

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

GA01 - Galleria Artificiale da pk 2+285 a pk 2+839

Relazione di calcolo

SCALA:

-

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

RS3U 40 D 29 CL GA0100 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. Emilio Arduini Aut. del 12/04/2020 n. 431/2020

File: RS3U.4.0.D.29.CL.GA.01.0.0.001.B

n. Elab.: 29_431

1.	PREMESSA	4
2.	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	7
3.	MATERIALI	8
3.1	CALCESTRUZZO SCATOLARE	8
3.2	ACCIAIO D'ARMATURA	8
3.3	VERIFICA S.L.E.	9
3.3.1	<i>Verifica tensioni</i>	9
3.3.2	<i>Verifica a fessurazione</i>	10
4.	INQUADRAMENTO GEOLOGICO	11
5.	CARATTERIZZAZIONE SISMICA	12
5.1	VITA NOMINALE E CLASSE D'USO	12
5.2	PARAMETRI DI PERICOLOSITÀ SISMICA	12
6.	MODELLAZIONE ADOTTATA	16
7.	ANALISI DEI CARICHI	20
7.1	PESO PROPRIO DELLA STRUTTURA	20
7.2	CARICHI PERMANENTI PORTATI	20
7.2.1	<i>Carichi permanenti portati Modello 1</i>	20
7.2.2	<i>Carichi permanenti portati Modello 2</i>	22
7.3	BALLAST	24
7.4	SPINTA DEL TERRENO E DELL'ACQUA	25
7.4.1	<i>Spinta del terreno e dell'acqua Modello 1</i>	25
7.4.2	<i>Spinta del terreno e dell'acqua Modello 2</i>	28
7.5	SOVRACCARICO FERROVIARIO SU SOLETTA INFERIORE	32
7.6	SOVRACCARICO STRADALE SULLA SOLETTA SUPERIORE	34
7.6.1	<i>Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 1</i>	34
7.6.2	<i>Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 2</i>	37
7.7	AZIONI TERMICHE	39

7.8	RITIRO	39
7.9	AZIONE SISMICA	41
7.9.1	<i>Carichi simici Modello 1</i>	42
7.9.2	<i>Carichi simici Modello 2</i>	44
8.	COMBINAZIONI DI CALCOLO	47
9.	RISULTATI E VERIFICHE	55
9.1	RISULTATI E VERIFICHE MODELLO 1	55
9.2	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	58
9.2.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	59
9.2.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	64
9.3	VERIFICA PIEDRITTI	66
9.3.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	67
9.3.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	72
9.4	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	74
9.4.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	75
9.4.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	80
9.5	RISULTATI E VERIFICHE MODELLO 2	82
9.6	VERIFICA SOLETTA SUPERIORE	85
9.6.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	86
9.6.1	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	90
9.7	VERIFICA SOLETTA INTERMEDIA	93
9.7.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	94
9.7.1	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	98
9.8	VERIFICA PIEDRITTI	101
9.8.1	<i>Verifica in condizioni statiche</i>	102
9.8.2	<i>Verifica in condizioni sismiche</i>	108
9.9	VERIFICA SOLETTA INFERIORE	111

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk
2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	3 di 123

9.9.1	Verifica in condizioni statiche	112
9.9.2	Verifica in condizioni sismiche	118
10.	INCIDENZE.....	121
11.	VERIFICA A SOLLEVAMENTO.....	122

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

1. PREMESSA

Il presente documento riguarda il dimensionamento della Galleria Artificiale GA01 inquadrata all'interno dei lavori di costruzione del nuovo collegamento ferroviario Palermo-Catania, specificamente del Lotto 4 di tale progetto.

Di seguito si riporta l'inquadramento dell'opera nel progetto.

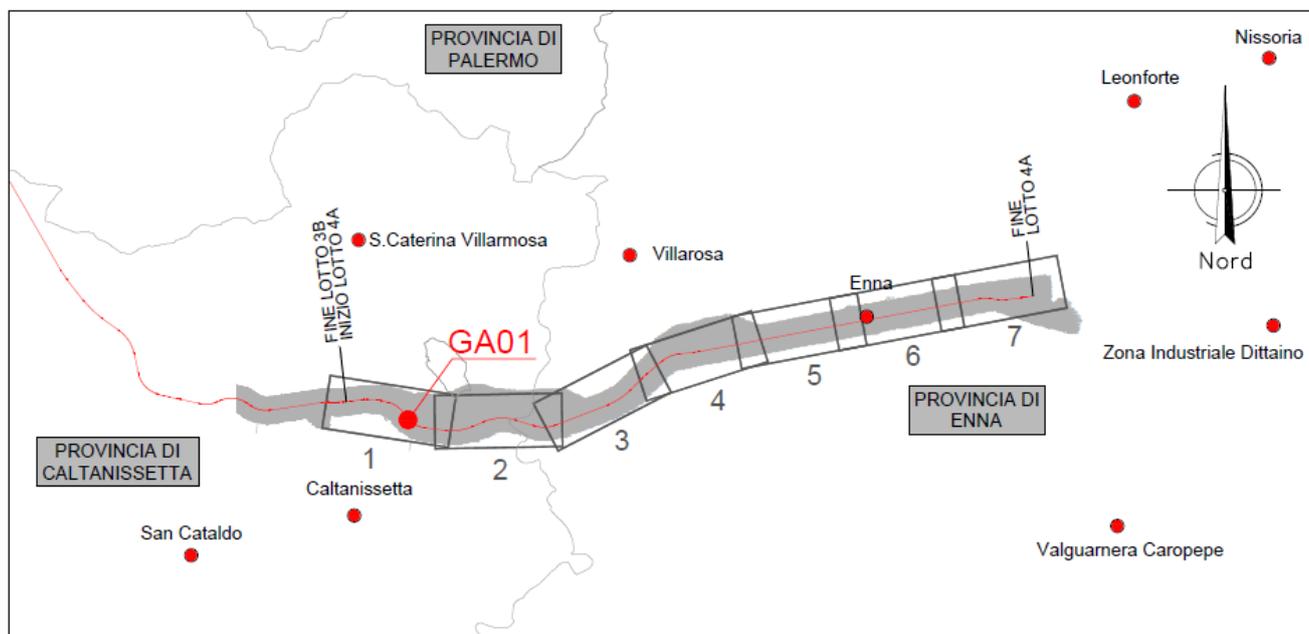


Figura 1 – Inquadramento della GA01 all'interno del lotto di progettazione

L'opera non presenta interferenza con l'esercizio ferroviario della linea esistente.

La realizzazione della galleria è prevista secondo le seguenti fasi costruttive:

1. Preparazione del piano di lavoro
2. Perforazione pali dal piano di lavoro
3. scavo successivo a seguito della realizzazione dei differenti ordini di tiranti con graduale abbattimento della falda fino a fondo scavo
4. Realizzazione scatolare
5. Ritombamento

In particolare il terreno spingente è costituito dall'unità geotecnica Formazione Terravecchia in facies argillosa (TRV). Secondo quanto riportato sul profilo geologico, la falda di riferimento per il calcolo esaminato può essere posta a circa 10.00 m da piano campagna.

Lo scatolare nella zona di scavo massimo presenta doppia altezza poi al diminuire dello scavo diventa a singola altezza.

In particolare sono state analizzate le due sezioni tipologiche presenti, riportate nelle figure a seguire.

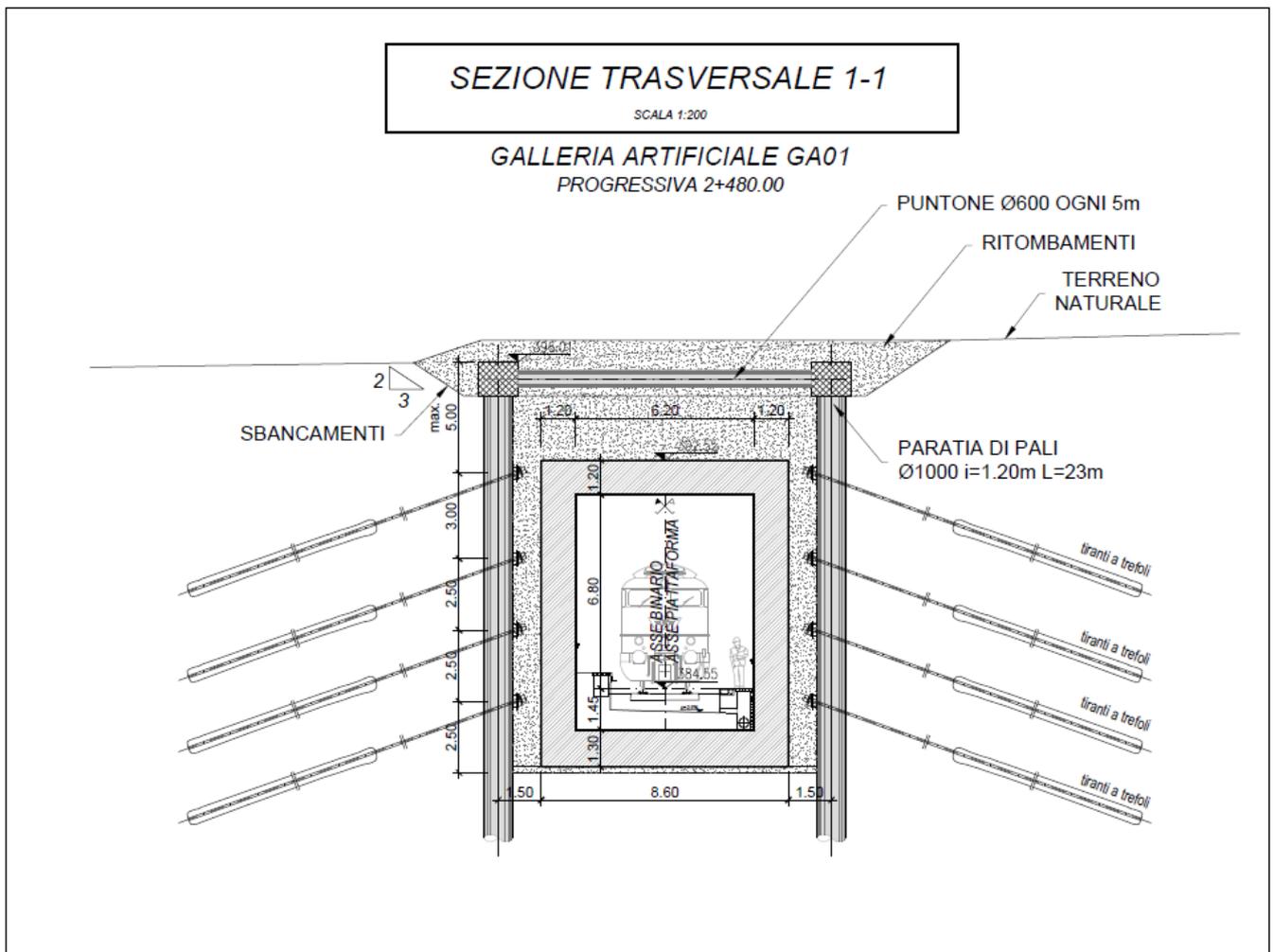


Figura 2 – Sezione tipo singola altezza.

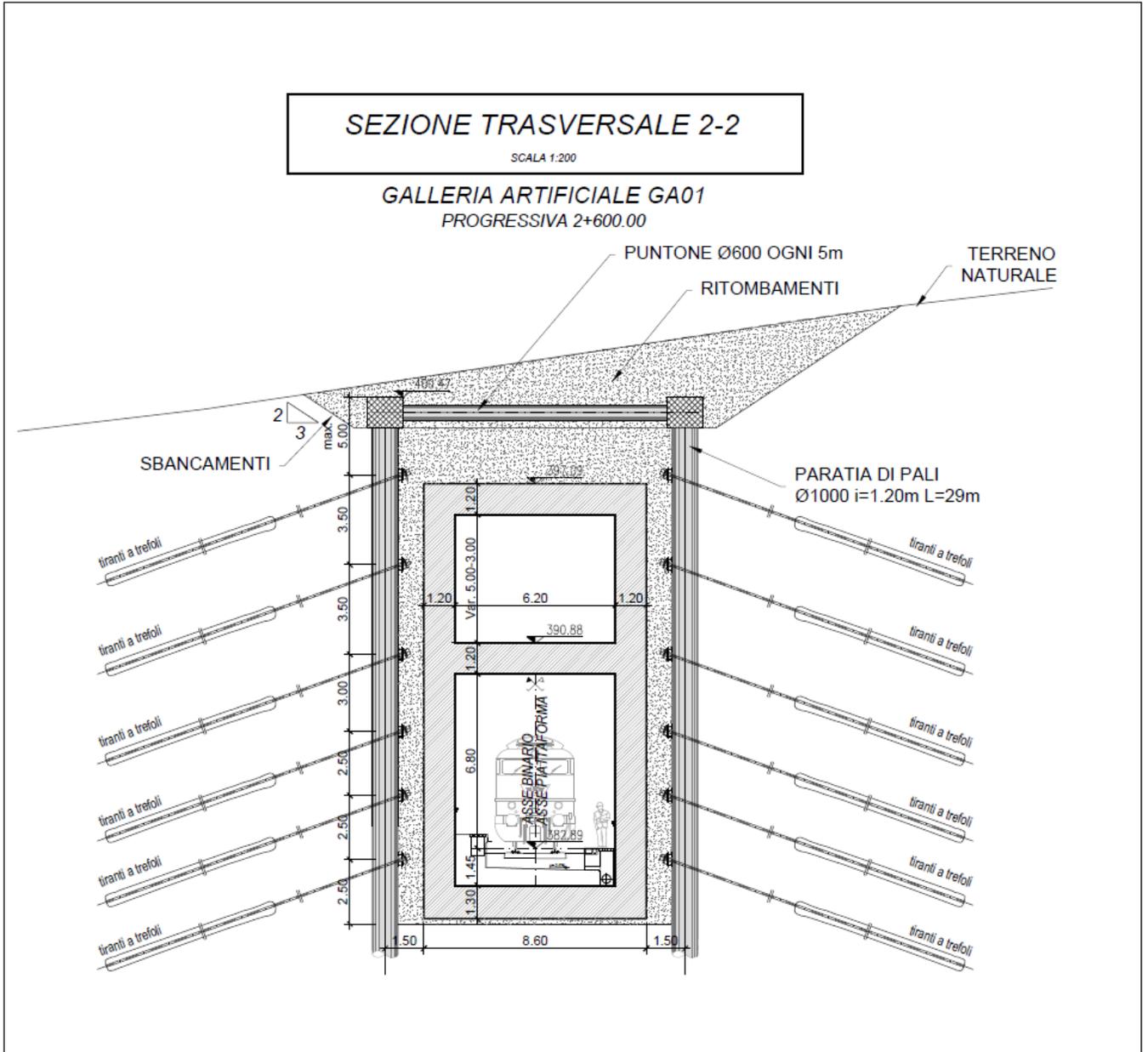


Figura 3 – Sezione tipo doppia altezza.

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B	FOGLIO 7 di 123

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					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	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					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

3.3 Verifica S.L.E.

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

3.3.1 Verifica tensioni

La verifica delle tensioni in esercizio consiste nel controllare il rispetto dei limiti tensionali previsti per il calcestruzzo e per l'acciaio per ciascuna delle combinazioni di carico caratteristiche "Rara" e "Quasi Permanente"; i valori tensionali nei materiali sono valutati secondo le note teorie di analisi delle sezioni in c.a. in campo elastico e con calcestruzzo "non reagente" adottando come limiti di riferimento, trattandosi nel caso in specie di opere Ferroviarie, quelli indicati nel documento "Manuale di progettazione Opere Civili RFI DTC SI MA IFS 001 C del 21-12-18"

Strutture in c.a.

Tensioni di compressione del calcestruzzo

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

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

Tensioni di trazione nell'acciaio

Per le armature ordinarie, la massima tensione di trazione sotto la combinazione di carico caratteristica (rara) non deve superare $0.75 f_{yk}$

Nel caso in esame pertanto si ha:

CALCESTRUZZO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_c = 0.55 \cdot f_{ck} \qquad 16.89 \text{ N/mm}^2$$

Massima tensione allo SLE per combinazione quasi permanente:

$$\sigma_c = 0.40 \cdot f_{ck} \qquad 12.28 \text{ N/mm}^2$$

ACCIAIO

Massima tensione allo SLE per combinazione caratteristica (rara):

$$\sigma_s = 0.75 f_{yk} \qquad 337.5 \text{ N/mm}^2$$

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

3.3.2 Verifica a fessurazione

In relazione all'aggressività ambientale e alla sensibilità dell'acciaio, l'apertura limite delle fessure è riportato nel prospetto seguente [NTC – Tabella 4.1.IV]:

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

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

Tabella 4.1.III – Descrizione delle condizioni ambientali

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

Risultando $w_1 = 0.2 \text{ mm}$ $w_2 = 0.3 \text{ mm}$ $w_3 = 0.4 \text{ mm}$

Alle prescrizioni normative presenti in NTC si aggiungono in tal caso quelle fornite dal "Manuale di Progettazione delle Opere Civili" secondo cui la verifica nei confronti dello stato limite di apertura delle fessure va effettuata utilizzando le sollecitazioni derivanti dalla combinazione caratteristica (rara).

Per strutture in condizioni ambientali aggressive o molto aggressive, così come identificate nel par. 4.1.2.2.4.2 del DM 14.1.2018, per tutte le strutture a permanente contatto con il terreno e per le zone non ispezionabili di tutte le strutture, l'apertura convenzionale delle fessure dovrà risultare:

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

4. INQUADRAMENTO GEOLOGICO

A partire dal piano campagna si incontra la litologia delle C (Coltri) , a2 (Argilla e argilla limosa) del TRV (Formazione di Terravecchia- membro pelitico).

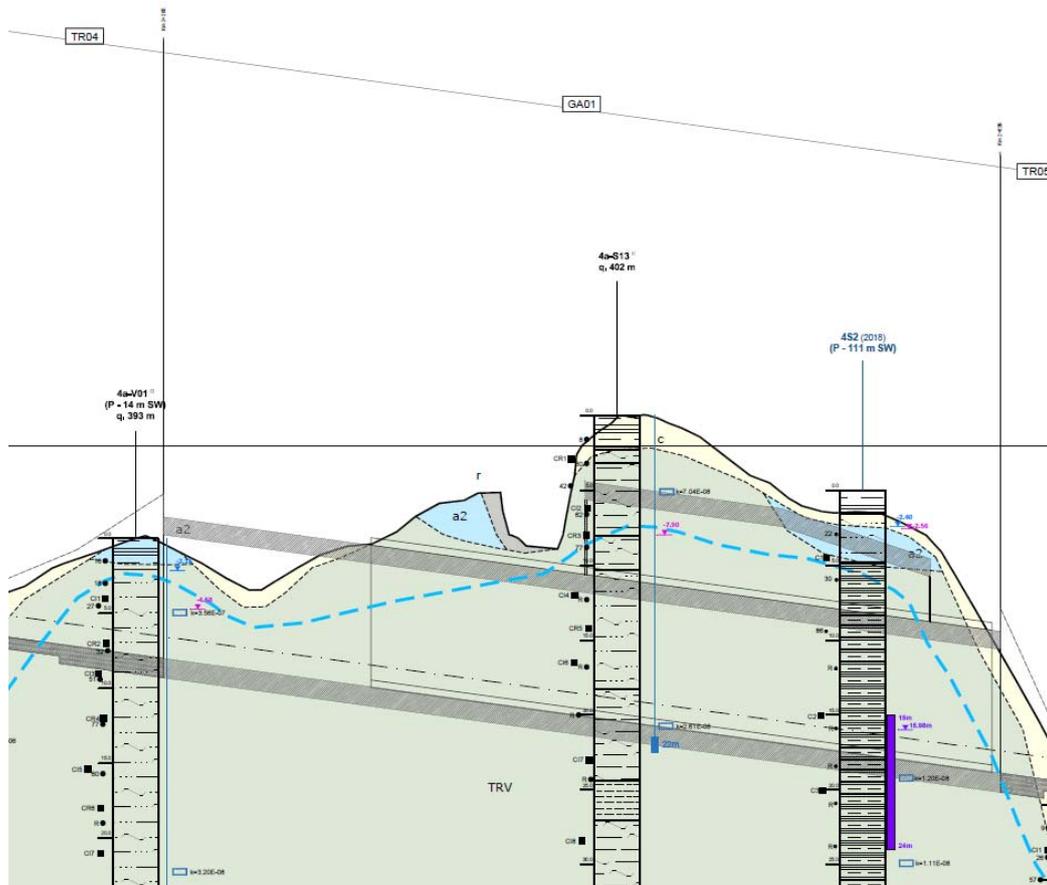


Figura 4. Profilo geologico della Galleria Artificiale GA01

Ai fini del calcolo della galleria artificiale è stato considerato il terreno spingente TRV; i parametri geotecnici caratteristici utilizzati nelle analisi numeriche sono riepilogati nella tabella che segue.

