	daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200	mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito	
	Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :	1.00	
	Coeff. Aderenza differito B1*B2 :	0.50	
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0	daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
--------------------	------------

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	54 di 76

Classe Conglomerato: C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	111.7	26
3	45.0	111.7	26
4	45.0	8.3	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	20	12
2	9	17	3	4

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
20	15.0	111.7
12	15.0	8.3
9	-15.0	8.3
17	-15.0	111.7

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	55 di 76

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	64216	191411	0	104866	0
2	118001	-119609	0	-26720	0
3	64216	191411	0	104866	0
4	104331	-7532	0	-36392	0
5	10955	-66781	0	-18190	0
6	131065	-68015	0	-12545	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	47600	141568	0
2	87378	-87962	0
3	47600	141568	0
4	77252	-6080	0
5	20435	-48934	0
6	87404	-72946	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	46435	136033 (111006)	0 (0)
2	83785	-81751 (-127033)	0 (0)
3	46435	136033 (111006)	0 (0)
4	73658	-5281 (116306)	0 (0)
5	18346	-39831 (-106941)	0 (0)
6	83790	-67718 (-136703)	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	42939	118415 (111566)	0 (0)
2	72948	-65957 (-130559)	0 (0)
3	42939	118415 (111566)	0 (0)
4	62821	-5118 (141199)	0 (0)
5	18346	-38077 (-107581)	0 (0)
6	72951	-53437 (-143265)	0 (0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)
	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
As Tesa	Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	64216	191411	0	64216	459095	0	2.38	106.2(24.0)
2	S	118001	-119609	0	118006	-293284	0	2.50	53.1(24.0)
3	S	64216	191411	0	64216	459095	0	2.38	106.2(24.0)
4	S	104331	-7532	0	104332	-287071	0	70.64	53.1(24.0)
5	S	10955	-66781	0	10954	-244561	0	3.68	106.2(24.0)
6	S	131065	-68015	0	131093	-299226	0	4.64	53.1(24.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.181	50.0	120.0	0.00206	45.0	111.7	-0.01585	-45.0	8.3
2	0.00350	0.132	-50.0	0.0	0.00152	-45.0	8.3	-0.02310	-45.0	111.7
3	0.00350	0.181	50.0	120.0	0.00206	45.0	111.7	-0.01585	-45.0	8.3
4	0.00350	0.129	-50.0	0.0	0.00149	-45.0	8.3	-0.02354	-45.0	111.7
5	0.00350	0.116	-50.0	0.0	0.00126	-45.0	8.3	-0.02662	-45.0	111.7
6	0.00350	0.134	-50.0	0.0	0.00155	-45.0	8.3	-0.02269	-45.0	111.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000173269	-0.017292233	0.181	0.700
2	0.000000000	-0.000238139	0.003500000	0.132	0.700
3	0.000000000	0.000173269	-0.017292233	0.181	0.700

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	57 di 76

4	0.000000000	-0.000242081	0.003500000	0.129	0.700
5	0.000000000	-0.000269639	0.003500000	0.116	0.700
6	0.000000000	-0.000234437	0.003500000	0.134	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

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

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	104866	450755	177958	111.7	100.0	1.000	1.031	26.7	45.2(0.0)
2	S	26720	462019	177958	111.7	100.0	1.000	1.057	6.8	45.2(0.0)
3	S	104866	450755	177958	111.7	100.0	1.000	1.031	26.7	45.2(0.0)
4	S	36392	459156	177958	111.7	100.0	1.000	1.050	9.3	45.2(0.0)
5	S	18190	439600	177958	111.7	100.0	1.000	1.005	4.6	45.2(0.0)
6	S	12545	464755	177958	111.7	100.0	1.000	1.063	3.2	45.2(0.0)