U.G.	γ	c'	ϕ'	E
[-]	[kN/m ³]	[kPa]	[°]	[MPa]
TRV	21	12	25	165
Falda a – 2.15 m da p.c.				

	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B	FOGLIO 12 di 123

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^*):

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	13 di 123

FASE 1. INDIVIDUAZIONE DELLA PERICOLOSITÀ DEL SITO

Ricerca per coordinate

LONGITUDINE: LATITUDINE:

Ricerca per comune

REGIONE: PROVINCIA: COMUNE:

Elaborazioni grafiche: Grafici spettri di risposta, Variabilità dei parametri

Elaborazioni numeriche: Tabella parametri

Nodi del reticolo intorno al sito



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

Interpolazione:

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

INTRO **FASE 1** FASE 2 FASE 3

FASE 2. SCELTA DELLA STRATEGIA DI PROGETTAZIONE

Vita nominale della costruzione (in anni) - V_N : info

Coefficiente d'uso della costruzione - c_U : info

Valori di progetto

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

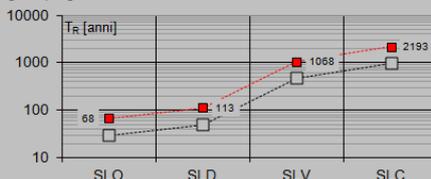
Periodi di ritorno per la definizione dell'azione sismica (in anni) - T_R : info

Stati limite di esercizio - SLE: $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLO} - P_{VR} = 81\% \\ \text{SLD} - P_{VR} = 63\% \end{array} \right.$

Stati limite ultimi - SLU: $\left\{ \begin{array}{l} \text{SLV} - P_{VR} = 10\% \\ \text{SLC} - P_{VR} = 5\% \end{array} \right.$

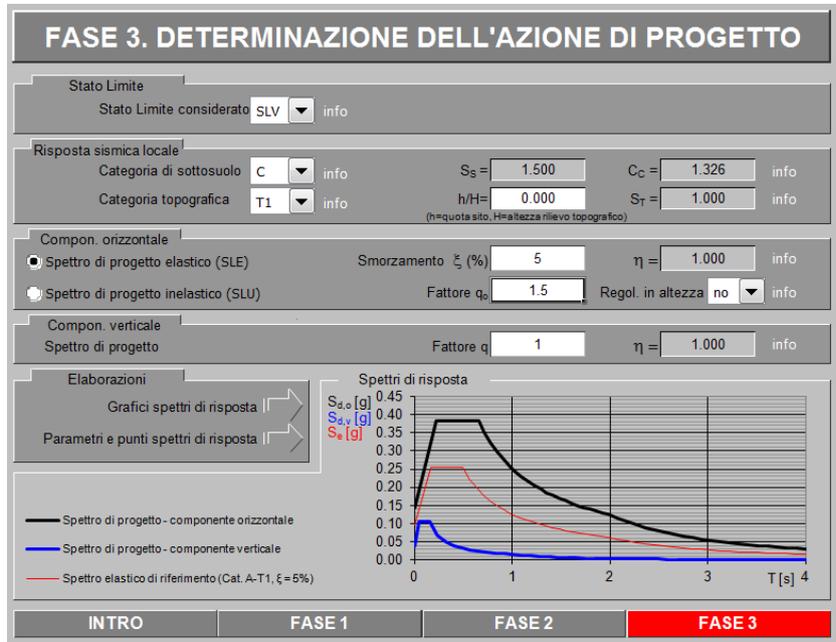
Elaborazioni: Grafici parametri azione, Grafici spettri di risposta, Tabella parametri azione

Strategia di progettazione



LEGENDA GRAFICO
 ----□---- Strategia per costruzioni ordinarie
 ----■---- Strategia scelta

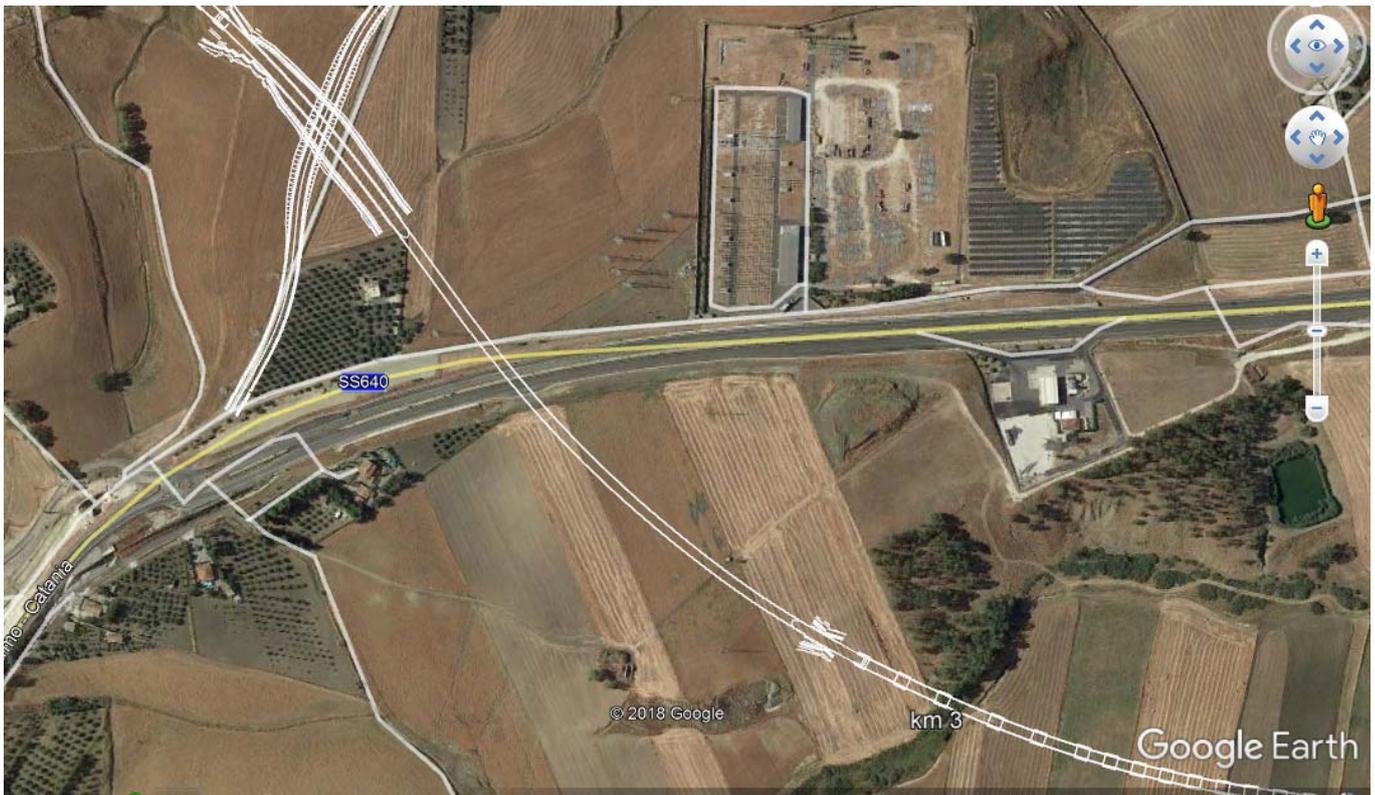
INTRO FASE 1 **FASE 2** FASE 3



$a_g \rightarrow$ accelerazione orizzontale massima del terreno, espressa come frazione dell'accelerazione di gravità;

$F_0 \rightarrow$ valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;

$T_C^* \rightarrow$ periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;



	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B	FOGLIO 15 di 123

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.

Parametri indipendenti

STATO LIMITE	SLV
a_n	0.096 g
F_n	2.653
T_c^*	0.494 s
S_s	1.500
C_c	1.326
S_T	1.000
q	1.000

Parametri dipendenti

S	1.500
η	1.000
T_B	0.218 s
T_C	0.654 s
T_D	1.985 s

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>16 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	16 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	16 di 123								

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:

$E = 165 \text{ MPa}$ modulo elastico del terreno

$\nu = 0.3$ Coefficiente di Poisson del terreno

$$E' = \frac{1 - \nu^2}{E} = 0.0055$$

$$I_s = I_1 + \frac{1 - 2\nu}{1 - \nu} I_2 = 0.246 \quad \text{Coefficiente di Steinbrenner}$$

$IF = 0.75$ Coefficiente di forma (vedi Figura 5)

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

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

$B = 8.6 \text{ m}$ Larghezza della soletta di fondo

$B' = B/2 = 4.3 \text{ m}$

$N = H/B' = 2.0$

$M = L'/B' = 3.5$

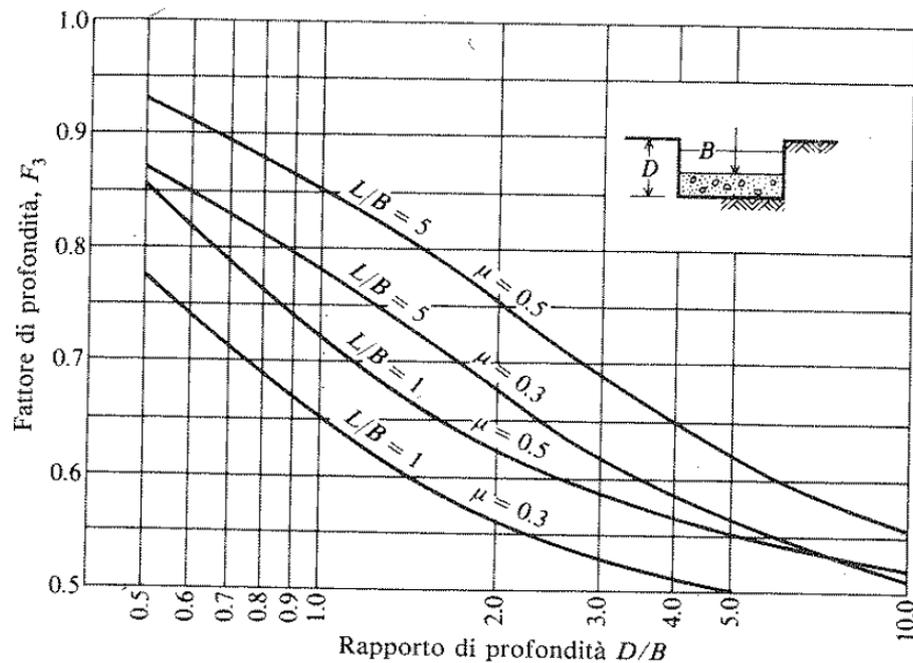


Figura 5 – Coefficiente di influenza I_F per una fondazione collocata a profondità D

Sostituendo i valori nella formula precedente si ricava $k = 55000$ 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.

n	25		numero di elementi di divisione della soletta inf.
ks	55000	kN/m ³	
Lint	6.2	m	larghezza interna dello scatolare
Sp	1.2	m	spessore dei piedritti
<u>RIGIDEZZA MOLLE CENTRALI</u>			
$K_{centrali}$	16280	kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE DI SPIGOLO</u>			
$K_{spigolo}$	82280	kN/m	
<u>RIGIDEZZA MOLLE INTERMEDIE</u>			
$K_{intermedie}$	24420	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												
GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - 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>GA0100001</td> <td>B</td> <td>18 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	18 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	18 di 123								

La dimensione interna è di 6.20 m e l'altezza interna è pari a 8.25 m per la sezione a singolo scatolare e 8.25 m più un'altezza variabile da 3.00 a 5.00 m nel caso della sezione a doppio scatolare; la soletta superiore e quella intermedia sono di spessore 1.20 m, i piedritti di spessore 1.20 m e soletta inferiore di spessore 1.30 m.

In figura si riporta schematicamente la geometria dell'opera per entrambi i modelli.

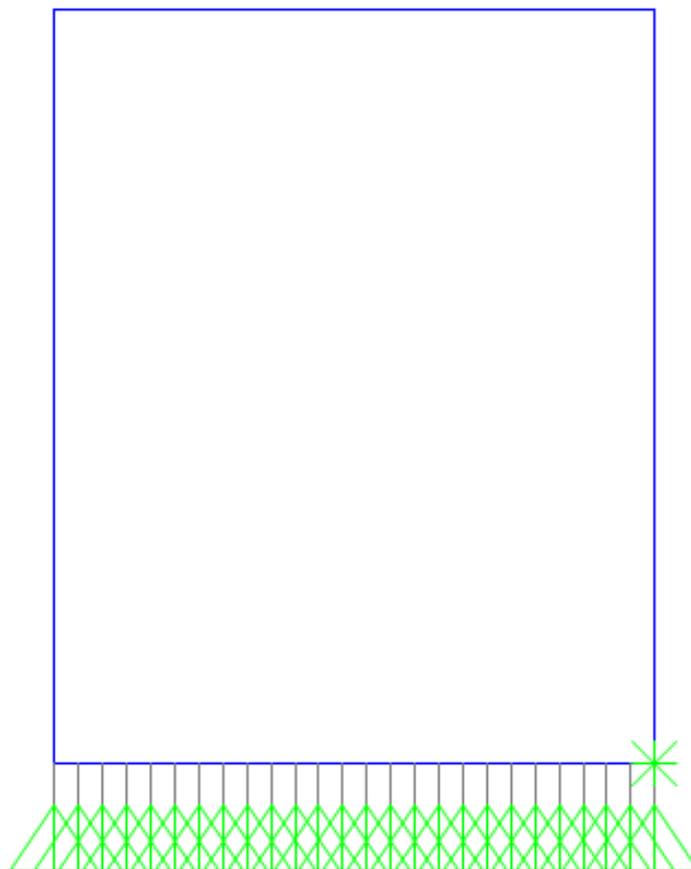


Figura 6 – Modello di calcolo (Modello 1).

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	19 di 123

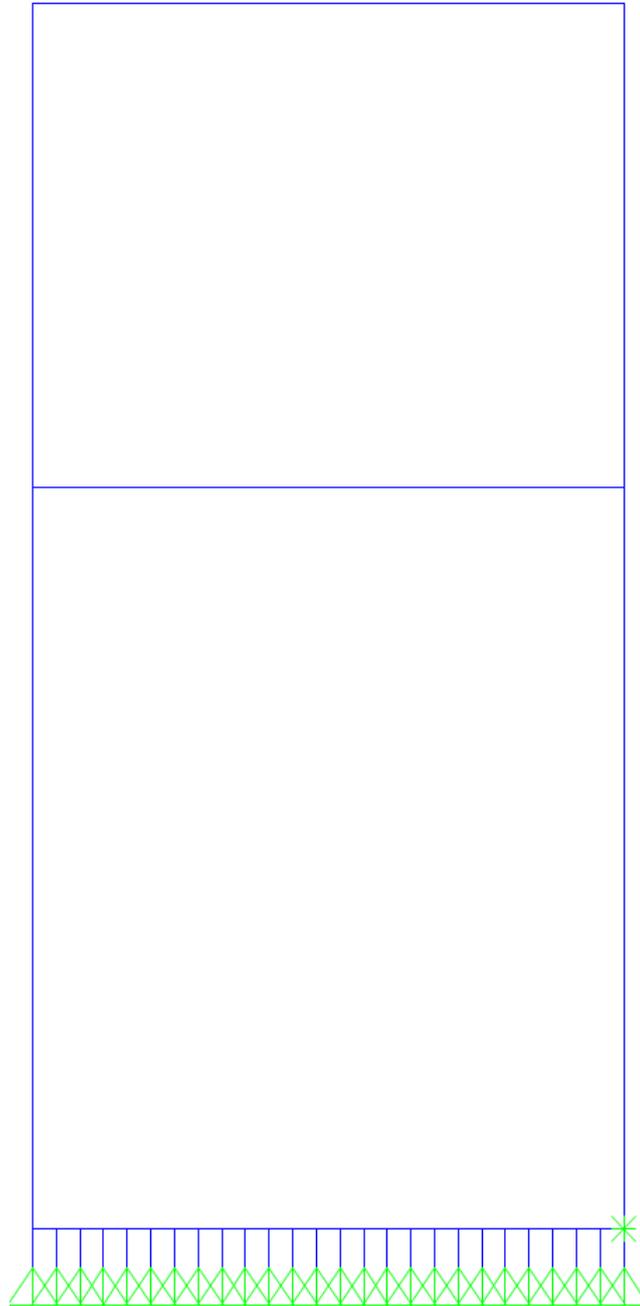


Figura 7 – Modello di calcolo (Modello 2)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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

7.2.1 Carichi permanenti portati Modello 1

Nella Tabella sottostante si riportano i carichi.

PERMANENTI 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	4.2 m	Ricoprimento
W_2	88.20 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	1.30 m	marciapiede sx
W_4	32.50 kN/m ²	
L_4	1.20 m	
γ_4	25 kN/m ³	
S_4	0.85 m	marciapiede dx
W_4	21.25 kN/m ²	
L_4	1.20 m	

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>21 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	21 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	21 di 123								

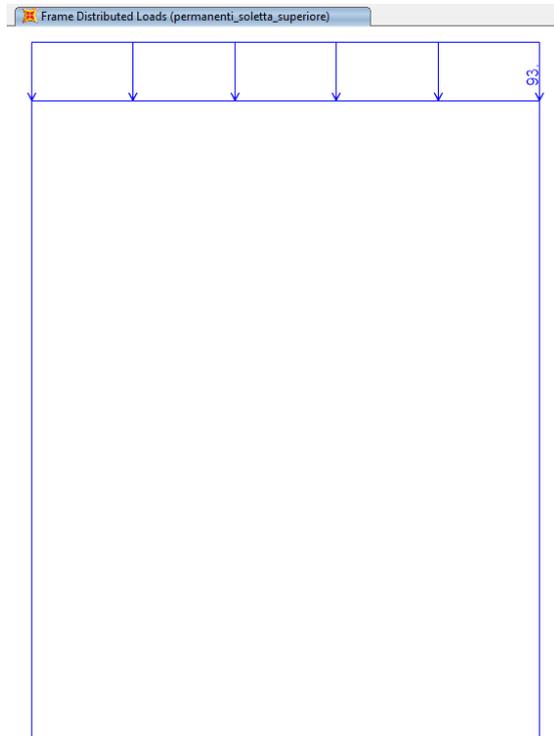


Figura 8 – Carichi permanenti sulla soletta superiore.

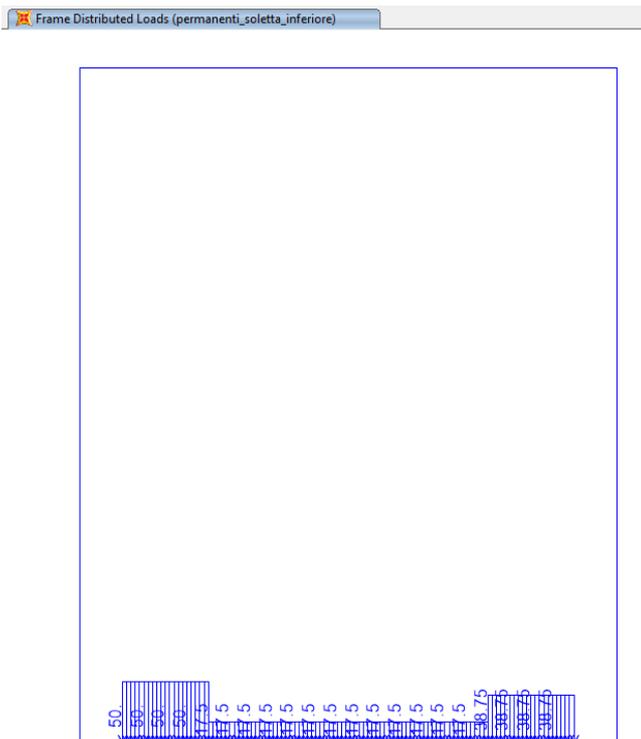


Figura 9 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

7.2.2 Carichi permanenti portati Modello 2

PERMANENTI 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	4.8 m	Ricoprimento
W_2	100.80 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	1.30 m	marciapiede sx
W_4	32.50 kN/m ²	
L_4	1.20 m	
γ_4	25 kN/m ³	
S_4	0.85 m	marciapiede dx
W_4	21.25 kN/m ²	
L_4	1.20 m	

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>23 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	23 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	23 di 123								

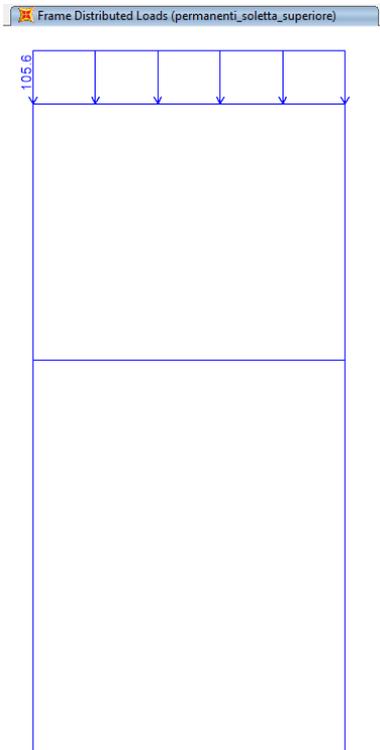


Figura 10 – Carichi permanenti sulla soletta superiore.

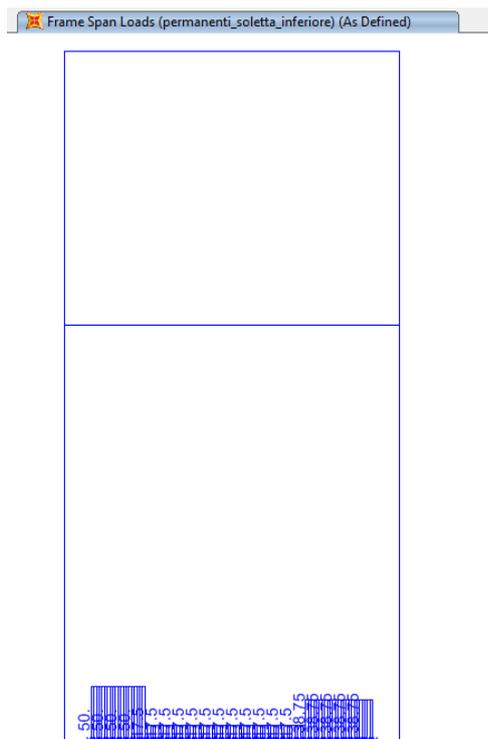


Figura 11 – Carichi permanenti sulla soletta inferiore.

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>24 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	24 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	24 di 123								

7.3 Ballast

Il ballast è stato valutato considerando uno sviluppo in altezza di 0.8 m: $p_b = 20 \cdot 0.8 = 16.0 \text{ kN/m}^2$

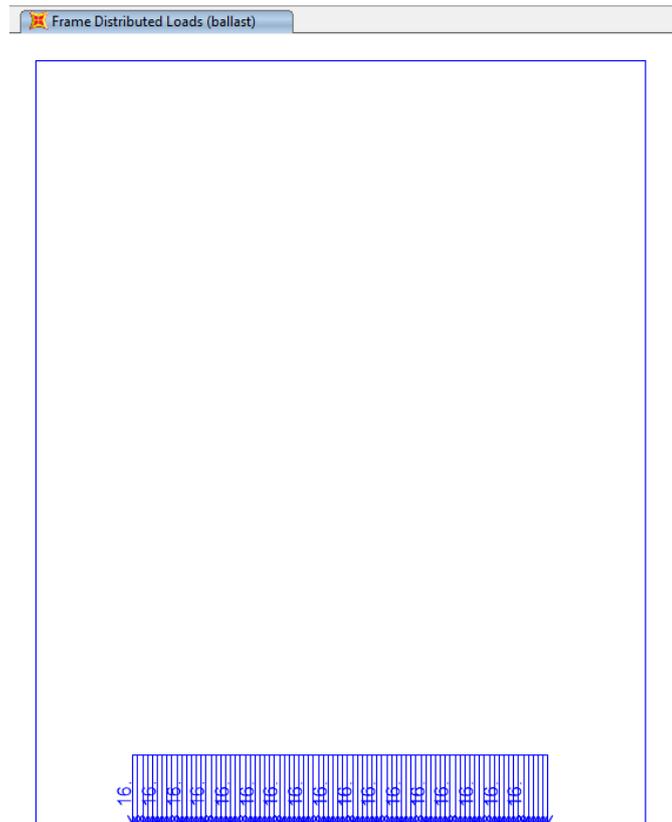


Figura 12 – Ballast Modello 1.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

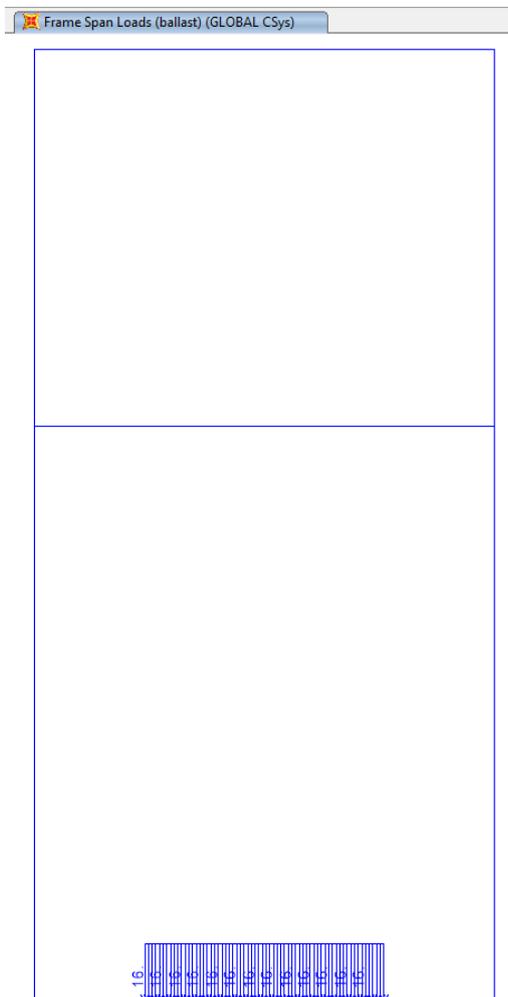


Figura 13 – Ballast Modello 2.

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 $k_0 = 1 - \text{sen}\phi'$.

7.4.1 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 1

SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O			
γ_t	21.00	kN/m ³	peso specifico terreno
Φ'_k	25	°	angolo attrito caratteristico
Φ'_d	25	°	angolo attrito di progetto
k_0	0.58	-	
h_{sup}	4.80	m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.

 ITAFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

γ_w	10.00	kN/m^3	peso H_2O
h_w	1.15	m	quota H_2O rispetto p.c.
h_2	9.50	m	distanza assi soletta sup-inf

z da p.c. (m)	$\sigma'_{h,tot}$ (kN/m^2)	σ_w (kN/m^2)
4.20	36.09	30.50
4.80	39.90	36.50
14.3	100.23	131.50
14.95	104.36	138.00

$F_{t,sup}$	22.80	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	66.49	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	20.10	kN/m	spinta H_2O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	87.59	kN/m	spinta H_2O su metà spessore soletta inferiore

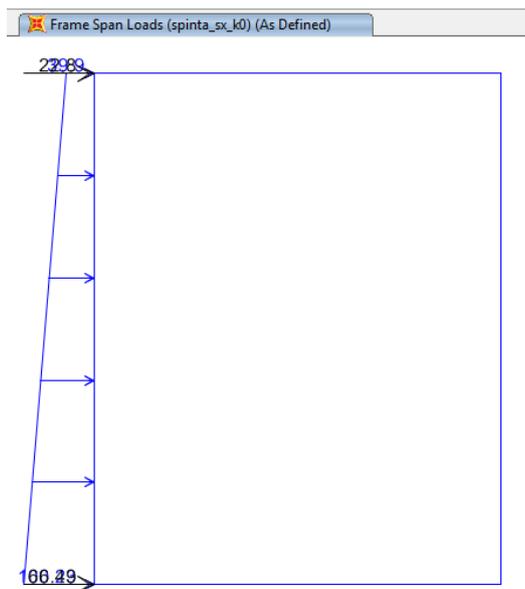


Figura 14 – Spinta del terreno sul piedritto sinistro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

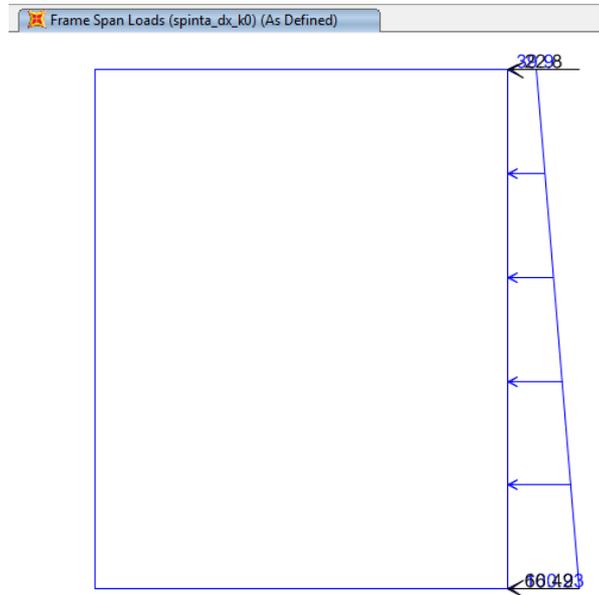


Figura 15 – Spinta del terreno sul piedritto destro.

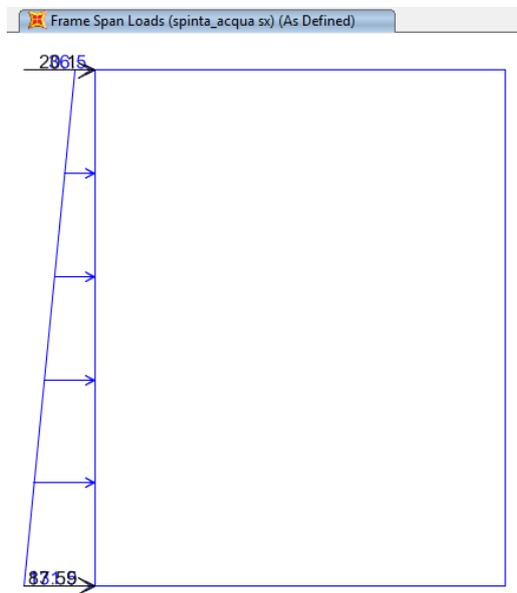


Figura 16 – Spinta dell'acqua sul piedritto sinistro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

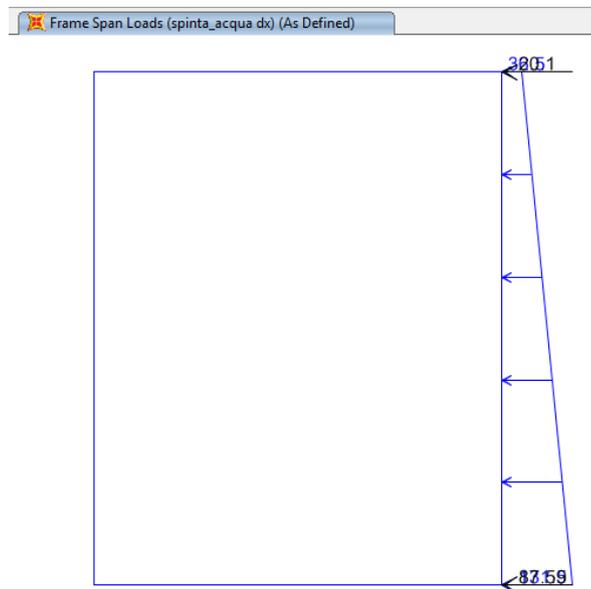


Figura 17 – Spinta dell'acqua sul piedritto destro.

7.4.2 Spinta del terreno e dell'acqua Modello 2

SPINTA RIPOSO E SPINTA H ₂ O		
γ_t	21.00 kN/m ³	peso specifico terreno
Φ'_k	25 °	angolo attrito caratteristico
Φ'_d	25 °	angolo attrito di progetto
k_0	0.58 -	
h_{sup}	5.40 m	quota metà spessore sol. sup. rispetto p.c.
γ_w	10.00 kN/m ³	peso H ₂ O
h_w	1.15 m	quota H ₂ O rispetto p.c.
h_2	15.7 m	distanza assi soletta sup-inf

z da p.c. (m)	$\sigma'_{h,tot}$ (kN/m ²)	σ_w (kN/m ²)
4.80	39.90	36.50
5.40	43.71	42.50
21.10	143.42	199.50
21.75	147.55	206.00

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

$F_{t,sup}$	25.08	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
$F_{t,inf}$	94.57	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore
$F_{w,sup}$	23.70	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta superiore
$F_{w,inf}$	131.79	kN/m	spinta H ₂ O su metà spessore soletta inferiore

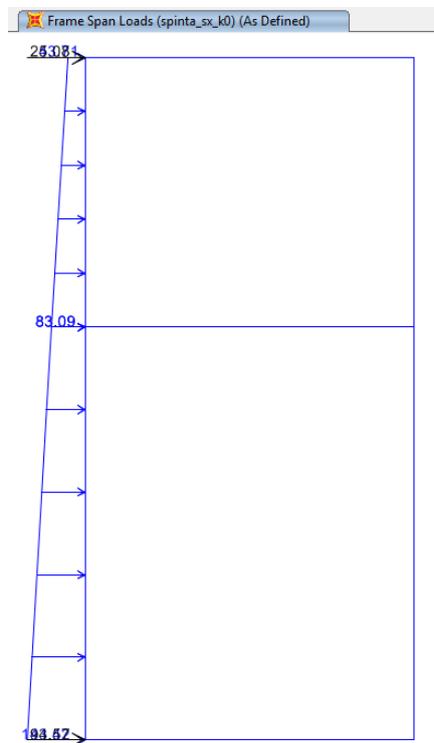


Figura 18 - Spinta del terreno sul piedritto sinistro.

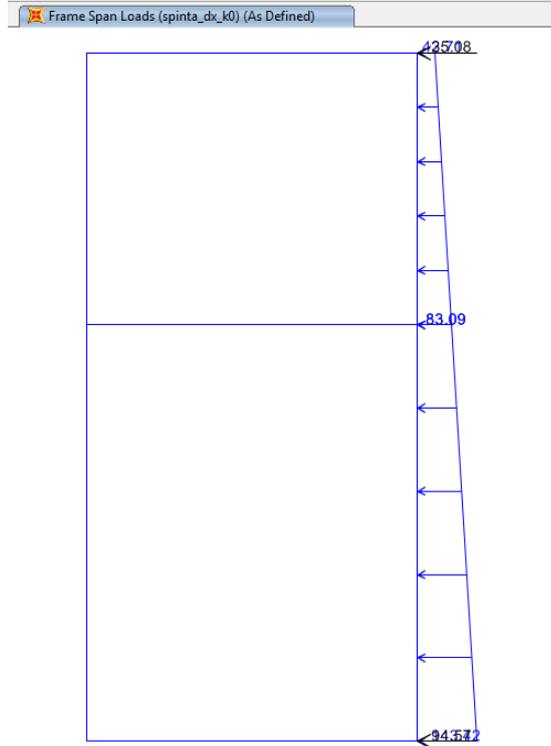


Figura 19 - Spinta del terreno sul piedritto destro.

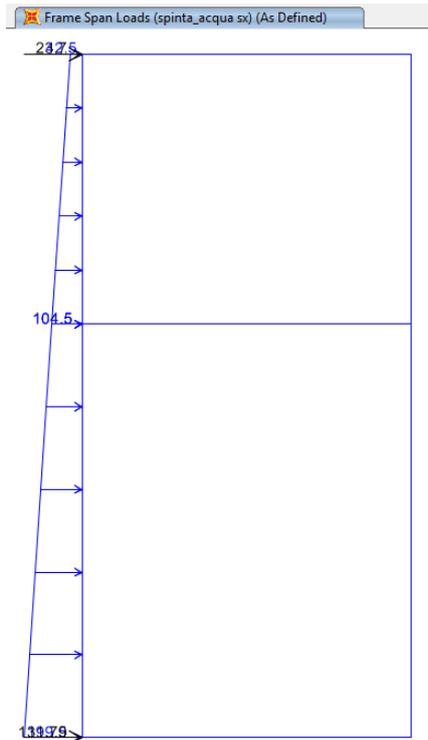


Figura 20 - Spinta dell'acqua sul piedritto sinistro.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	31 di 123

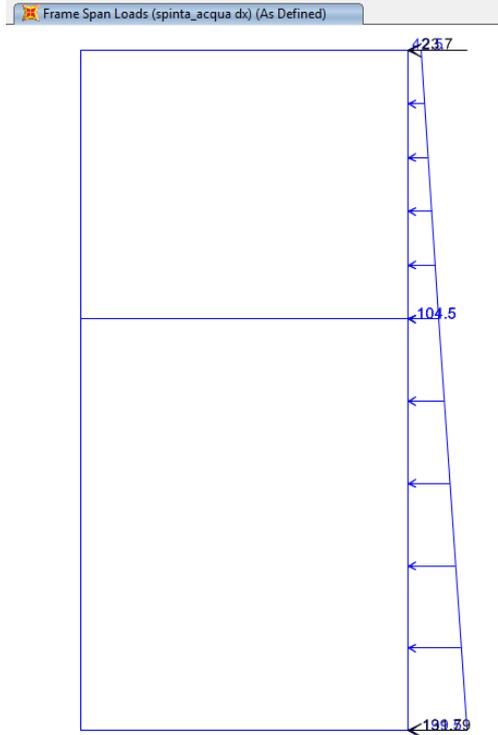


Figura 21 - Spinta dell'acqua sul piedritto destro.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	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 22, 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.

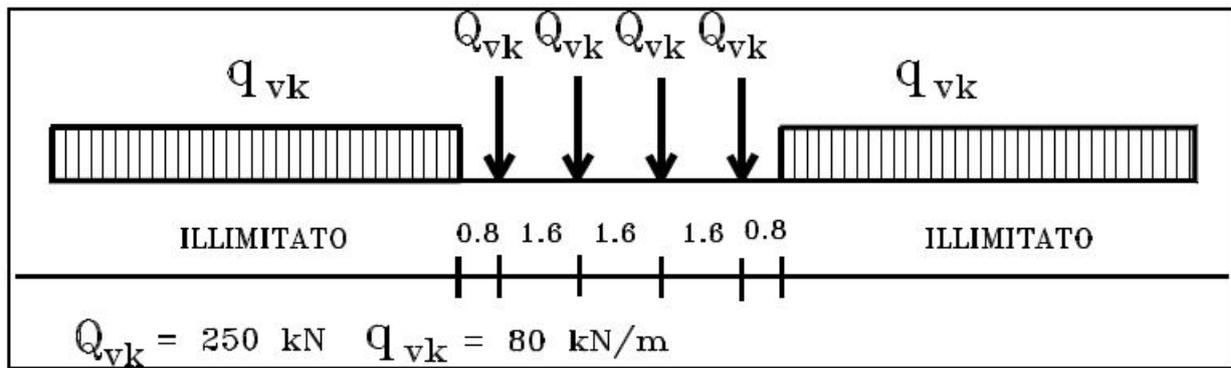


Figura 22 – Treno di carico LM71

I valori caratteristici dei carichi sono stati moltiplicati per il coefficiente di adattamento α , il cui valore è riportato nella Figura 23.

modello di carico	coefficiente di adattamento α
LM71	1.1

Figura 23 – Coefficiente di adattamento α

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:

$$L_d = 2.40 + (s_b/4 + s_{rf} + s_{ss}/2) \cdot 2 = 2.4 + (0.35/4 + 0.7 + 1.3/2) \cdot 2 = 5.28 \text{ m}$$

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	$q_{v1} = 4 \cdot 250 \cdot 1.1 / 6.4 / L_d = 32.58 \text{ kN/m}^2$

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>33 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	33 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	33 di 123								

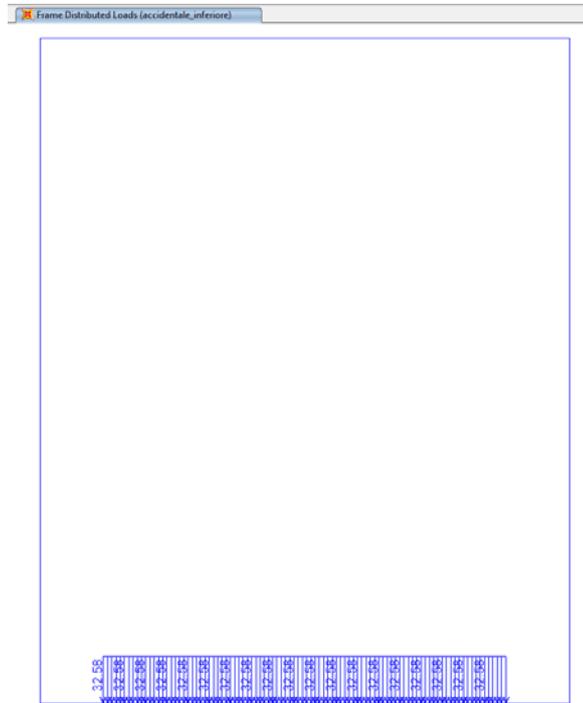


Figura 24 – Treno di carico LM71 (Modello 1).