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	59.1	-50.0	120.0	-1268	35.0	8.3	2450	106.2
2	S	40.2	-50.0	0.0	-914	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	59.1	-50.0	120.0	-1268	35.0	8.3	2450	106.2
4	S	6.6	-50.0	0.0	64	-45.0	111.7	----	----
5	S	21.6	-50.0	0.0	-733	35.0	111.7	2100	53.1
6	S	33.5	-50.0	0.0	-649	35.0	111.7	2100	53.1

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

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

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	58 di 76

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00071	0	0.500	26.0	70	0.00043 (0.00038)	340	0.145 (0.20)	110872	0
2	S	-0.00051	0	0.500	26.0	70	0.00027 (0.00027)	413	0.113 (0.20)	-125713	0
3	S	-0.00071	0	0.500	26.0	70	0.00043 (0.00038)	340	0.145 (0.20)	110872	0
4	S	-0.00020	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	112745	0
5	S	-0.00041	0	0.500	26.0	70	0.00022 (0.00022)	413	0.091 (0.20)	-105668	0
6	S	-0.00037	0	0.500	26.0	70	0.00019 (0.00019)	413	0.080 (0.20)	-134812	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	56.8	-50.0	120.0	-1216	35.0	8.3	2450	106.2
2	S	37.4	-50.0	0.0	-830	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	56.8	-50.0	120.0	-1216	35.0	8.3	2450	106.2
4	S	6.1	50.0	0.0	63	35.0	111.7	----	----
5	S	17.7	-50.0	0.0	-582	35.0	111.7	2100	53.1
6	S	31.2	-50.0	0.0	-584	35.0	111.7	2100	53.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00068	0	0.500	26.0	70	0.00040 (0.00036)	340	0.136 (0.20)	111006	0
2	S	-0.00047	0	0.500	26.0	70	0.00025 (0.00025)	413	0.103 (0.20)	-127033	0
3	S	-0.00068	0	0.500	26.0	70	0.00040 (0.00036)	340	0.136 (0.20)	111006	0
4	S	-0.00016	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	116306	0
5	S	-0.00032	0	0.500	26.0	70	0.00017 (0.00017)	413	0.072 (0.20)	-106941	0
6	S	-0.00033	0	0.500	26.0	70	0.00018 (0.00018)	413	0.072 (0.20)	-136703	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	49.6	-50.0	120.0	-1048	35.0	8.3	2450	106.2
2	S	30.3	-50.0	0.0	-631	35.0	111.7	2100	53.1
3	S	49.6	-50.0	120.0	-1048	35.0	8.3	2450	106.2
4	S	5.4	-50.0	0.0	51	35.0	111.7	----	----
5	S	16.9	50.0	0.0	-550	35.0	111.7	2100	53.1
6	S	24.6	-50.0	0.0	-415	35.0	111.7	2100	53.1

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00059	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00031)	340	0.131 (0.20)	111566	0
2	S	-0.00036	0	0.500	26.0	70	0.00019 (0.00019)	413	0.078 (0.20)	-130559	0
3	S	-0.00059	0	0.500	26.0	70	0.00038 (0.00031)	340	0.131 (0.20)	111566	0
4	S	-0.00006	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	141199	0
5	S	-0.00030	0	0.500	26.0	70	0.00016 (0.00016)	413	0.068 (0.20)	-107581	0
6	S	-0.00024	0	0.500	26.0	70	0.00012 (0.00012)	413	0.051 (0.20)	-143265	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

9.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
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:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	174.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	87.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3310690	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.40	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

N°vertice:	X [cm]	Y [cm]
1	-50.0	0.0
2	-50.0	120.0
3	50.0	120.0
4	50.0	0.0

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	111.7	26
3	45.0	111.7	26
4	45.0	8.3	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	60 di 76

Ø Diametro in mm delle barre della generazione

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	20	12
2	9	17	3	4

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
20	15.0	111.7
12	15.0	8.3
9	-15.0	8.3
17	-15.0	111.7