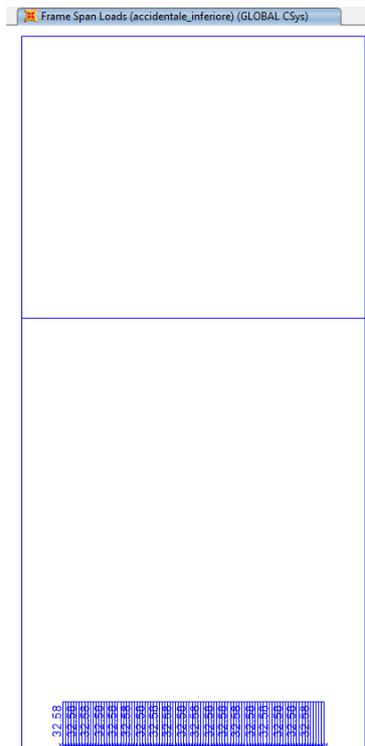


Figura 25 – Treno di carico LM71 (Modello 2).

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

7.6 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore

7.6.1 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 1

SOVRACCARICO ACCIDENTALE			
soletta superiore			
Q _{1k}	600.00	kN	carico stradale concentrato
L _T	7.92	m	lunghezza di ripartizione trasversale
L _L	7.12	m	lunghezza di ripartizione longitudinale
q _{1k}	19.65	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	8.60	m
q _{3,k}	5.63	kN/m ²

incremento spinta dovuto al sovraccarico accidentale			
q _{1k}	9.00	kN/m ²	carico distribuito esterno
σ _h	5.20	kN/m ²	
F _{sup}	3.12	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F _{inf}	3.38	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

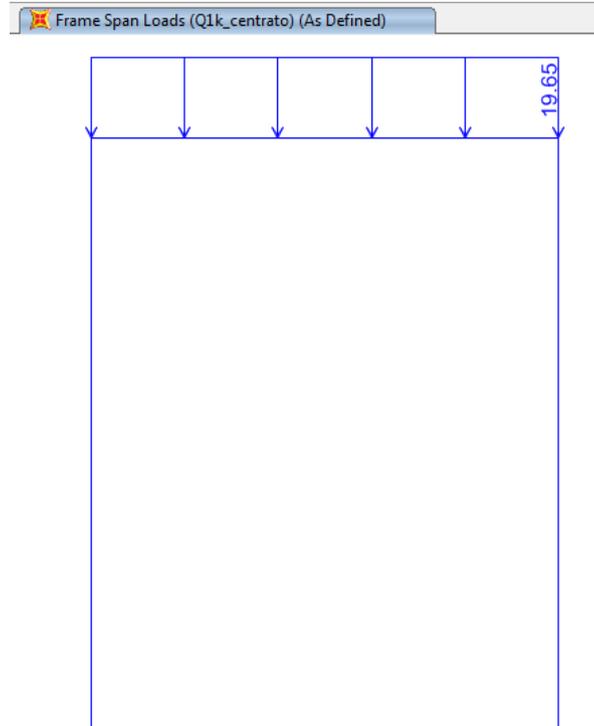


Figura 26 – Sovraccarico accidentale sulla soletta superiore.

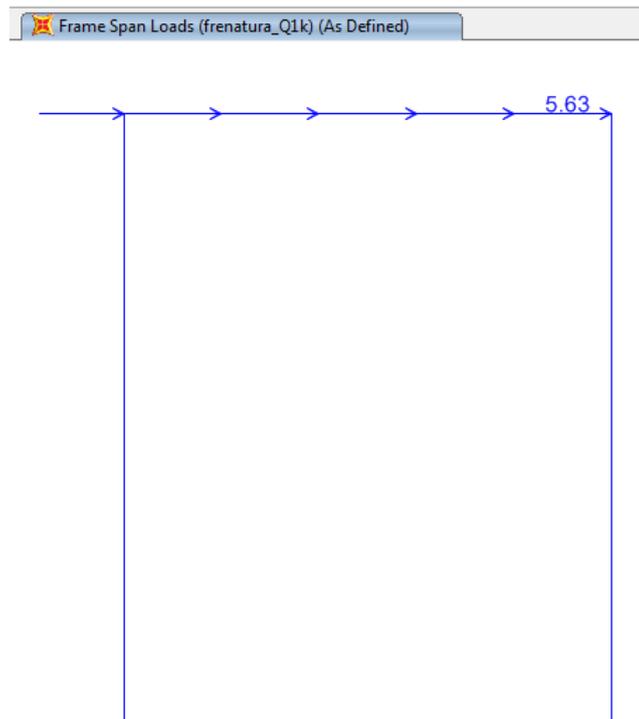


Figura 27 – Forza di frenamento o accelerazione sulla soletta superiore.

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>36 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	36 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	36 di 123								

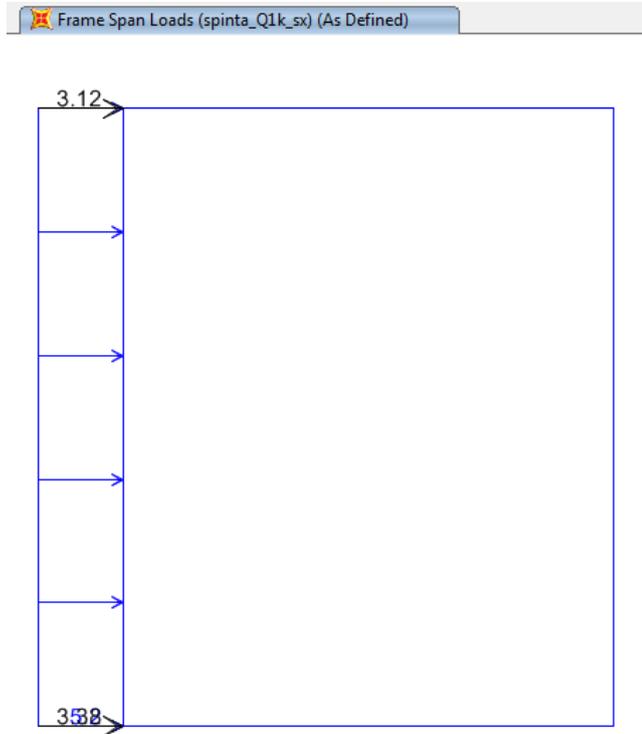


Figura 28 – Incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sovraccarico accidentale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

7.6.2 Sovraccarico stradale sulla soletta superiore Modello 2

SOVRACCARICO ACCIDENTALE			
soletta superiore			
Q_{1k}	600.00	kN	carico stradale concentrato
L_T	8.48	m	lunghezza di ripartizione trasversale
L_L	7.68	m	lunghezza di ripartizione longitudinale
q_{1k}	18.22	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	8.60	m
$q_{3,k}$	5.26	kN/m^2

incremento spinta dovuto al sovraccarico accidentale			
q_{1k}	9.00	kN/m^2	carico distribuito esterno
σ_h	5.20	kN/m^2	
F_{sup}	3.12	kN/m	spinta su metà spessore soletta superiore
F_{inf}	3.38	kN/m	spinta su metà spessore soletta inferiore

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

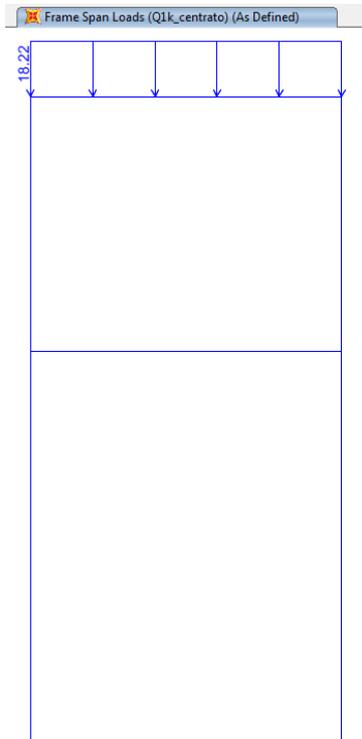


Figura 29 – Sovraccarico accidentale sulla soletta superiore.

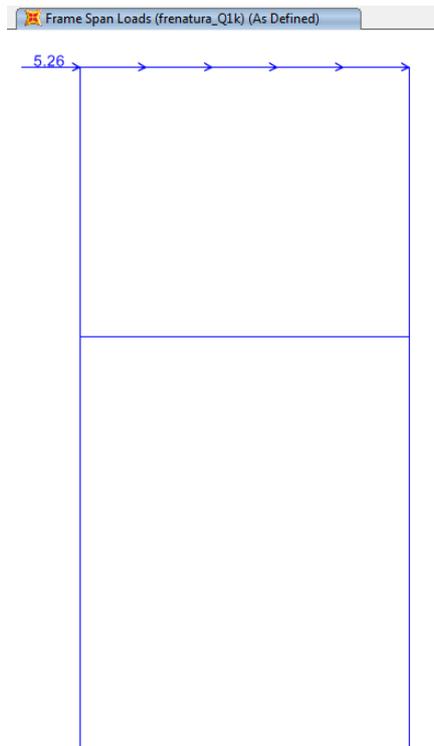


Figura 30 – Forza di frenamento o accelerazione sulla soletta superiore.

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>39 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	39 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	39 di 123								

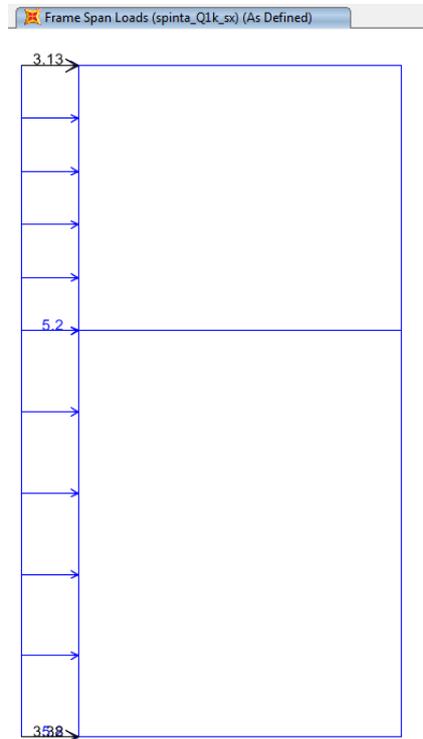


Figura 31 – Incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sovraccarico accidentale.

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.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	40 di 123

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
 $\epsilon_{cd,0} = -0,85 [(220 + 110 \alpha_{ds1}) \exp(-\alpha_{ds2} f_{cm} / f_{cm0})] 10^{-6} \beta_{RH}$
 α_{ds1} = 6
 α_{ds2} = 0.11
 f_{cm0} = 10 Mpa
 $\beta_{RH} = 1,55 [1 - (RH / RH_0)^3]$ con $RH_0 = 100\%$
 β_{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					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	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					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	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	0.096	g
S_S	1.5	
S_T	1	
a_{max}	0.144	g
β_m	1	
k_h	0.144	
k_v	0.072	

7.9.1 Carichi sismici Modello 1

Sisma H		
soletta sup		
$k_h \cdot W_s$	4.32 kN/m ²	peso proprio
$k_h \cdot (W_1 + W_2)$	13.39 kN/m ²	perm portati
	17.71 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati
piedritti		
$k_h \cdot W_p$	4.32	peso proprio

sovrasp. sismica (Wood)		
h_{scat}	10.75 m	
h_{tot}	14.95 m	altezza scatolare + ricoprim
Δp_d	45.21 kN/m ²	
F_{pd}	27.13 kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup

Sisma V		
soletta sup		
$k_v \cdot W_s$	2.16 kN/m ²	peso proprio
$k_v \cdot (W_1 + W_2)$	6.70 kN/m ²	perm portati
	8.86 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	43 di 123

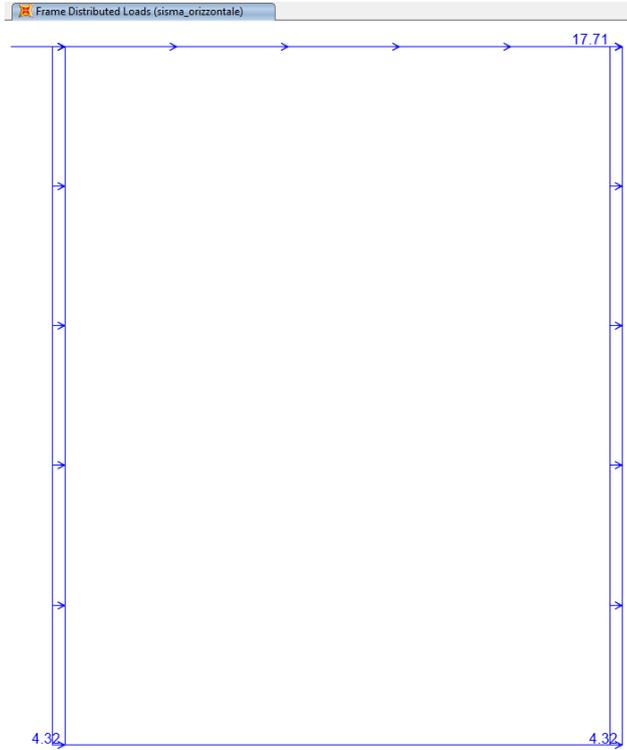


Figura 32 – Sisma orizzontale.

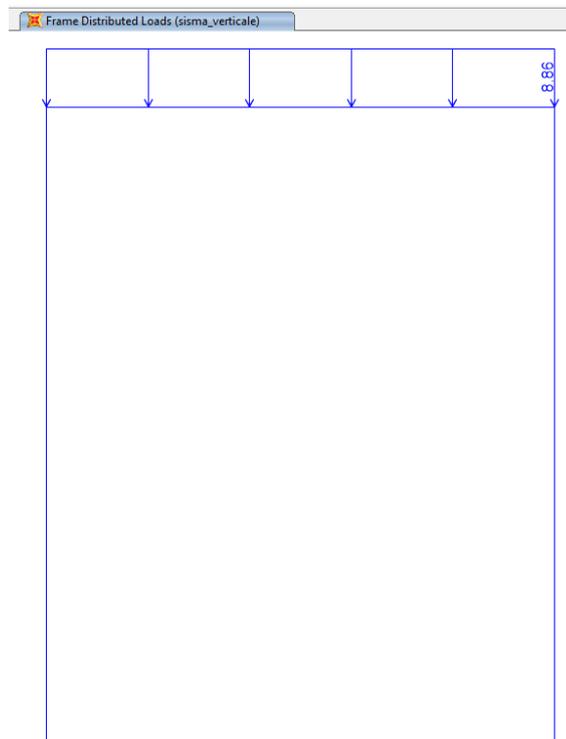


Figura 33 – Sisma verticale.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

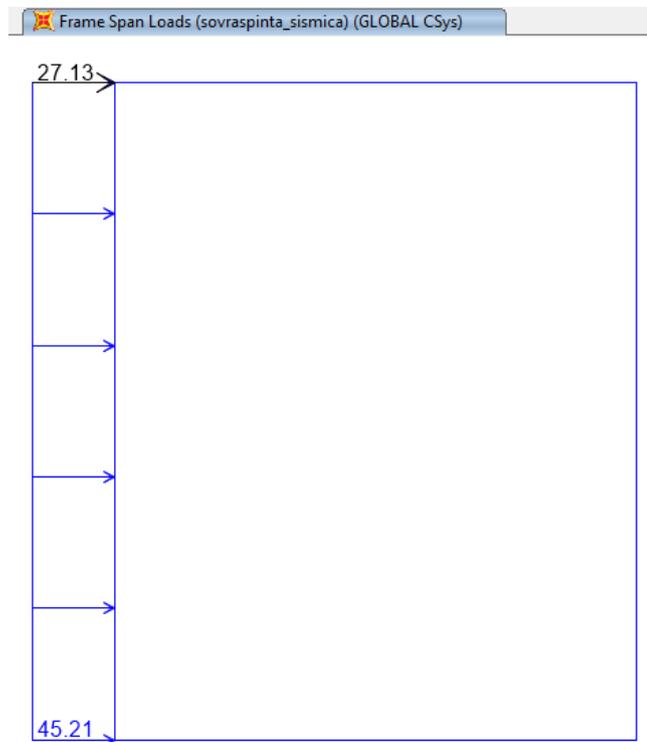


Figura 34 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

7.9.2 Carichi sismici Modello 2

Sisma H		
soletta sup		
$k_h \cdot W_s$	4.32 kN/m ²	peso proprio
$k_h \cdot (W_1 + W_2)$	15.21 kN/m ²	perm portati
	19.53 kN/m ²	totale peso proprio, perm portati
pedritti		
$k_h \cdot W_p$	4.32	peso proprio
soletta intermedia		
$k_h \cdot W_p$	4.32	peso proprio

sovrasp. sismica (Wood)		
h_{scat}	16.95 m	
h_{tot}	21.75 m	altezza scatolare + ricoprim
Δp_d	65.77 kN/m ²	
F_{pd}	39.46 kN/m	forza concentrata agente su metà spessore soletta sup

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	45 di 123

Sisma V	
soletta sup	
$k_v \cdot W_s$	2.16 kN/m ² peso proprio
$k_v \cdot (W_1 + W_2)$	7.60 kN/m ² perm portati
	9.76 kN/m ² totale peso proprio, perm portati
soletta intermedia	
$k_v \cdot W_s$	2.16 kN/m ² peso proprio

Frame Distributed Loads (sisma_orizzontale)

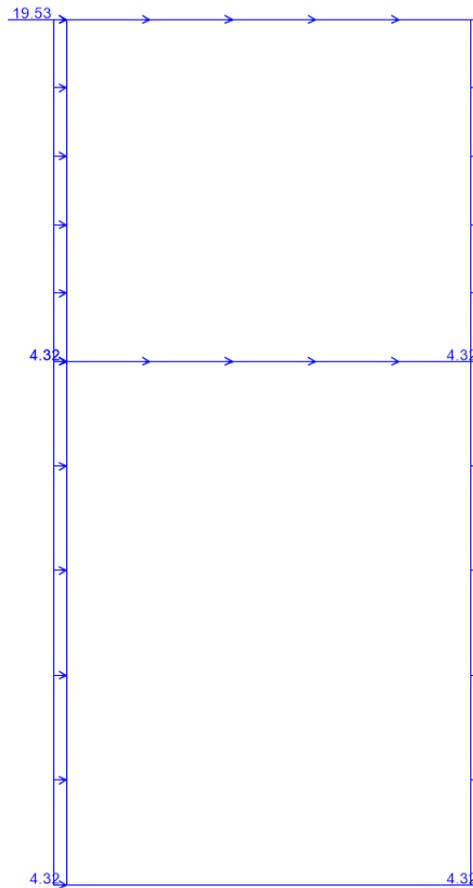


Figura 35 – Sisma orizzontale.