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	66223	165627	0	-41842	0
2	89427	-181704	0	-35699	0
3	25064	165250	0	100722	0
4	82136	-62564	0	-44003	0
5	472	-75700	0	-21120	0
6	90822	-176722	0	-34121	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	61 di 76

As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	66223	165627	0	66244	401679	0	2.41	106.2(24.0)
2	S	89427	-181704	0	89438	-252338	0	1.40	53.1(24.0)
3	S	25064	165250	0	25053	385463	0	2.33	106.2(24.0)
4	S	82136	-62564	0	82107	-249035	0	4.12	53.1(24.0)
5	S	472	-75700	0	486	-211528	0	2.79	53.1(24.0)
6	S	90822	-176722	0	90805	-252954	0	1.44	53.1(24.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00120	0.381	50.0	120.0	0.00097	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00079	0.288	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00112	0.365	50.0	120.0	0.00089	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
4	0.00078	0.285	-50.0	0.0	0.00058	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
5	0.00063	0.244	-50.0	0.0	0.00044	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
6	0.00079	0.289	-50.0	0.0	0.00059	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000028284	-0.002191260	0.381	0.916
2	0.000000000	-0.000024606	0.000791968	0.288	0.800
3	0.000000000	0.000027562	-0.002185266	0.365	0.896
4	0.000000000	-0.000024490	0.000779049	0.285	0.796
5	0.000000000	-0.000023168	0.000631380	0.244	0.745
6	0.000000000	-0.000024627	0.000794383	0.289	0.801

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.




**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A)
 GALLERIE ARTIFICIALI**

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	62 di 76

Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	41842	451175	177958	111.7	100.0	1.000	1.032	10.6	45.2(0.0)
2	S	35699	456035	177958	111.7	100.0	1.000	1.043	9.1	45.2(0.0)
3	S	100722	442555	177958	111.7	100.0	1.000	1.012	25.6	45.2(0.0)
4	S	44003	454508	177958	111.7	100.0	1.000	1.039	11.2	45.2(0.0)
5	S	21120	437306	177958	111.7	100.0	1.000	1.000	5.4	45.2(0.0)
6	S	34121	456327	177958	111.7	100.0	1.000	1.043	8.7	45.2(0.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

9.3 Verifica soletta inferiore


Nelle tabelle seguenti si riportano le sollecitazioni massime derivanti dalle analisi utilizzate nelle successive verifiche.

SLV		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1286.84	303.69	2267.54	28	0.00	sis12_nl
M3	min	-1244.49	813.62	-1791.44	50	0.30	sis17_nl
V2	max	-1259.91	813.62	-1742.46	50	0.30	sis6_nl
V2	min	-1063.11	-152.10	-990.70	50	0.00	sis14_nl
P	max	-1021.86	427.97	1674.09	28	0.00	sis13_nl
P	min	-1286.84	303.69	2267.54	28	0.00	sis12_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1396.91	683.26	2447.14	28	0.00	slu11_nl
M3	min	-1325.72	63.79	-1601.24	48	0.30	slu18_nl
V2	max	-1375.00	863.55	2055.01	28	0.30	slu31_nl
V2	min	-1375.00	-454.24	-1070.23	50	0.00	slu31_nl
P	max	-938.62	670.93	1580.19	28	0.00	slu24_nl
P	min	-1396.91	683.26	2447.14	28	0.00	slu11_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1033.40	506.64	1809.49	28	0.00	rar15_nl
M3	min	-983.75	48.42	-1171.11	48	0.30	rar3_nl
V2	max	-1033.40	589.88	815.45	33	0.30	rar15_nl
V2	min	-1031.43	-214.45	-979.80	50	0.00	rar2_nl
P	max	-963.67	478.96	1556.67	28	0.00	rar10_nl
P	min	-1033.40	506.64	1809.49	28	0.00	rar15_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1014.88	494.56	1746.58	28	0.00	fre10_nl
M3	min	-965.83	39.68	-1106.49	48	0.30	fre3_nl
V2	max	-1014.88	567.21	783.29	33	0.30	fre10_nl
V2	min	-1013.54	-211.55	-914.09	50	0.00	fre2_nl
P	max	-911.17	456.28	1383.37	28	0.00	fre8_nl
P	min	-1014.88	494.56	1746.58	28	0.00	fre10_nl

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-955.89	458.48	1545.21	28	0.00	qpe2_nl
M3	min	-914.27	19.56	-904.95	48	0.30	qpe3_nl
V2	max	-955.89	499.45	973.31	31	0.30	qpe2_nl
V2	min	-955.89	-197.26	-730.55	50	0.00	qpe2_nl
P	max	-914.27	456.16	1393.38	28	0.00	qpe3_nl
P	min	-955.89	458.48	1545.21	28	0.00	qpe2_nl

9.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

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

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resis. compr. di progetto fcd:	174.00 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	87.00 daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	3310690 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.40 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	168.85 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	168.85 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	122.80 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
	ACCIAIO -	Tipo:
Resist. caratt. snervam. fyk:		4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. rottura ftk:		5400.0 daN/cm ²
Resist. snerv. di progetto fyd:		3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:		4500.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:		0.068
Modulo Elastico Ef		2000000 daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:		Bilineare finito
Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :		1.00
Coeff. Aderenza differito B1*B2 :		0.50
Sf limite S.L.E. Comb. Rare:	3375.0 daN/cm ²	

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio: Poligonale

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	65 di 76

Classe Conglomerato: C30/37

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	121.7	26
3	45.0	121.7	26
4	45.0	8.3	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	18	10
2	7	15	3	4

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
18	-5.0	121.7
10	-5.0	8.3
7	-35.0	8.3
15	-35.0	121.7

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	66 di 76

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	139691	244714	0	68326	0
2	132572	-160124	0	6379	0
3	137500	205501	0	86355	0
4	137500	-107023	0	-45424	0
5	93862	158019	0	67093	0
6	139691	244714	0	68326	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	103340	180949	0
2	98375	-117111	0
3	103340	81545	0
4	103143	-97980	0
5	96367	155667	0
6	103340	180949	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	101488	174658 (130836)	0 (0)
2	96583	-110649 (-139430)	0 (0)
3	101488	78329 (163814)	0 (0)
4	101354	-91409 (-151324)	0 (0)
5	91117	138337 (133760)	0 (0)
6	101488	174658 (130836)	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	95589	154521 (132235)	0 (0)
2	91427	-90495 (-146120)	0 (0)
3	95589	97331 (147501)	0 (0)
4	95589	-73055 (-163098)	0 (0)
5	91427	139338 (133664)	0 (0)
6	95589	154521 (132235)	0 (0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.5 cm

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn	Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn	Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res	Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Res	Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r, Mx Res, My Res) e (N, Mx, My)
As Tesa	Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000 Area armature trave [cm ²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	139691	244714	0	139680	439846	0	1.79	79.6(26.0)
2	S	132572	-160124	0	132561	-329282	0	2.07	53.1(26.0)
3	S	137500	205501	0	137511	438793	0	2.12	79.6(26.0)
4	S	137500	-107023	0	137515	-331783	0	3.15	53.1(26.0)
5	S	93862	158019	0	93879	417449	0	2.62	79.6(26.0)
6	S	139691	244714	0	139680	439846	0	1.79	79.6(26.0)

METODO AGLI STATI LIMITE ULTIMI - DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO ULTIMO

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00350	0.151	-50.0	130.0	0.00192	45.0	121.7	-0.01963	-45.0	8.3
2	0.00350	0.121	-50.0	0.0	0.00152	-45.0	8.3	-0.02552	-45.0	121.7
3	0.00350	0.151	-50.0	130.0	0.00191	45.0	121.7	-0.01974	-45.0	8.3
4	0.00350	0.122	-50.0	0.0	0.00154	-45.0	8.3	-0.02529	-45.0	121.7
5	0.00350	0.136	-50.0	130.0	0.00175	45.0	121.7	-0.02217	-45.0	8.3
6	0.00350	0.151	-50.0	130.0	0.00192	45.0	121.7	-0.01963	-45.0	8.3