 <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>GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO</p>	<table border="1"> <thead> <tr> <th>COMMESSA</th> <th>LOTTO</th> <th>CODIFICA</th> <th>DOCUMENTO</th> <th>REV.</th> <th>FOGLIO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RS3U</td> <td>40 D 29</td> <td>CL</td> <td>GA0100001</td> <td>B</td> <td>46 di 123</td> </tr> </tbody> </table>	COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO	RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	46 di 123
COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO								
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	46 di 123								

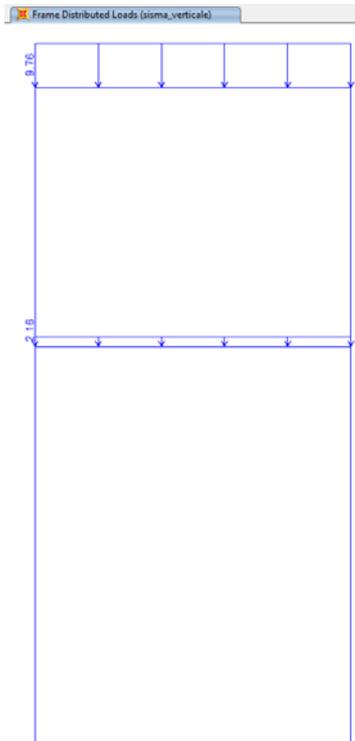


Figura 36 – Sisma verticale.

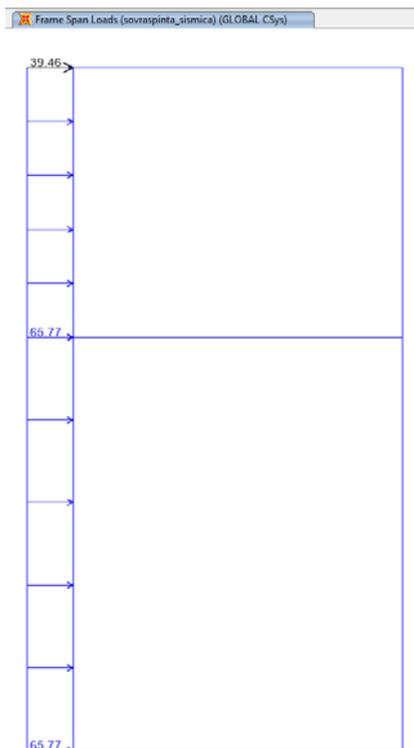


Figura 37 – Incremento di spinta dovuto al sisma.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	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 2.

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 su tutta la soletta inferiore	acc_inf

azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_H
incremento di spinta sul piedritto sinistro dovuto al sisma	sovraspinta_sismica
azione sismica orizzontale dovuta al peso proprio e ai carichi permanenti	sisma_V
spinta dell'acqua sul piedritto sinistro	spinta_acqua_sx
spinta dell'acqua sul piedritto destro	spinta_acqua_dx

Tabella 2 – Riepilogo carichi.

Nelle Tabelle seguenti sono elencate le combinazioni di carico impiegate nelle verifiche.

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu1	slu2	slu3	slu4	slu5	slu6	slu7	slu8	slu9	slu10
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	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1
Q1k_centrato	1.35	0	1.35	1.35	1.35	0	1.35	0	0	1.35
Q1k_piedritto_sx	0	1.35	0	0	0	1.35	0	1.35	0	0
spinta_Q1k_sx	1.35	1.35	0	0	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
frenatura_Q1k	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	0	1.35
termica_uniforme	0	0	-0.9	0	0	0	0	0	0	-0.9
termica_farfalla	0	0	0.9	0	0	0	0	0	0	0.9
ritiro	0	0	1.2	0	0	0	0	0	0	1.2
acc_inf	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_acqua_sx	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35
spinta_acqua_dx	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35	1

Tabella 3 – Combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche (parte 1/4).

combinazioni di carico agli SLU in condizioni statiche										
	slu11	slu12	slu13	slu14	slu15	slu16	slu17	slu18	slu19	slu20
DEAD	1.35	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35
perm_sol_sup	1.35	1	1	1	1	1	1	1.35	1.35	1.35
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.35
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1.35
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

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	50 di 123

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

combinazioni di carico agli SLV										
	sis1	sis2	sis3	sis4	sis5	sis6	sis7	sis8	sis9	sis10
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k_centrato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1k_piedritto_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frenatura_Q1k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0	0	0	0	0	0	0	0	0.5	-0.5
termica_farfalla	0	0	0	0	0	0	0	0	-0.5	0.5
ritiro	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
acc_inf	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.2	0	0
sisma_H	1	1	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3	1	1
sovraspinta_sismica	1	1	0.3	0.3	1	1	0.3	0.3	1	1
sisma_V	0.3	-0.3	1	-1	0.3	-0.3	1	-1	0.3	0.3
spinta_acqua_sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_acqua_dx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Tabella 7 – Combinazioni di carico agli SLV (parte 1/2).

combinazioni di carico agli SLV										
	sis11	sis12	sis13	sis14	sis15	sis16	sis17	sis18	sis19	sis20
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Q1k_centrato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1k_piedritto_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
spinta_Q1k_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
frenatura_Q1k	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
termica_uniforme	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5	0.5	-0.5

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	53 di 123

ballast	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	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
Q1k_centrato	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1k_piedritto_sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
spinta_Q1k_sx	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
frenatura_Q1k	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.75	0.75	0.75	0.75
termica_uniforme	0	-0.6	0.6	0	0	-0.6	-0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	-0.6	-0.6
termica_farfalla	0	0.6	-0.6	0	0	0.6	0.6	-0.6	-0.6	-0.6	-0.6	0.6	0.6
ritiro	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
acc_inf	0	0	0	0.8	0	0.8	0	0.8	0	1	0	1	0
spinta_acqua_sx	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

Tabella 10 – Combinazioni di carico agli SLE RARA (parte 2/2).

combinazioni di carico agli SLE FREQUENTE														
	fre1	fre2	fre3	fre4	fre5	fre6	fre7	fre8	fre9	fre10	fre11	fre12	fre13	fre14
DEAD	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
perm_sol_sup	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
per_sol_inf	1	1	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	1	1
spinta_sx_k0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
spinta_dx_k0	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
Q1k_centrato	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0	0	0	0	0	0
Q1k_piedritto_sx	0	0	0	0	0	0	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
spinta_Q1k_sx	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
frenatura_Q1k	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0	0	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
termica_uniforme	0	-0.6	0.6	0	-0.6	0.6	-0.6	0.6	0	-0.6	0.6	0	-0.6	0.6
termica_farfalla	0	0.6	-0.6	0	0.6	-0.6	0.6	-0.6	0	0.6	-0.6	0	0.6	-0.6
ritiro	0	1	0	0	1	0	1	0	0	1	0	0	1	0
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 11 – 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	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 12 – Combinazioni di carico agli SLE QUASI PERMANENTE.

9. RISULTATI E VERIFICHE

9.1 Risultati e verifiche Modello 1

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

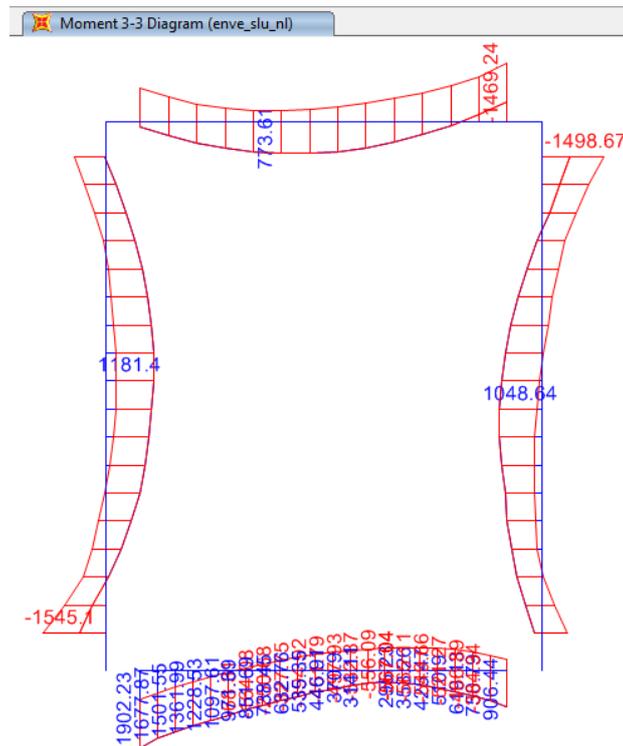


Figura 38 – Momento flettente enve-SLU.

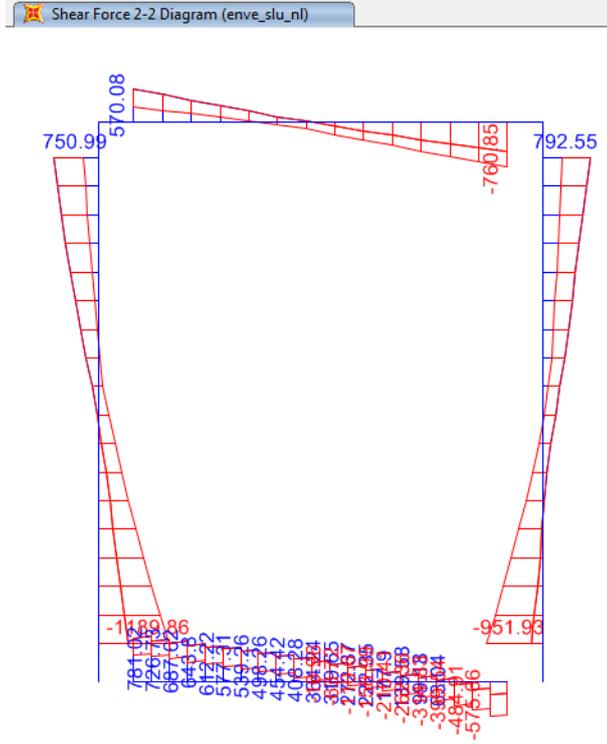


Figura 39 – Taglio enve-SLU.

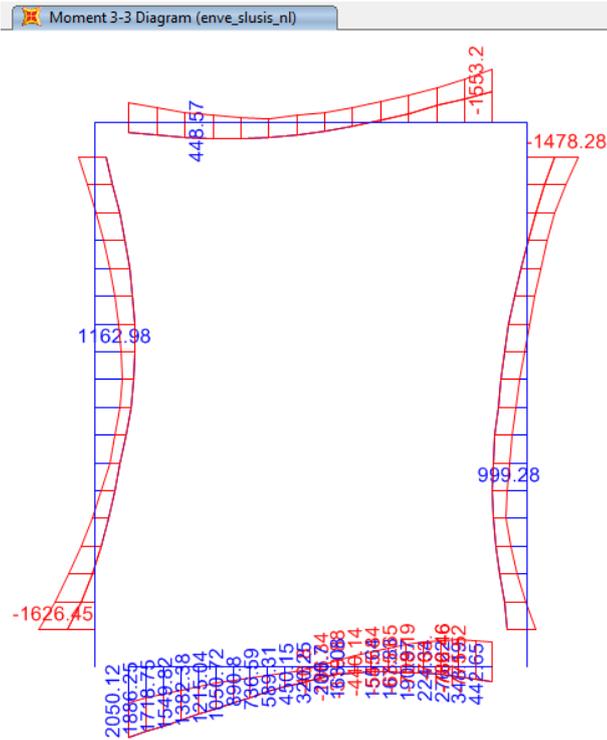


Figura 40 – Momento flettente enve-SLV.

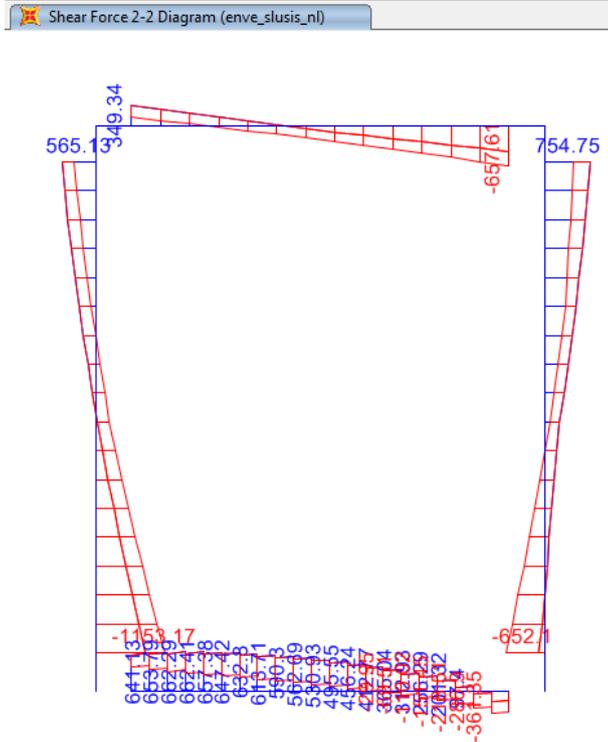


Figura 41 – Taglio enve-SLV.

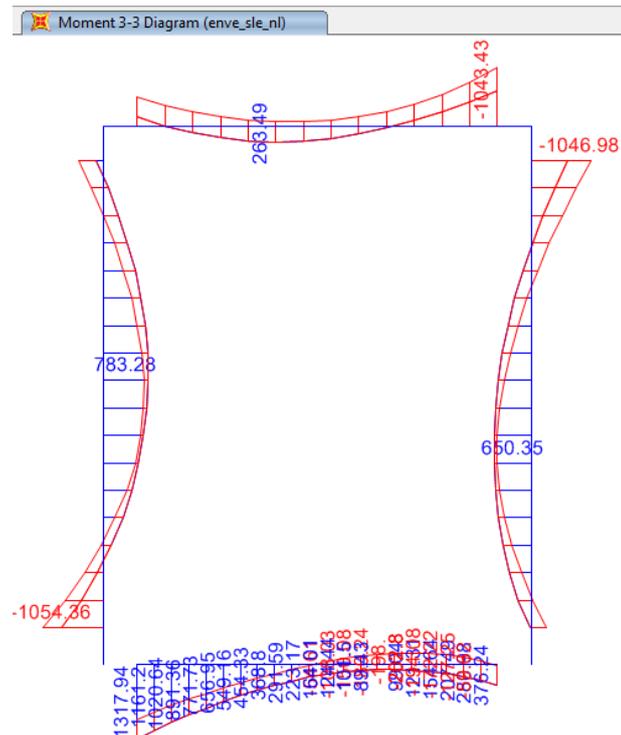


Figura 42 – Momento flettente enve-SLE.

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.2 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	-483.92	24.30	448.57	3	5.45	sis14_nl
M3	min	-832.75	-615.82	-1552.47	3	0.60	sis9_nl
V2	max	-662.17	349.34	-495.25	3	6.90	sis3_nl
V2	min	-509.66	-657.61	-1085.99	3	0.60	sis14_nl
P	max	-476.19	228.87	264.53	3	6.90	sis14_nl
P	min	-832.75	-615.82	-1552.47	3	0.60	sis9_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-344.52	37.54	773.61	3	4.48	slu19_nl
M3	min	-831.81	-760.85	-1469.24	3	0.60	slu35_nl
V2	max	-586.70	570.08	-364.93	3	6.90	slu3_nl
V2	min	-802.06	-760.85	-1306.31	3	0.60	slu5_nl
P	max	-326.10	504.14	117.35	3	6.90	slu19_nl
P	min	-911.76	-661.10	-1099.92	3	0.60	slu7_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-564.45	6.29	263.49	3	4.48	rar2_nl
M3	min	-633.65	-546.72	-1043.43	3	0.60	rar8_nl
V2	max	-578.25	351.92	-321.01	3	6.90	rar1_nl
V2	min	-613.71	-546.72	-934.62	3	0.60	rar1_nl
P	max	-550.80	351.92	-170.50	3	6.90	rar2_nl
P	min	-633.65	-546.72	-1043.43	3	0.60	rar8_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-561.18	12.80	238.23	3	4.48	fre2_nl
M3	min	-621.96	-521.16	-1001.05	3	0.60	fre3_nl
V2	max	-578.39	346.53	-347.63	3	6.90	fre1_nl
V2	min	-604.99	-521.16	-897.71	3	0.60	fre1_nl
P	max	-550.95	346.53	-197.12	3	6.90	fre2_nl
P	min	-621.96	-521.16	-1001.05	3	0.60	fre3_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-554.20	-27.26	146.47	3	3.99	qpe2_nl
M3	min	-592.95	-444.48	-873.09	3	0.60	qpe3_nl
V2	max	-578.81	330.36	-427.49	3	6.90	qpe1_nl
V2	min	-578.81	-444.48	-786.97	3	0.60	qpe1_nl
P	max	-554.20	-444.48	-653.68	3	0.60	qpe2_nl
P	min	-592.95	-444.48	-873.09	3	0.60	qpe3_nl

9.2.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettagonolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00	
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00	daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00	daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200	mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00	daN/cm ²

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	60 di 123

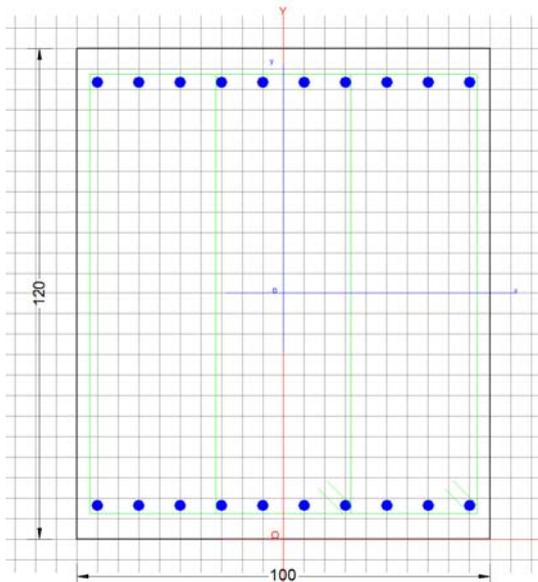
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	34452	77361	3754	0
2	83181	-146924	-76085	0
3	58670	-36493	57008	0
4	80206	-130631	-76085	0
5	32610	11735	50414	0
6	91176	-109992	-66110	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	56445	26349
2	63365	-104343
3	57825	-32101
4	61371	-93462
5	55080	-17050
6	63365	-104343

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	56118	23823 (195563)
2	62196	-100105 (-105118)
3	57839	-34763 (-145593)
4	60499	-89771 (-106614)
5	55095	-19712 (-250074)
6	62196	-100105 (-105118)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	55420	14647 (670868)
2	59295	-87309 (-106764)
3	57881	-42749 (-130643)
4	57881	-78697 (-108419)
5	55420	-65368 (-111876)
6	59295	-87309 (-106764)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	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 Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [S 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	34452	77361	34452	238264	3.080	109.0	0.10	0.70	53.1 (24.0)
2	S	83181	-146924	83200	-263212	1.791	12.3	0.11	0.70	53.1 (24.0)
3	S	58670	-36493	58684	-250696	6.870	11.6	0.10	0.70	53.1 (24.0)
4	S	80206	-130631	80189	-261680	2.003	12.2	0.11	0.70	53.1 (24.0)
5	S	32610	11735	32590	237307	20.222	109.1	0.10	0.70	53.1 (24.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

6 S 91176 -109992 91205 -267282 2.430 12.6 0.11 0.70 53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00086	111.7	-0.03208	8.3
2	0.00350	0.0	0.00114	8.3	-0.02822	111.7
3	0.00350	0.0	0.00100	8.3	-0.03012	111.7
4	0.00350	0.0	0.00113	8.3	-0.02844	111.7
5	0.00350	120.0	0.00084	111.7	-0.03223	8.3
6	0.00350	0.0	0.00119	8.3	-0.02763	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

VerS = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw/d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	3754	51068	434469	88979	100.0 111.7	1.000	1.017	1.0
2	S	-76085	57872	444675	88979	100.0 111.7	1.000	1.041	19.3
3	S	57008	54450	439541	88979	100.0 111.7	1.000	1.029	14.5
4	S	-76085	57457	444052	88979	100.0 111.7	1.000	1.039	19.3
5	S	50414	50811	434083	88979	100.0 111.7	1.000	1.016	12.8
6	S	-66110	58988	446349	88979	100.0 111.7	1.000	1.045	16.8

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	14.0	120.0	0.0	45.5	-105	111.7	15.2	1519	53.1	9.3
2	S	52.3	0.0	0.0	40.1	-1400	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	16.9	0.0	0.0	65.8	-178	8.3	18.1	1811	53.1	9.3
4	S	47.0	0.0	0.0	40.9	-1218	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	63 di 123