POSIZIONE ASSE NEUTRO PER OGNI COMB. DI RESISTENZA

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

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000190056	-0.021207260	0.151	0.700
2	0.000000000	-0.000238439	0.003500000	0.121	0.700
3	0.000000000	0.000190973	-0.021326477	0.151	0.700

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	68 di 76

4	0.000000000	-0.000236571	0.003500000	0.122	0.700
5	0.000000000	0.000210910	-0.023918328	0.136	0.700
6	0.000000000	0.000190056	-0.021207260	0.151	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

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

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	68326	505879	193890	121.7	100.0	1.000	1.062	15.9	45.2(0.0)
2	S	6379	504380	193890	121.7	100.0	1.000	1.059	1.5	45.2(0.0)
3	S	86355	505418	193890	121.7	100.0	1.000	1.061	20.1	45.2(0.0)
4	S	45424	505418	193890	121.7	100.0	1.000	1.061	10.6	45.2(0.0)
5	S	67093	496226	193890	121.7	100.0	1.000	1.041	15.7	45.2(0.0)
6	S	68326	505879	193890	121.7	100.0	1.000	1.062	15.9	45.2(0.0)

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

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	72.6	-50.0	130.0	-1604	35.0	8.3	2700	79.6
2	S	49.3	-50.0	0.0	-1176	35.0	121.7	2100	53.1
3	S	34.8	-50.0	130.0	-452	35.0	8.3	2150	79.6
4	S	41.5	-50.0	0.0	-833	35.0	121.7	2100	53.1
5	S	62.8	-50.0	130.0	-1341	35.0	8.3	2650	79.6
6	S	72.6	-50.0	130.0	-1604	35.0	8.3	2700	79.6

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

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

Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]
kt = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb.frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
k2 = 0.5 per flessione; =(e1 + e2)/(2*e1) per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	69 di 76

k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 \emptyset Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace $A_{c\text{ eff}}$ [eq.(7.11)EC2]
 Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
 e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
 Tra parentesi: valore minimo = $0.6 S_{\text{max}} / E_s$ [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
 sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
 wk Apertura fessure in mm calcolata = $sr \cdot \max(e_{\text{sm}} - e_{\text{cm}})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00089	0	0.500	26.0	70	0.00050 (0.00048)	388	0.193 (0.20)	130470	0
2	S	-0.00065	0	0.500	26.0	70	0.00035 (0.00035)	413	0.146 (0.20)	-137920	0
3	S	-0.00026	0	0.500	26.0	70	0.00014 (0.00014)	357	0.049 (0.20)	162190	0
4	S	-0.00047	0	0.500	26.0	70	0.00025 (0.00025)	413	0.103 (0.20)	-148315	0
5	S	-0.00075	0	0.500	26.0	70	0.00040 (0.00040)	385	0.155 (0.20)	132252	0
6	S	-0.00089	0	0.500	26.0	70	0.00050 (0.00048)	388	0.193 (0.20)	130470	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	70.1	-50.0	130.0	-1539	45.0	8.3	2700	79.6
2	S	46.6	50.0	0.0	-1084	35.0	121.7	2100	53.1
3	S	33.5	-50.0	130.0	-425	35.0	8.3	2150	79.6
4	S	38.8	50.0	0.0	-742	5.0	121.7	2100	53.1
5	S	56.0	-50.0	130.0	-1163	35.0	8.3	2650	79.6
6	S	70.1	-50.0	130.0	-1539	45.0	8.3	2700	79.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00086	0	0.500	26.0	37	0.00047 (0.00046)	276	0.128 (0.20)	130836	0
2	S	-0.00060	0	0.500	26.0	70	0.00033 (0.00033)	413	0.134 (0.20)	-139430	0
3	S	-0.00024	0	0.500	26.0	70	0.00013 (0.00013)	357	0.046 (0.20)	163814	0
4	S	-0.00042	0	0.500	26.0	70	0.00022 (0.00022)	413	0.092 (0.20)	-151324	0
5	S	-0.00065	0	0.500	26.0	70	0.00035 (0.00035)	385	0.134 (0.20)	133760	0
6	S	-0.00086	0	0.500	26.0	37	0.00047 (0.00046)	276	0.128 (0.20)	130836	0