5	S	9.7	0.0	0.0	100.7	-16	8.3	6.5	649	53.1	9.3
6	S	52.3	0.0	0.0	40.1	-1400	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00006	0.00011	0.50	0.60	0.000032 (0.000032)	364	0.011 (0.20)	176840
2	S	-0.00078	0.00039	0.50	0.60	0.000420 (0.000420)	411	0.173 (0.20)	-104726
3	S	-0.00010	0.00013	0.50	0.60	0.000053 (0.000053)	389	0.021 (0.20)	-153385
4	S	-0.00068	0.00035	0.50	0.60	0.000365 (0.000365)	411	0.150 (0.20)	-106118
5	S	-0.00001	0.00007	0.50	0.60	0.000005 (0.000005)	292	0.001 (0.20)	-345541
6	S	-0.00078	0.00039	0.50	0.60	0.000420 (0.000420)	411	0.173 (0.20)	-104726

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	12.8	120.0	0.0	40.0	-76	111.7	13.4	1335	53.1	9.3
2	S	50.2	0.0	0.0	40.3	-1333	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	18.2	0.0	0.0	62.4	-217	8.3	19.2	1925	53.1	9.3
4	S	45.2	0.0	0.0	41.2	-1158	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	10.8	0.0	0.0	91.5	-37	8.3	9.7	972	53.1	9.3
6	S	50.2	0.0	0.0	40.3	-1333	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00005	0.00010	0.50	0.60	0.000023 (0.000023)	349	0.008 (0.20)	195563
2	S	-0.00074	0.00038	0.50	0.60	0.000400 (0.000400)	411	0.164 (0.20)	-105118
3	S	-0.00013	0.00014	0.50	0.60	0.000065 (0.000065)	398	0.026 (0.20)	-145593
4	S	-0.00065	0.00034	0.50	0.60	0.000347 (0.000347)	411	0.143 (0.20)	-106614
5	S	-0.00003	0.00008	0.50	0.60	0.000011 (0.000011)	319	0.004 (0.20)	-250074
6	S	-0.00074	0.00038	0.50	0.60	0.000400 (0.000400)	411	0.164 (0.20)	-105118

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	8.8	120.0	0.0	8.1	-1	111.7	3.0	300	53.1	9.3
2	S	44.0	0.0	0.0	41.3	-1123	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	22.3	0.0	0.0	55.1	-345	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	39.9	0.0	0.0	42.6	-978	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	33.4	0.0	0.0	49.6	-752	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	44.0	0.0	0.0	41.3	-1123	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00001	0.00007	0.50	0.40	0.000000 (0.000000)	263	0.000 (0.20)	670868
2	S	-0.00063	0.00033	0.50	0.40	0.000337 (0.000337)	411	0.138 (0.20)	-106764
3	S	-0.00020	0.00017	0.50	0.40	0.000104 (0.000104)	411	0.043 (0.20)	-130643
4	S	-0.00055	0.00030	0.50	0.40	0.000293 (0.000293)	411	0.120 (0.20)	-108419
5	S	-0.00042	0.00025	0.50	0.40	0.000226 (0.000226)	411	0.093 (0.20)	-111876
6	S	-0.00063	0.00033	0.50	0.40	0.000337 (0.000337)	411	0.138 (0.20)	-106764

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.2.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **sol_sup -sisma**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	48392	44857	2430	0
2	83275	-155247	-61582	0
3	66217	-49525	34934	0
4	50966	-108599	-65761	0
5	47619	26453	22887	0
6	83275	-155247	-61582	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copri ferro netto minimo staffe:	2.5	cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	48392	44857	48398	234128	5.219	87.5	0.29	0.80	53.1 (24.0)
2	S	83275	-155247	83283	-249675	1.608	34.6	0.31	0.83	53.1 (24.0)
3	S	66217	-49525	66215	-242110	4.889	33.6	0.30	0.82	53.1 (24.0)
4	S	50966	-108599	50949	-235278	2.166	32.7	0.29	0.81	53.1 (24.0)
5	S	47619	26453	47604	233770	8.837	87.5	0.29	0.80	53.1 (24.0)
6	S	83275	-155247	83283	-249675	1.608	34.6	0.31	0.83	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00080	120.0	0.00060	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00088	0.0	0.00067	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00084	0.0	0.00063	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00081	0.0	0.00060	8.3	-0.00196	111.7
5	0.00080	120.0	0.00060	111.7	-0.00196	8.3
6	0.00088	0.0	0.00067	8.3	-0.00196	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	22.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver	S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	2430	53015	437389	88979 100.0	111.7	1.000	1.024	0.6
2	S	-61582	57885	444694	88979 100.0	111.7	1.000	1.041	15.7
3	S	34934	55503	441122	88979 100.0	111.7	1.000	1.032	8.9
4	S	-65761	53374	437928	88979 100.0	111.7	1.000	1.025	16.7
5	S	22887	52907	437227	88979 100.0	111.7	1.000	1.023	5.8
6	S	-61582	57885	444694	88979 100.0	111.7	1.000	1.041	15.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.3 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	-350.99	-32.34	1162.18	1	5.50	sis12_nl
M3	min	-578.72	-1025.98	-1626.45	1	0.65	sis14_nl
V2	max	-709.21	754.29	-1477.86	2	8.90	sis9_nl
V2	min	-496.53	-1153.17	-1558.69	1	0.65	sis12_nl
P	max	-249.10	523.12	275.16	1	8.90	sis12_nl
P	min	-1007.46	-100.29	585.65	2	0.65	sis14_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-477.83	-40.41	1181.40	1	5.02	slu13_nl
M3	min	-926.17	-1189.86	-1545.10	1	0.65	slu10_nl
V2	max	-800.93	792.55	-1035.56	2	8.90	slu7_nl
V2	min	-926.17	-1189.86	-1545.10	1	0.65	slu10_nl
P	max	-361.39	638.76	-205.76	1	8.90	slu12_nl
P	min	-1354.61	-633.96	-198.63	2	0.65	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-563.60	-17.31	783.28	1	5.02	rar12_nl
M3	min	-702.93	-861.06	-1054.36	1	0.65	rar2_nl
V2	max	-650.30	563.68	-1046.98	2	8.90	rar8_nl
V2	min	-702.93	-861.06	-1054.36	1	0.65	rar2_nl
P	max	-447.16	500.17	-374.78	1	8.90	rar10_nl
P	min	-897.72	-470.39	-35.45	2	0.65	rar1_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-563.60	-21.02	773.48	1	5.02	fre2_nl
M3	min	-694.59	-847.79	-1010.32	1	0.65	fre2_nl
V2	max	-621.79	551.14	-995.91	2	8.90	fre3_nl
V2	min	-694.59	-847.79	-1010.32	1	0.65	fre2_nl
P	max	-422.15	459.69	-206.59	1	8.90	fre7_nl
P	min	-869.22	-479.96	-67.01	2	0.65	fre1_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-538.59	4.59	764.36	1	5.02	qpe2_nl
M3	min	-669.58	-805.15	-870.39	1	0.65	qpe2_nl
V2	max	-536.27	519.61	-838.21	2	8.90	qpe3_nl
V2	min	-669.58	-805.15	-870.39	1	0.65	qpe2_nl
P	max	-422.15	487.13	-340.64	1	8.90	qpe1_nl
P	min	-783.70	-508.67	-161.70	2	0.65	qpe1_nl

9.3.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Condizioni Ambientali:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Stati Limite Ultimi

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Poco aggressive

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C30/37

Resistenza compress. di progetto fcd:

170.00 daN/cm²

Resistenza compress. ridotta fcd':

85.00 daN/cm²

Deform. unitaria max resistenza ec2:

0.0020

Deformazione unitaria ultima ecu:

0.0035

Diagramma tensioni-deformaz.:

Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec:

328360 daN/cm²

Resis. media a trazione fctm:

29.00 daN/cm²

Coeff.Omogen. S.L.E.:

15.00

Sc limite S.L.E. comb. Rare:

165.00 daN/cm²

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:

165.00 daN/cm²

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:

0.200 mm

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	68 di 123

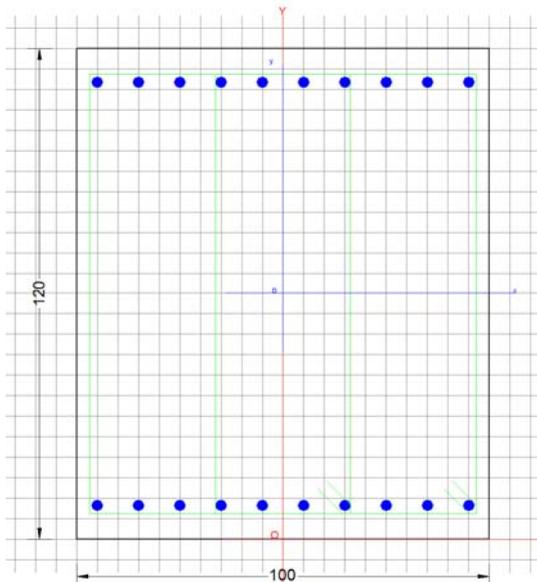
Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti: 120.00 daN/cm²
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. β1*β2:	1.00
Coeff. Aderenza differito β1*β2:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	47783	118140	-4041	0
2	92617	-154510	-118986	0
3	80093	-103556	79255	0
4	92617	-154510	-118986	0
5	36139	-20576	63876	0
6	135461	-19863	-63396	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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

NSforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	56360	78328
2	70293	-105436
3	65030	-104698
4	70293	-105436
5	44716	-37478
6	89772	-3545

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	56360	77348 (108216)
2	69459	-101032 (-107007)
3	62179	-99591 (-105203)
4	69459	-101032 (-107007)
5	42215	-20659 (-169335)
6	86922	-6701 (0)

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

N Sforzo normale [daN] applicato nel baricentro (positivo se di compress.)

Mx Coppia [daNm] applicata all'asse x baricentrico (tra parentesi il Momento di fessurazione)
con verso positivo se tale da comprimere il lembo superiore della sezione

N°Comb.	N	Mx
1	53859	76436 (107507)
2	66958	-87039 (-109436)
3	53627	-83821 (-105638)
4	66958	-87039 (-109436)
5	42215	-34064 (-125859)
6	78370	-16170 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	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 Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)

Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico

N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)

Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico

Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)

Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000

Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.

x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [S 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45

C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]

As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	47783	118140	47779	245108	2.075	108.7	0.10	0.70	53.1 (24.0)
2	S	92617	-154510	92636	-268009	1.735	12.6	0.11	0.70	53.1 (24.0)
3	S	80093	-103556	80083	-261627	2.526	12.2	0.11	0.70	53.1 (24.0)
4	S	92617	-154510	92636	-268009	1.735	12.6	0.11	0.70	53.1 (24.0)
5	S	36139	-20576	36158	-239141	11.622	11.0	0.10	0.70	53.1 (24.0)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	70 di 123

6 S 135461 -19863 135474 -289636 14.582 14.0 0.13 0.70 53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00094	111.7	-0.03099	8.3
2	0.00350	0.0	0.00120	8.3	-0.02752	111.7
3	0.00350	0.0	0.00113	8.3	-0.02845	111.7
4	0.00350	0.0	0.00120	8.3	-0.02752	111.7
5	0.00350	0.0	0.00087	8.3	-0.03194	111.7
6	0.00350	0.0	0.00142	8.3	-0.02448	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
N.Bracci staffe: 4
Area staffe/m : 45.2 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	-4041	52929	437261	177958	100.0 111.7	1.000	1.023	1.0
2	S	-118986	59189	446651	177958	100.0 111.7	1.000	1.045	30.2
3	S	79255	57441	444028	177958	100.0 111.7	1.000	1.039	20.1
4	S	-118986	59189	446651	177958	100.0 111.7	1.000	1.045	30.2
5	S	63876	51304	434822	177958	100.0 111.7	1.000	1.018	16.2
6	S	-63396	65172	455624	177958	100.0 111.7	1.000	1.066	16.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	39.6	120.0	0.0	77.9	-983	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	53.1	0.0	0.0	41.1	-1366	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	52.5	0.0	0.0	40.3	-1394	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	53.1	0.0	0.0	41.1	-1366	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	19.4	0.0	0.0	51.6	-342	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	7.7	0.0	5.5	120.0	84	8.3	0.0	2075	0.0	0.0

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	71 di 123

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00055	0.00030	0.50	0.60	0.000295 (0.000295)	411	0.121 (0.20)	107946
2	S	-0.00076	0.00040	0.50	0.60	0.000410 (0.000410)	411	0.168 (0.20)	-106406
3	S	-0.00078	0.00039	0.50	0.60	0.000418 (0.000418)	411	0.172 (0.20)	-105113
4	S	-0.00076	0.00040	0.50	0.60	0.000410 (0.000410)	411	0.168 (0.20)	-106406
5	S	-0.00019	0.00015	0.50	0.60	0.000103 (0.000103)	411	0.042 (0.20)	-124031
6	S	0.00006	0.00004	----	----	----	----	----	0

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	39.1	120.0	0.0	77.8	-965	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	50.9	0.0	0.0	41.5	-1293	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	49.9	0.0	0.0	40.4	-1323	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	50.9	0.0	0.0	41.5	-1293	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	10.8	0.0	0.0	74.4	-91	8.3	16.0	1602	53.1	9.3
6	S	8.5	0.0	4.2	120.0	68	8.3	0.0	2075	0.0	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00054	0.00029	0.50	0.60	0.000290 (0.000290)	411	0.119 (0.20)	108216
2	S	-0.00072	0.00038	0.50	0.60	0.000388 (0.000388)	411	0.159 (0.20)	-107007
3	S	-0.00074	0.00037	0.50	0.60	0.000397 (0.000397)	411	0.163 (0.20)	-105203
4	S	-0.00072	0.00038	0.50	0.60	0.000388 (0.000388)	411	0.159 (0.20)	-107007
5	S	-0.00005	0.00008	0.50	0.60	0.000027 (0.000027)	371	0.010 (0.20)	-169335
6	S	0.00006	0.00003	----	----	----	----	----	0

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	38.6	120.0	0.0	78.2	-968	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	44.3	0.0	0.0	43.2	-1059	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	42.1	0.0	0.0	40.6	-1104	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	44.3	0.0	0.0	43.2	-1059	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	17.7	0.0	0.0	52.6	-300	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	11.0	0.0	0.6	120.0	19	8.3	0.0	2075	0.0	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00054	0.00029	0.50	0.40	0.000290 (0.000290)	411	0.119 (0.20)	107507
2	S	-0.00059	0.00033	0.50	0.40	0.000318 (0.000318)	411	0.130 (0.20)	-109436
3	S	-0.00062	0.00032	0.50	0.40	0.000331 (0.000331)	411	0.136 (0.20)	-105638
4	S	-0.00059	0.00033	0.50	0.40	0.000318 (0.000318)	411	0.130 (0.20)	-109436
5	S	-0.00017	0.00013	0.50	0.40	0.000090 (0.000090)	411	0.037 (0.20)	-125859
6	S	0.00008	0.00000	----	----	----	----	----	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.3.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: pied - sisma

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito	

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	35099	116218	-3234	0
2	57872	-162645	-102598	0
3	70921	-147786	75429	0
4	49653	-155869	-115317	0
5	24910	27516	52312	0
6	100746	58565	-10029	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copri ferro netto minimo staffe:	2.5	cm

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	73 di 123

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

Ver S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
 N Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
 Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
 Mx re Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
 Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx)
 Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
 Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
 x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
 C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
 As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	35099	116218	35099	228114	1.963	88.3	0.28	0.79	53.1 (24.0)
2	S	57872	-162645	57853	-238375	1.466	33.1	0.30	0.81	53.1 (24.0)
3	S	70921	-147786	70927	-244207	1.652	33.9	0.30	0.82	53.1 (24.0)
4	S	49653	-155869	49646	-234690	1.506	32.6	0.29	0.80	53.1 (24.0)
5	S	24910	27516	24901	223466	8.121	88.9	0.28	0.79	53.1 (24.0)
6	S	100746	58565	100722	257324	4.394	84.4	0.32	0.84	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00078	120.0	0.00057	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00082	0.0	0.00062	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00085	0.0	0.00064	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00081	0.0	0.00060	8.3	-0.00196	111.7
5	0.00075	120.0	0.00055	111.7	-0.00196	8.3
6	0.00091	120.0	0.00070	111.7	-0.00196	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 45.2 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast	
1	S	-3234	51158	434605	177958	100.0	111.7	1.000	1.017	0.8
2	S	-102598	54338	439374	177958	100.0	111.7	1.000	1.028	26.1
3	S	75429	56160	442107	177958	100.0	111.7	1.000	1.035	19.2
4	S	-115317	53191	437653	177958	100.0	111.7	1.000	1.024	29.3
5	S	52312	49736	432471	177958	100.0	111.7	1.000	1.012	13.3
6	S	-10029	60324	448353	177958	100.0	111.7	1.000	1.049	2.5

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.4 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	-1486.61	533.85	2050.12	414	0.00	sis12_nl
M3	min	-1336.89	91.29	-786.46	432	0.30	sis14_nl
V2	max	-1336.89	662.41	1208.98	417	0.30	sis14_nl
V2	min	-1150.91	-361.35	326.68	434	0.00	sis3_nl
P	max	-1136.77	442.57	1046.96	414	0.00	sis13_nl
P	min	-1486.61	533.85	2050.12	414	0.00	sis12_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1605.68	733.80	1902.23	414	0.00	slu10_nl
M3	min	-682.62	56.94	-567.04	428	0.30	slu20_nl
V2	max	-1591.88	781.02	1551.71	414	0.30	slu31_nl
V2	min	-1078.46	-575.66	539.11	434	0.00	slu3_nl
P	max	-682.62	532.08	714.37	414	0.00	slu20_nl
P	min	-1605.68	733.80	1902.23	414	0.00	slu10_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1169.07	510.08	1317.94	414	0.00	rar2_nl
M3	min	-1124.66	25.90	-202.80	429	0.30	rar3_nl
V2	max	-1169.07	534.83	1161.20	414	0.30	rar2_nl
V2	min	-1169.07	-340.52	103.16	434	0.00	rar2_nl
P	max	-1105.99	448.32	1097.40	414	0.00	rar10_nl
P	min	-1169.07	510.08	1317.94	414	0.00	rar2_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1154.11	492.95	1274.09	414	0.00	fre2_nl
M3	min	-1109.70	14.81	-164.90	429	0.30	fre3_nl
V2	max	-1154.11	517.69	1122.49	414	0.30	fre2_nl
V2	min	-1154.11	-337.44	147.61	434	0.00	fre2_nl
P	max	-1064.82	432.35	979.13	414	0.00	fre8_nl
P	min	-1154.11	492.95	1274.09	414	0.00	fre2_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1106.40	441.02	1133.17	414	0.00	qpe2_nl
M3	min	-1067.65	18.24	-51.22	428	0.30	qpe3_nl
V2	max	-1106.40	465.76	997.16	414	0.30	qpe2_nl
V2	min	-1106.40	-327.68	271.76	434	0.00	qpe2_nl
P	max	-1067.65	432.87	988.51	414	0.00	qpe3_nl
P	min	-1106.40	441.02	1133.17	414	0.00	qpe2_nl

9.4.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Stati Limite Ultimi
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	76 di 123

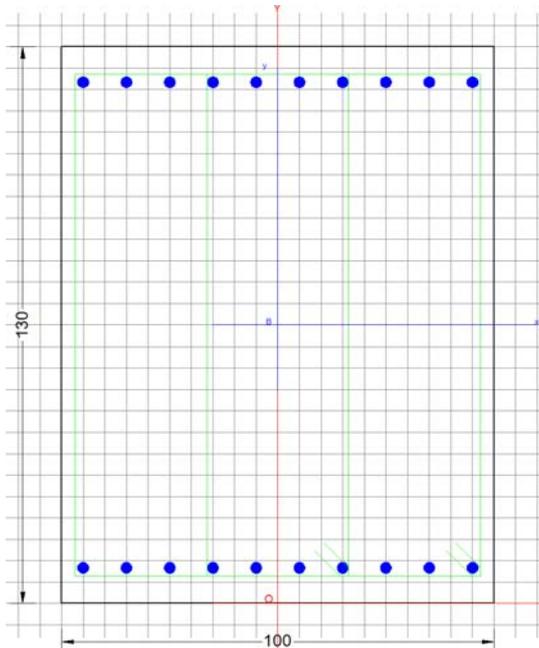
Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.: 0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:	B450C
Resist. caratt. a snervamento f_{yk} :	4500.0 daN/cm ²
Resist. caratt. a rottura f_{tk} :	4500.0 daN/cm ²
Resist. a snerv. di progetto f_{yd} :	3913.0 daN/cm ²
Resist. ultima di progetto f_{td} :	3913.0 daN/cm ²
Deform. ultima di progetto E_{pu} :	0.068
Modulo Elastico E_f :	2000000 daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
Coeff. Aderenza istant. $\beta_1 \cdot \beta_2$:	1.00
Coeff. Aderenza differito $\beta_1 \cdot \beta_2$:	0.50
Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	160568	190223	73380	0
2	68262	-56704	5694	0
3	159188	155171	78102	0
4	107846	53911	-57566	0
5	68262	71437	53208	0
6	160568	190223	73380	0

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	77 di 123

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	116907	131794
2	112466	-20280
3	116907	116120
4	116907	10316
5	110599	109740
6	116907	131794

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	115411	127409 (134658)
2	110970	-16490 (0)
3	115411	112249 (140112)
4	115411	14761 (0)
5	106482	97913 (142920)
6	115411	127409 (134658)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	110640	113317 (137750)
2	106765	-5122 (0)
3	110640	99716 (143992)
4	110640	27176 (0)
5	106765	98851 (142561)
6	110640	113317 (137750)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	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 Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X, Y, O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette) [§ 4.1.1.1 NTC]; deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1) NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	160568	190223	160570	330971	1.740	115.1	0.12	0.70	53.1 (26.0)
2	S	68262	-56704	68267	-279784	4.934	11.9	0.10	0.70	53.1 (26.0)
3	S	159188	155171	159172	330208	2.128	115.2	0.12	0.70	53.1 (26.0)
4	S	107846	53911	107874	301902	5.600	116.9	0.11	0.70	53.1 (26.0)
5	S	68262	71437	68267	279784	3.917	118.1	0.10	0.70	53.1 (26.0)

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

6 S 160568 190223 160570 330971 1.740 115.1 0.12 0.70 53.1 (26.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	130.0	0.00154	121.7	-0.02518	8.3
2	0.00350	0.0	0.00106	8.3	-0.03231	121.7
3	0.00350	130.0	0.00154	121.7	-0.02528	8.3
4	0.00350	130.0	0.00128	121.7	-0.02908	8.3
5	0.00350	130.0	0.00106	121.7	-0.03231	8.3
6	0.00350	130.0	0.00154	121.7	-0.02518	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	73380	70915	499325	96945	100.0 121.7	1.000	1.073	17.1
2	S	5694	57953	479882	96945	100.0 121.7	1.000	1.031	1.3
3	S	78102	70722	499034	96945	100.0 121.7	1.000	1.072	18.2
4	S	-57566	63512	488220	96945	100.0 121.7	1.000	1.049	13.4
5	S	53208	57953	479882	96945	100.0 121.7	1.000	1.031	12.4
6	S	73380	70915	499325	96945	100.0 121.7	1.000	1.073	17.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	59.0	130.0	0.0	80.4	-1288	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	13.3	0.0	13.3	0.0	42	8.3	0.0	2075	0.0	0.0
3	S	52.2	130.0	0.0	77.6	-1036	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	10.9	130.0	5.1	0.0	83	121.7	0.0	2075	0.0	0.0
5	S	49.4	130.0	0.0	77.6	-978	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	59.0	130.0	0.0	80.4	-1288	121.7	20.8	2075	53.1	9.3

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	79 di 123

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00072	0.00044	0.50	0.60	0.000386 (0.000386)	411	0.159 (0.20)	133858
2	S	0.00010	0.00002	----	----	----	----	----	0
3	S	-0.00058	0.00039	0.50	0.60	0.000311 (0.000311)	411	0.128 (0.20)	139127
4	S	0.00004	0.00008	----	----	----	----	----	0
5	S	-0.00055	0.00037	0.50	0.60	0.000294 (0.000294)	411	0.121 (0.20)	139175
6	S	-0.00072	0.00044	0.50	0.60	0.000386 (0.000386)	411	0.159 (0.20)	133858

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre	
1	S	57.1	130.0	0.0	80.0	-1228	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	12.2	0.0	3.0	130.0	54	8.3	0.0	2075	0.0	0.0
3	S	50.5	130.0	0.0	77.1	-985	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	12.0	130.0	3.8	0.0	65	121.7	0.0	2075	0.0	0.0
5	S	44.2	130.0	0.0	75.6	-820	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	57.1	130.0	0.0	80.0	-1228	121.7	20.8	2075	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00068	0.00043	0.50	0.60	0.000368 (0.000368)	411	0.151 (0.20)	134658
2	S	0.00009	0.00002	----	----	----	----	----	0
3	S	-0.00055	0.00038	0.50	0.60	0.000296 (0.000296)	411	0.121 (0.20)	140112
4	S	0.00003	0.00009	----	----	----	----	----	0
5	S	-0.00046	0.00033	0.50	0.60	0.000246 (0.000246)	411	0.101 (0.20)	142920
6	S	-0.00068	0.00043	0.50	0.60	0.000368 (0.000368)	411	0.151 (0.20)	134658

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	50.9	130.0	0.0	78.3	-1035	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	8.7	0.0	5.9	130.0	91	8.3	0.0	2075	0.0	0.0
3	S	45.0	130.0	0.0	75.0	-820	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	15.1	130.0	0.0	0.0	15	121.7	0.0	2075	0.0	0.0
5	S	44.6	130.0	0.0	75.8	-833	121.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	50.9	130.0	0.0	78.3	-1035	121.7	20.8	2075	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00058	0.00038	0.50	0.40	0.000311 (0.000311)	411	0.128 (0.20)	137750
2	S	0.00007	0.00004	----	----	----	----	----	0
3	S	-0.00046	0.00034	0.50	0.40	0.000246 (0.000246)	411	0.101 (0.20)	143992
4	S	0.00000	0.00011	----	----	----	----	----	0
5	S	-0.00047	0.00033	0.50	0.40	0.000250 (0.000250)	411	0.103 (0.20)	142561
6	S	-0.00058	0.00038	0.50	0.40	0.000311 (0.000311)	411	0.128 (0.20)	137750

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.4.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: **so_inf - sisma**

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00	daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00	daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020	
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035	
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo	
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068	
	Modulo Elastico Ef:	2000000	daN/cm ²
Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito		

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	130.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	148661	205012	53385	0
2	133689	-78646	9129	0
3	133689	120898	66241	0
4	115091	32668	-36135	0
5	113677	104696	44257	0
6	148661	205012	53385	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copri ferro netto minimo staffe:	2.5	cm

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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

Ver	S = combinazione verificata / N = combin. non verificata
N	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette) § 4.1.1.1 NTC: non richiesto per calcolo non dissipativo
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	148661	205012	148676	304163	1.484	89.9	0.33	0.85	53.1 (26.0)
2	S	133689	-78646	133689	-297165	3.779	39.3	0.32	0.84	53.1 (26.0)
3	S	133689	120898	133689	297165	2.458	90.7	0.32	0.84	53.1 (26.0)
4	S	115091	32668	115096	288398	8.828	91.7	0.31	0.83	53.1 (26.0)
5	S	113677	104696	113666	287719	2.748	91.8	0.31	0.83	53.1 (26.0)
6	S	148661	205012	148676	304163	1.484	89.9	0.33	0.85	53.1 (26.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00096	130.0	0.00076	121.7	-0.00196	8.3
2	0.00093	0.0	0.00074	8.3	-0.00196	121.7
3	0.00093	130.0	0.00074	121.7	-0.00196	8.3
4	0.00090	130.0	0.00070	121.7	-0.00196	8.3
5	0.00089	130.0	0.00070	121.7	-0.00196	8.3
6	0.00096	130.0	0.00076	121.7	-0.00196	8.3

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	22.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

VerS	= comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt	
1	S	53385	69243	496817	96945	100.0	121.7	1.000	1.067	12.5
2	S	9129	67141	493663	96945	100.0	121.7	1.000	1.060	2.1
3	S	66241	67141	493663	96945	100.0	121.7	1.000	1.060	15.5
4	S	-36135	64529	489746	96945	100.0	121.7	1.000	1.052	8.4
5	S	44257	64331	489448	96945	100.0	121.7	1.000	1.051	10.3
6	S	53385	69243	496817	96945	100.0	121.7	1.000	1.067	12.5

9.5 Risultati e verifiche Modello 2

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.

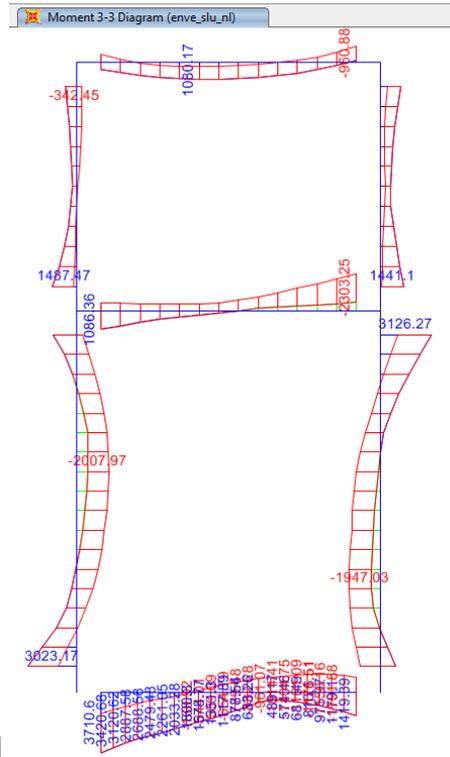


Figura 43 – Momento flettente enve-SLU.

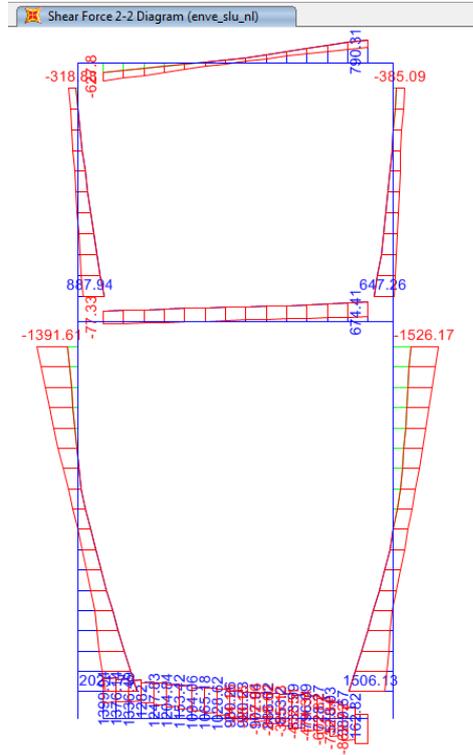


Figura 44 – Taglio enve-SLU.

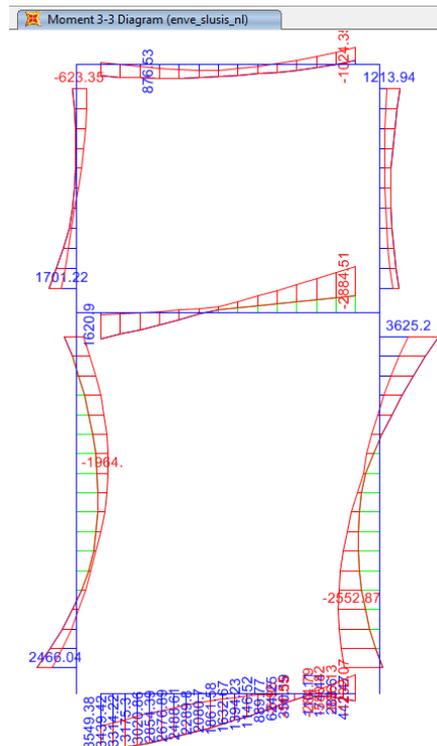


Figura 45 – Momento flettente enve-SLV.

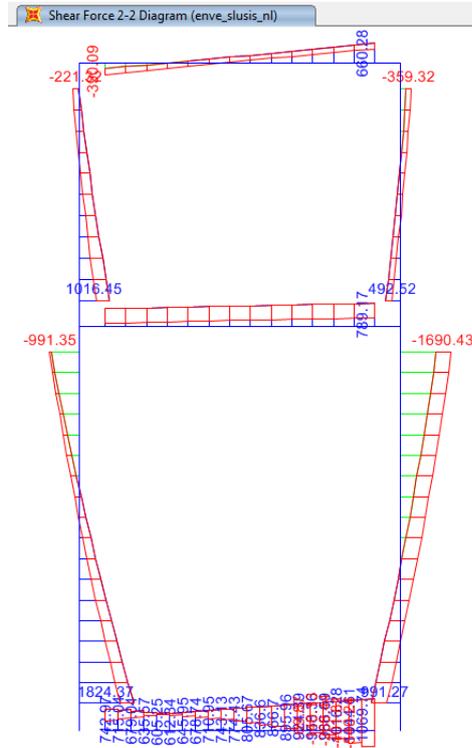


Figura 46 – Taglio enve-SLV.

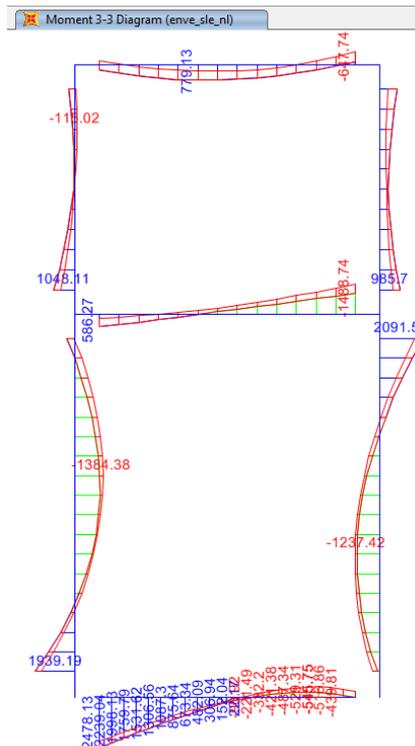


Figura 47 – Momento flettente enve-SLE.

9.6 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	-248.75	-11.02	876.53	1	2.05	sis16_nl
M3	min	-448.46	660.28	-1024.35	1	6.90	sis9_nl
V2	max	-413.25	660.28	-903.71	1	6.90	sis1_nl
V2	min	-317.50	-390.10	-16.13	1	0.60	sis3_nl
P	max	-215.17	-193.95	723.19	1	0.60	sis18_nl
P	min	-448.46	660.28	-1024.35	1	6.90	sis9_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-288.76	-14.72	1080.17	1	3.02	slu10_nl
M3	min	-484.28	790.29	-960.88	1	6.90	slu35_nl
V2	max	-484.11	790.31	-960.81	1	6.90	slu18_nl
V2	min	-240.67	-627.80	81.51	1	0.60	slu3_nl
P	max	-184.88	-559.78	230.98	1	0.60	slu22_nl
P	min	-484.28	790.29	-960.88	1	6.90	slu35_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-223.11	-27.18	779.13	1	3.02	rar6_nl
M3	min	-362.97	569.16	-647.74	1	6.90	rar3_nl
V2	max	-362.97	569.16	-647.74	1	6.90	rar3_nl
V2	min	-210.36	-399.87	261.75	1	0.60	rar6_nl
P	max	-209.29	-393.09	244.83	1	0.60	rar12_nl
P	min	-362.97	569.16	-647.74	1	6.90	rar3_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-219.85	-31.41	758.29	1	3.02	fre2_nl
M3	min	-353.93	547.25	-617.24	1	6.90	fre3_nl
V2	max	-353.93	547.25	-617.24	1	6.90	fre3_nl
V2	min	-210.29	-393.07	244.01	1	0.60	fre2_nl
P	max	-207.13	-372.69	193.38	1	0.60	fre7_nl
P	min	-353.93	547.25	-617.24	1	6.90	fre3_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-214.18	21.57	679.72	1	3.51	qpe2_nl
M3	min	-318.91	481.54	-500.99	1	6.90	qpe3_nl
V2	max	-283.66	481.54	-380.32	1	6.90	qpe1_nl
V2	min	-283.66	-372.69	-37.45	1	0.60	qpe1_nl
P	max	-214.18	-372.69	169.25	1	0.60	qpe2_nl
P	min	-318.91	-372.69	-158.12	1	0.60	qpe3_nl

9.6.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Tipologia sezione:	Rettangolare
Forma della sezione:	A Sforzo Norm. costante
Percorso sollecitazione:	Poco aggressive
Condizioni Ambientali:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento Sforzi assegnati:	Zona non sismica
Riferimento alla sismicit�:	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

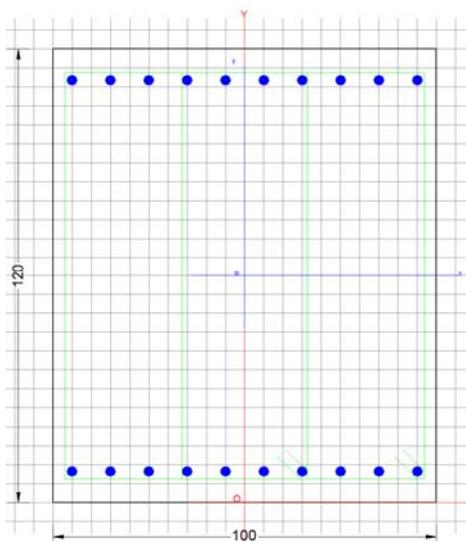
CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	87 di 123

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	28876	108017	-1472	0
2	48428	-96088	79029	0
3	48411	-96081	79031	0
4	24067	8151	-62780	0
5	18488	23098	-55978	0
6	48428	-96088	79029	0

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	22311	77913
2	36297	-64774
3	36297	-64774
4	21036	26175
5	20929	24483
6	36297	-64774

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

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

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	88 di 123

N°Comb.	N	Mx
1	21985	75829 (96583)
2	35393	-61724 (-103792)
3	35393	-61724 (-103792)
4	21029	24401 (112322)
5	20713	19338 (119445)
6	35393	-61724 (-103792)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	21418	67972 (97182)
2	31891	-50099 (-105547)
3	28366	-38032 (-108729)
4	28366	-3745 (0)
5	21418	16925 (126920)
6	31891	-15812 (-167427)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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 Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	28876	108017	28895	235408	2.179	109.2	0.10	0.70	53.1 (24.0)
2	S	48428	-96088	48408	-245431	2.554	11.4	0.10	0.70	53.1 (24.0)
3	S	48411	-96081	48408	-245431	2.554	11.4	0.10	0.70	53.1 (24.0)
4	S	24067	8151	24049	232915	28.575	109.3	0.10	0.70	53.1 (24.0)
5	S	18488	23098	18470	230039	9.959	109.4	0.09	0.70	53.1 (24.0)
6	S	48428	-96088	48408	-245431	2.554	11.4	0.10	0.70	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00082	111.7	-0.03253	8.3
2	0.00350	0.0	0.00094	8.3	-0.03094	111.7
3	0.00350	0.0	0.00094	8.3	-0.03094	111.7
4	0.00350	120.0	0.00079	111.7	-0.03293	8.3
5	0.00350	120.0	0.00076	111.7	-0.03341	8.3
6	0.00350	0.0	0.00094	8.3	-0.03094	111.7

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe:	12	mm	
Passo staffe:	20.0	cm	[Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
N.Bracci staffe:	4		
Area staffe/m :	22.6	cm ² /m	[Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm ² /m]

VERIFICHE A TAGLIO

VerS = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata	
Ved	Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
Vrd	Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
Vcd	Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd	Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
bw d	Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro Altezza utile sezione
Ctg	Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
Acw	Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
Ast	Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm ² /m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	-1472	50290	433301	88979 100.0	111.7	1.000	1.014	0.4
2	S	79029	53020	437396	88979 100.0	111.7	1.000	1.024	20.1
3	S	79031	53017	437393	88979 100.0	111.7	1.000	1.024	20.1
4	S	-62780	49618	432294	88979 100.0	111.7	1.000	1.012	16.0
5	S	-55978	48839	431126	88979 100.0	111.7	1.000	1.009	14.2
6	S	79029	53020	437396	88979 100.0	111.7	1.000	1.024	20.1

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	37.7	120.0	0.0	85.2	-1249	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	32.3	0.0	0.0	39.3	-893	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	32.3	0.0	0.0	39.3	-893	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	13.3	120.0	0.0	76.4	-312	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	12.5	120.0	0.0	75.2	-282	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	32.3	0.0	0.0	39.3	-893	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00069	0.00028	0.50	0.60	0.000375 (0.000375)	411	0.154 (0.20)	96499
2	S	-0.00050	0.00024	0.50	0.60	0.000268 (0.000268)	411	0.110 (0.20)	-103437
3	S	-0.00050	0.00024	0.50	0.60	0.000268 (0.000268)	411	0.110 (0.20)	-103437
4	S	-0.00017	0.00010	0.50	0.60	0.000093 (0.000093)	411	0.038 (0.20)	110491