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

N°Comb	Ver	Sc max	Xc max	Yc max	Sf min	Xs min	Ys min	Ac eff.	As eff.
1	S	62.3	-50.0	130.0	-1332	35.0	8.3	2650	79.6
2	S	38.3	-50.0	0.0	-797	35.0	121.7	2100	53.1
3	S	40.7	-50.0	130.0	-664	35.0	8.3	2400	79.6
4	S	31.1	50.0	0.0	-497	35.0	121.7	2100	53.1
5	S	56.4	-50.0	130.0	-1174	35.0	8.3	2650	79.6
6	S	62.3	-50.0	130.0	-1332	35.0	8.3	2650	79.6

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	\emptyset	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00074	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00040)	385	0.180 (0.20)	132235	0
2	S	-0.00045	0	0.500	26.0	70	0.00024 (0.00024)	413	0.099 (0.20)	-146120	0
3	S	-0.00038	0	0.500	26.0	70	0.00020 (0.00020)	371	0.074 (0.20)	147501	0
4	S	-0.00028	0	0.500	26.0	70	0.00015 (0.00015)	413	0.062 (0.20)	-163098	0
5	S	-0.00066	0	0.500	26.0	70	0.00039 (0.00035)	385	0.149 (0.20)	133664	0
6	S	-0.00074	0	0.500	26.0	70	0.00047 (0.00040)	385	0.180 (0.20)	132235	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

9.3.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Tipologia sezione:	Sezione generica di Trave di fondazione in combinazione sismica
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:	C30/37	
	Resis. compr. di progetto fcd:	174.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	87.00	daN/cm ²
	Def.unit. max resistenza ec2:	0.0020	
	Def.unit. ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensione-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	3310690	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.40	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	5400.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	4500.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensione-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE DOMINIO CONGLOMERATO

Forma del Dominio:	Poligonale
Classe Conglomerato:	C30/37

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

DATI BARRE ISOLATE

N°Barra	X [cm]	Y [cm]	DiamØ[mm]
1	-45.0	8.3	26
2	-45.0	121.7	26
3	45.0	121.7	26
4	45.0	8.3	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26

DATI GENERAZIONI LINEARI DI BARRE

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

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	71 di 76

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

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm

Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	20	12
2	9	17	3	4

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
20	15.0	121.7
12	15.0	8.3
9	-15.0	8.3
17	-15.0	121.7

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	My	Vy	Vx
1	128684	226754	0	30369	0
2	124449	-179144	0	81362	0
3	125991	-174246	0	81362	0
4	106311	-99070	0	-15210	0
5	102186	167409	0	42797	0
6	128684	226754	0	30369	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe: 2.5 cm

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N Sn Sforzo normale assegnato [daN] nel baricentro sezione cls. (positivo se di compressione)
Mx Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My Sn Componente momento assegnato [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
N Res Sforzo normale resistente [daN] baricentrico (positivo se di compress.)
Mx Res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse x princ. d'inerzia
My res Momento flettente resistente [daNm] riferito all'asse y princ. d'inerzia
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N r,Mx Res,My Res) e (N,Mx,My)

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	72 di 76

As Tesa Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Area armature trave [cm²] in zona tesa. [Tra parentesi l'area minima ex § 7.2.6 NTC]

N°Comb	Ver	N	Mx	My	N Res	Mx Res	My Res	Mis.Sic.	As Tesa
1	S	128684	226754	0	128663	383991	0	1.69	79.6(26.0)
2	S	124449	-179144	0	124445	-293432	0	1.65	53.1(26.0)
3	S	125991	-174246	0	126019	-294188	0	1.70	53.1(26.0)
4	S	106311	-99070	0	106292	-284671	0	2.91	53.1(26.0)
5	S	102186	167409	0	102167	372197	0	2.21	79.6(26.0)
6	S	128684	226754	0	128663	383991	0	1.69	79.6(26.0)

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

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

N°Comb	ec max	x/d	Xc max	Yc max	es min	Xs min	Ys min	es max	Xs max	Ys max
1	0.00109	0.357	-50.0	130.0	0.00088	45.0	121.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00085	0.304	-50.0	0.0	0.00066	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	121.7
3	0.00086	0.305	-50.0	0.0	0.00067	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	121.7
4	0.00082	0.296	-50.0	0.0	0.00063	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	121.7
5	0.00104	0.347	-50.0	130.0	0.00083	45.0	121.7	-0.00196	-45.0	8.3
6	0.00109	0.357	-50.0	130.0	0.00088	45.0	121.7	-0.00196	-45.0	8.3

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 Rap. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.2.1.2.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti per sola flessione in travi continue

N°Comb	a	b	c	x/d	C.Rid.
1	0.000000000	0.000025010	-0.002164081	0.357	0.886
2	0.000000000	-0.000023101	0.000854875	0.304	0.820
3	0.000000000	-0.000023124	0.000857652	0.305	0.821
4	0.000000000	-0.000022837	0.000822758	0.296	0.810
5	0.000000000	0.000024608	-0.002160746	0.347	0.873
6	0.000000000	0.000025010	-0.002164081	0.357	0.886

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata a taglio / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiezz. di Vx e Vy sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
Dmed Altezza utile media pesata [cm] valutata lungo strisce ortog. all'asse neutro.
Vengono prese nella media le strisce con almeno un estremo compresso.
I pesi della media sono costituiti dalle stesse lunghezze delle strisce.
bw Larghezza media resistente a taglio [cm] misurate parallel. all'asse neutro
E' data dal rapporto tra l'area delle sopradette strisce resistenti e Dmed.




**DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO
 NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA
 TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A)
 GALLERIE ARTIFICIALI**

GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	73 di 76

Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe+legature strettam. necessarie a taglio per metro di pil.[cm²/m]
 A.Eff Area staffe+legature efficaci nella direzione del taglio di combinaz.[cm²/m]
 Tra parentesi è indicata la quota dell'area relativa alle sole legature.
 L'area della legatura è ridotta col fattore L/d_max con L=lungh.legat.proietta-
 ta sulla direz. del taglio e d_max= massima altezza utile nella direz.del taglio.

N°Comb	Ver	Ved	Vcd	Vwd	Dmed	bw	Ctg	Acw	Ast	A.Eff
1	S	30369	503561	193890	121.7	100.0	1.000	1.057	7.1	45.2(0.0)
2	S	81362	502669	193890	121.7	100.0	1.000	1.055	19.0	45.2(0.0)
3	S	81362	502994	193890	121.7	100.0	1.000	1.056	19.0	45.2(0.0)
4	S	15210	498848	193890	121.7	100.0	1.000	1.047	3.5	45.2(0.0)
5	S	42797	497979	193890	121.7	100.0	1.000	1.045	10.0	45.2(0.0)
6	S	30369	503561	193890	121.7	100.0	1.000	1.057	7.1	45.2(0.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA5100001	REV. B

10. VERIFICA A SOLLEVAMENTO

Si riporta di seguito la verifica nei confronti dello stato limite di sollevamento (UPL) secondo il par. 6.2.4.2 delle NTC2018.

La quota di falda di progetto è pari a – 6.00 m rispetto al p.c.

Nel considerare le forze resistenti al sollevamento è stato preso in conto il contributo del peso proprio della galleria, trascurando il terreno di ricoprimento a favore di sicurezza.

Per la stabilità al sollevamento deve risultare che il valore di progetto dell'azione instabilizzante $V_{inst,d}$, combinazioni di azioni permanenti ($G_{inst,d}$) e variabili ($Q_{inst,d}$), sia non maggiore della combinazione dei valori di progetto delle azioni stabilizzanti ($G_{stb,d}$) e delle resistenze (R_d).

$$G_{inst,d} + Q_{inst,d} \leq G_{stb,d} + R_d$$

Si riportano di seguito i coefficienti parziali.

Tab. 6.2.III – Coefficienti parziali sulle azioni per le verifiche nei confronti di stati limite di sollevamento

	Effetto	Coefficiente Parziale γ_F (o γ_G)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti $G_2^{(9)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0
	Sfavorevole		1,5

⁽⁹⁾ Per i carichi permanenti G_2 si applica quanto indicato alla Tabella 2.6.I. Per la spinta delle terre si fa riferimento ai coefficienti γ_{qs}

Nel caso in esame si deve quindi verificare che:

$$\gamma_{G1,w} * S_w \leq \gamma_{G1,pp} * (W_{cls} + W_{terr})$$

in cui:

$$\gamma_{G1,w} = 1.1 \quad \gamma_{G1,pp} = 0.9 \quad S_w = \gamma_w * H_w * L$$

con H_w differenza di quota tra superficie piezometrica e fondo scavo e L lunghezza trasversale della soletta inferiore.

L_1	8.6 m	lunghezza soletta superiore
S_{sup}	1.2 m	spessore soletta superiore
h_{netta}	8.2 m	altezza interna galleria
L_2	0 m	lunghezza sbalzi soletta inferiore
L_3	8.6 m	lunghezza soletta inferiore
S_{inf}	1.3 m	spessore soletta inferiore
S_{pied}	1.2 m	spessore piedritti
A	63.62 m ²	area sezione trasversale galleria
W_{pg}	1590.5 kN/m	peso sezione trasversale galleria
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico terreno di ricoprimento
h_1	0 m	altezza ricoprimento su soletta superiore
W_{prs}	0 kN/m	peso ricoprimento su soletta superiore
γ_t	20 kN/m ³	peso specifico riempimento
h_1	9.4 m	altezza riempimento su sbalzi soletta inferiore
W_{pri}	0 kN/m	peso riempimento su sbalzi soletta inferiore
$W_{stab,k}$	1590.50 kN/m	azione stabilizzante di calcolo
$Y_{g1,fav}$	0.9	
$W_{stab,d}$	1431.45 kN/m	azione stabilizzante di progetto
γ_w	10 kN/m ³	peso specifico H ₂ O
H_w	6.4 m	altezza H ₂ O da intradosso soletta inferiore
L	8.6 m	
$G_{inst,k}$	550.40 kN/m	azione instabilizzante di calcolo
$Y_{g1,fav}$	1.1	
$G_{inst,d}$	605.44 kN/m	azione instabilizzante di progetto

 <p>ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE</p>	<p>DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI</p>												
<p>GA51 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 1+435 A pk 1+599- RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <tr> <td>COMMESSA</td> <td>LOTTO</td> <td>CODIFICA</td> <td>DOCUMENTO</td> <td>REV.</td> <td>FOGLIO</td> </tr> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA5100001</td> <td>B</td> <td>76 di 76</td> </tr> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	76 di 76
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA5100001	B	76 di 76								

11. INCIDENZA

INCIDENZE GALLERIA ARTIFICIALE GA51	
PARTE D'OPERA	INCIDENZA (Kg/mc)
Copertura	150
Piedritti	180
Fondazione	140