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	90 di 123

5	S	-0.00016	0.00009	0.50	0.60	0.000085 (0.000085)	411	0.035 (0.20)	112099
6	S	-0.00050	0.00024	0.50	0.60	0.000268 (0.000268)	411	0.110 (0.20)	-103437

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	36.7	120.0	0.0	85.1	-1213	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	30.9	0.0	0.0	39.8	-845	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	30.9	0.0	0.0	39.8	-845	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	12.5	120.0	0.0	75.1	-280	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
5	S	10.0	120.0	0.0	71.0	-193	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	30.9	0.0	0.0	39.8	-845	8.3	20.8	2075	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00067	0.00028	0.50	0.60	0.000364 (0.000364)	411	0.149 (0.20)	96583
2	S	-0.00047	0.00023	0.50	0.60	0.000253 (0.000253)	411	0.104 (0.20)	-103792
3	S	-0.00047	0.00023	0.50	0.60	0.000253 (0.000253)	411	0.104 (0.20)	-103792
4	S	-0.00016	0.00009	0.50	0.60	0.000084 (0.000084)	411	0.034 (0.20)	112322
5	S	-0.00011	0.00007	0.50	0.60	0.000058 (0.000058)	411	0.024 (0.20)	119445
6	S	-0.00047	0.00023	0.50	0.60	0.000253 (0.000253)	411	0.104 (0.20)	-103792

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	33.0	120.0	0.0	84.7	-1073	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
2	S	25.2	0.0	0.0	40.8	-661	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	19.4	0.0	0.0	47.8	-467	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	3.3	0.0	0.9	120.0	16	8.3	0.0	0	0.0	0.0
5	S	8.8	120.0	0.0	66.8	-146	111.7	20.8	2075	53.1	9.3
6	S	8.3	0.0	0.0	73.8	-71	8.3	16.2	1624	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00059	0.00025	0.50	0.40	0.000322 (0.000322)	411	0.132 (0.20)	97182
2	S	-0.00037	0.00019	0.50	0.40	0.000198 (0.000198)	411	0.081 (0.20)	-105547
3	S	-0.00026	0.00014	0.50	0.40	0.000140 (0.000140)	411	0.057 (0.20)	-108729
4	S	0.00002	0.00001	----	----	----	----	----	0
5	S	-0.00008	0.00007	0.50	0.40	0.000044 (0.000044)	411	0.018 (0.20)	126920
6	S	-0.00004	0.00006	0.50	0.40	0.000021 (0.000021)	373	0.008 (0.20)	-167427

9.6.1 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_sup_sisma

Descrizione Sezione:

Metodo di calcolo resistenza:

Normativa di riferimento:

Tipologia sezione:

Forma della sezione:

Percorso sollecitazione:

Riferimento Sforzi assegnati:

Riferimento alla sismicità:

Resistenze in campo sostanzialmente elastico

N.T.C.

Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica

Rettangolare

A Sforzo Norm. costante

Assi x,y principali d'inerzia

Zona non sismica

Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -

Classe:

C30/37

Resistenza compress. di progetto fcd:

170.00 daN/cm²

Resistenza compress. ridotta fcd':

85.00 daN/cm²

Deform. unitaria max resistenza ec2:

0.0020

Deformazione unitaria ultima ecu:

0.0035

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	91 di 123

	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	24875	87653	-1102	0
2	44846	-102435	66028	0
3	41325	-90371	66028	0
4	31750	-1613	-39010	0
5	21517	72319	-19395	0
6	44846	-102435	66028	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copri ferro 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	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	24875	87653	24901	223466	2.549	88.9	0.28	0.79	53.1 (24.0)
2	S	44846	-102435	44817	-232514	2.270	32.3	0.29	0.80	53.1 (24.0)
3	S	41325	-90371	41313	-230930	2.555	32.1	0.29	0.80	53.1 (24.0)
4	S	31750	-1613	31735	-226583	140.473	31.5	0.28	0.79	53.1 (24.0)
5	S	21517	72319	21494	221907	3.068	89.2	0.28	0.79	53.1 (24.0)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	92 di 123

6 S 44846 -102435 44817 -232514 2.270 32.3 0.29 0.80 53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00075	120.0	0.00055	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00080	0.0	0.00059	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00079	0.0	0.00058	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00077	0.0	0.00057	8.3	-0.00196	111.7
5	0.00075	120.0	0.00055	111.7	-0.00196	8.3
6	0.00080	0.0	0.00059	8.3	-0.00196	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	ASt
1	S	-1102	49731	432463	88979	100.0 111.7	1.000	1.012	0.3
2	S	66028	52519	436646	88979	100.0 111.7	1.000	1.022	16.8
3	S	66028	52028	435909	88979	100.0 111.7	1.000	1.020	16.8
4	S	-39010	50691	433903	88979	100.0 111.7	1.000	1.016	9.9
5	S	-19395	49262	431760	88979	100.0 111.7	1.000	1.011	4.9
6	S	66028	52519	436646	88979	100.0 111.7	1.000	1.022	16.8

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.7 Verifica soletta intermedia

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	-2292.52	600.30	1620.90	2	0.60	sis12_nl
M3	min	-2185.90	789.12	-2884.51	2	6.90	sis15_nl
V2	max	-2226.69	789.17	-2841.90	2	6.90	sis1_nl
V2	min	-1827.90	110.20	135.42	2	0.60	sis3_nl
P	max	-1785.12	110.20	93.94	2	0.60	sis13_nl
P	min	-2321.57	785.11	-2744.35	2	6.90	sis18_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-2185.55	376.55	1086.36	2	0.60	slu10_nl
M3	min	-1979.41	631.64	-2303.25	2	6.90	slu18_nl
V2	max	-2145.17	674.41	-1930.35	2	6.90	slu31_nl
V2	min	-1780.27	-77.33	-237.47	2	0.60	slu3_nl
P	max	-667.89	131.35	428.97	2	0.60	slu20_nl
P	min	-2394.73	-75.28	-529.48	2	0.60	slu9_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1659.96	210.36	586.27	2	0.60	rar2_nl
M3	min	-1516.43	399.18	-1488.74	2	6.90	rar8_nl
V2	max	-1513.61	399.32	-1487.36	2	6.90	rar3_nl
V2	min	-1661.38	191.10	525.84	2	0.60	rar12_nl
P	max	-1513.61	210.38	433.20	2	0.60	rar3_nl
P	min	-1662.89	210.22	583.92	2	0.60	rar6_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1657.33	191.25	528.96	2	0.60	fre2_nl
M3	min	-1510.87	380.21	-1424.22	2	6.90	fre3_nl
V2	max	-1510.87	380.21	-1424.22	2	6.90	fre3_nl
V2	min	-1652.61	134.20	355.76	2	0.60	fre7_nl
P	max	-1505.99	134.20	202.81	2	0.60	fre8_nl
P	min	-1657.33	191.25	528.96	2	0.60	fre2_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1644.06	134.20	347.47	2	0.60	qpe2_nl
M3	min	-1514.54	323.15	-1229.53	2	6.90	qpe3_nl
V2	max	-1557.32	323.15	-1188.05	2	6.90	qpe1_nl
V2	min	-1557.32	134.20	252.59	2	0.60	qpe1_nl
P	max	-1514.54	134.20	211.11	2	0.60	qpe3_nl
P	min	-1644.06	134.20	347.47	2	0.60	qpe2_nl

9.7.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inter

Descrizione Sezione:	Stati Limite Ultimi
Metodo di calcolo resistenza:	N.T.C.
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Condizioni Ambientali:	Poco aggressive
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicit�:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

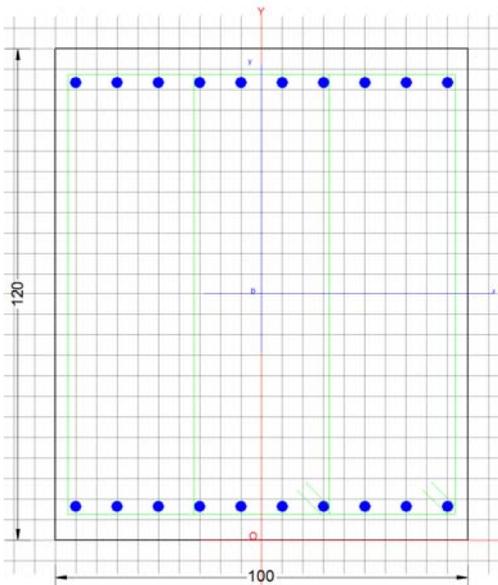
CALCESTRUZZO -	Classe: C30/37	
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff.Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm
ACCIAIO -	Tipo: B450C	
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito
	Coeff. Aderenza istant. B1*B2:	1.00
	Coeff. Aderenza differito B1*B2:	0.50
	Comb.Rare - Sf Limite:	3375.0 daN/cm ²

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	95 di 123

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm



CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N° Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	218555	108636	37655	0
2	197941	-230325	63164	0
3	214517	-193035	67441	0
4	178027	-23747	-7733	0
5	66789	42897	13135	0
6	239473	-52948	-7528	0

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

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

N° Comb.	N	Mx
1	165996	58627
2	151643	-148874
3	151361	-148736
4	166138	52584
5	151361	43320
6	166289	58392

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

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

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	96 di 123

N°Comb.	N	Mx
1	165733	52896 (318382)
2	151087	-142422 (-119075)
3	151087	-142422 (-119075)
4	165261	35576 (0)
5	150599	20281 (0)
6	165733	52896 (318382)

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

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

N°Comb.	N	Mx
1	164406	34747 (0)
2	151454	-122953 (-125559)
3	155732	-118805 (-128801)
4	155732	25259 (0)
5	151454	21111 (0)
6	164406	34747 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copriferro netto minimo barre longitudinali: 3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali: 7.4 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 Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx rd Momento flettente ultimo [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic. Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N rd, Mx rd) e (N, Mx)
Verifica positiva se tale rapporto risulta ≥ 1.000
Yn Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: deve essere < 0.45
C.Rid. Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa Area armature long. trave [cm²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N rd	Mx rd	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	218555	108636	218560	330611	3.043	102.9	0.15	0.70	53.1 (24.0)
2	S	197941	-230325	197941	-320591	1.392	16.3	0.15	0.70	53.1 (24.0)
3	S	214517	-193035	214492	-328642	1.702	16.9	0.15	0.70	53.1 (24.0)
4	S	178027	-23747	178055	-310822	13.089	15.5	0.14	0.70	53.1 (24.0)
5	S	66789	42897	66788	254840	5.941	108.1	0.11	0.70	53.1 (24.0)
6	S	239473	-52948	239482	-340668	6.434	18.0	0.16	0.70	53.1 (24.0)

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE ULTIMO

ec max Deform. unit. massima del conglomerato a compressione

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00350	120.0	0.00180	111.7	-0.01938	8.3
2	0.00350	0.0	0.00171	8.3	-0.02054	111.7
3	0.00350	0.0	0.00178	8.3	-0.01960	111.7
4	0.00350	0.0	0.00162	8.3	-0.02173	111.7
5	0.00350	120.0	0.00105	111.7	-0.02948	8.3

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	97 di 123

6 0.00350 0.0 0.00188 8.3 -0.01826 111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

VerS = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	Ast
1	S	37655	76774	473027	88979 100.0	111.7	1.000	1.107	9.6
2	S	63164	73895	468710	88979 100.0	111.7	1.000	1.097	16.1
3	S	67441	76210	472181	88979 100.0	111.7	1.000	1.105	17.1
4	S	-7733	71115	464539	88979 100.0	111.7	1.000	1.087	2.0
5	S	13135	55583	441242	88979 100.0	111.7	1.000	1.033	3.3
6	S	-7528	79694	477408	88979 100.0	111.7	1.000	1.117	1.9

COMBINAZIONI RARE IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

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

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	32.3	120.0	0.0	28.3	-106	111.7	9.4	943	53.1	9.3
2	S	76.7	0.0	0.0	48.0	-1538	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	76.6	0.0	0.0	48.0	-1537	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	29.7	120.0	0.0	20.7	-57	111.7	7.0	698	53.1	9.3
5	S	25.3	120.0	0.0	14.2	-21	111.7	4.7	474	53.1	9.3
6	S	32.2	120.0	0.0	27.9	-103	111.7	9.3	931	53.1	9.3

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

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00007	0.00024	0.50	0.60	0.000032 (0.000032)	317	0.010 (0.20)	255984
2	S	-0.00087	0.00057	0.50	0.60	0.000461 (0.000461)	411	0.189 (0.20)	-117574
3	S	-0.00087	0.00057	0.50	0.60	0.000461 (0.000461)	411	0.189 (0.20)	-117541
4	S	-0.00005	0.00022	0.50	0.60	0.000017 (0.000017)	296	0.005 (0.20)	325290

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	98 di 123

5	S	-0.00003	0.00019	0.50	0.60	0.000006 (0.000006)	277	0.002 (0.20)	449337
6	S	-0.00007	0.00024	0.50	0.60	0.000031 (0.000031)	315	0.010 (0.20)	258742

COMBINAZIONI FREQUENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	29.8	120.0	0.0	21.3	-60	111.7	7.2	717	53.1	9.3
2	S	73.5	0.0	0.0	48.8	-1428	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	73.5	0.0	0.0	48.8	-1428	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	23.6	120.0	0.7	0.0	34	111.7	0.0	2350	0.0	0.0
5	S	17.6	120.0	4.6	0.0	82	111.7	0.0	416	0.0	0.0
6	S	29.8	120.0	0.0	21.3	-60	111.7	7.2	717	53.1	9.3

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	-0.00005	0.00022	0.50	0.60	0.000018 (0.000018)	298	0.005 (0.20)	318382
2	S	-0.00081	0.00055	0.50	0.60	0.000429 (0.000429)	411	0.176 (0.20)	-119075
3	S	-0.00081	0.00055	0.50	0.60	0.000429 (0.000429)	411	0.176 (0.20)	-119075
4	S	0.00001	0.00018	----	----	----	----	----	0
5	S	0.00003	0.00013	----	----	----	----	----	0
6	S	-0.00005	0.00022	0.50	0.60	0.000018 (0.000018)	298	0.005 (0.20)	318382

COMBINAZIONI QUASI PERMANENTI IN ESERCIZIO - VERIFICA MASSIME TENSIONI NORMALI

N°Comb	Ver	Sc max	Yc max	Sc min	Yc min	Sf min	Ys min	Dw Eff.	Ac Eff.	As Eff.	D barre
1	S	23.3	120.0	0.9	0.0	37	111.7	0.0	2350	0.0	0.0
2	S	63.8	0.0	0.0	52.4	-1090	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
3	S	61.8	0.0	0.0	54.2	-992	8.3	20.8	2075	53.1	9.3
4	S	19.6	120.0	3.3	0.0	67	111.7	0.0	2350	0.0	0.0
5	S	17.9	120.0	4.4	0.0	79	111.7	0.0	2350	0.0	0.0
6	S	23.3	120.0	0.9	0.0	37	111.7	0.0	2350	0.0	0.0

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

N°Comb	Ver	e1	e2	K2	Kt	e sm	srm	wk	M Fess.
1	S	0.00001	0.00017	----	----	----	----	----	0
2	S	-0.00062	0.00048	0.50	0.40	0.000327 (0.000327)	411	0.134 (0.20)	-125559
3	S	-0.00057	0.00046	0.50	0.40	0.000298 (0.000298)	411	0.122 (0.20)	-128801
4	S	0.00003	0.00015	----	----	----	----	----	0
5	S	0.00003	0.00013	----	----	----	----	----	0
6	S	0.00001	0.00017	----	----	----	----	----	0

9.7.1 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE RETTANGOLARE DI PILASTRO IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inter_sisma

Descrizione Sezione:	
Metodo di calcolo resistenza:	Resistenze in campo sostanzialmente elastico
Normativa di riferimento:	N.T.C.
Tipologia sezione:	Sezione predefinita di trave di fondazione in combinazione sismica
Forma della sezione:	Rettangolare
Percorso sollecitazione:	A Sforzo Norm. costante
Riferimento Sforzi assegnati:	Assi x,y principali d'inerzia
Riferimento alla sismicità:	Zona non sismica
	Sezione appartenente a trave di fondazione (arm.minima ex §7.2.5NTC)

CARATTERISTICHE DI RESISTENZA DEI MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO -	Classe:	C30/37
	Resistenza compress. di progetto fcd:	170.00 daN/cm ²
	Resistenza compress. ridotta fcd':	85.00 daN/cm ²
	Deform. unitaria max resistenza ec2:	0.0020
	Deformazione unitaria ultima ecu:	0.0035

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	99 di 123

	Diagramma tensioni-deformaz.:	Parabola-Rettangolo
	Modulo Elastico Normale Ec:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. a snervamento fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. a rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. a snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 daN/cm ²
	Deform. ultima di progetto Epu:	0.068
	Modulo Elastico Ef:	2000000 daN/cm ²
	Diagramma tensioni-deformaz.:	Bilineare finito

CARATTERISTICHE GEOMETRICHE ED ARMATURE SEZIONE

Base:	100.0	cm
Altezza:	120.0	cm
Barre inferiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Barre superiori:	10Ø26	(53.1 cm ²)
Coprif.Inf.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Sup.(dal baric. barre):	8.3	cm
Coprif.Lat. (dal baric.barre):	5.0	cm

CALCOLO DI RESISTENZA - SFORZI PER OGNI COMBINAZIONE ASSEGNATA

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

N°Comb.	N	Mx	Vy	MT
1	229252	162090	60030	0
2	218590	-288451	78912	0
3	222669	-284190	78917	0
4	182790	13542	11020	0
5	178512	9394	11020	0
6	232157	-274435	78511	0

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata per tutte le combinazioni assegnate

Copri ferro netto minimo barre longitudinali:	3.7	cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	7.4	cm
Copri ferro 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	Sforzo normale [daN] applicato nel Baricentro (positivo se di compressione)
Mx	Momento flettente assegnato [daNm] riferito all'asse x baricentrico
N Ult	Sforzo normale ultimo [daN] nella sezione (positivo se di compress.)
Mx re	Momento resistente sost. elastico [daNm] riferito all'asse x baricentrico
Mis.Sic.	Misura sicurezza = rapporto vettoriale tra (N re, Mx re) e (N, Mx) Verifica positiva se tale rapporto risulta >=1.000
Yn	Ordinata [cm] dell'asse neutro alla massima resistenza nel sistema di rif. X,Y,O sez.
x/d	Rapp. di duttilità (travi e solette)[§ 4.1.1.1 NTC]: non richiesto per calcolo non dissipativo
C.Rid.	Coeff. di riduz. momenti in travi continue [formula (4.1.1)NTC]
As Tesa	Area armature long. trave [cm ²] in zona tesa. (tra parentesi l'area minima di normativa)

N°Comb	Ver	N	Mx	N re	Mx re	Mis.Sic.	Yn	x/d	C.Rid.	As Tesa
1	S	229252	162090	229271	311356	1.921	78.1	0.38	0.91	53.1 (24.0)
2	S	218590	-288451	218594	-307020	1.064	41.4	0.37	0.90	53.1 (24.0)
3	S	222669	-284190	222647	-308670	1.086	41.6	0.37	0.91	53.1 (24.0)
4	S	182790	13542	182764	292275	21.583	80.2	0.36	0.88	53.1 (24.0)
5	S	178512	9394	178493	290494	30.923	80.4	0.35	0.88	53.1 (24.0)
6	S	232157	-274435	232134	-312514	1.139	42.1	0.38	0.91	53.1 (24.0)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	100 di 123

DEFORMAZIONI UNITARIE ALLO STATO LIMITE SOSTANZIALMENTE ELASTICO

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

N°Comb	ec max	Yc max	es min	Ys min	es max	Ys max
1	0.00118	120.0	0.00094	111.7	-0.00196	8.3
2	0.00115	0.0	0.00092	8.3	-0.00196	111.7
3	0.00116	0.0	0.00093	8.3	-0.00196	111.7
4	0.00108	120.0	0.00086	111.7	-0.00196	8.3
5	0.00107	120.0	0.00085	111.7	-0.00196	8.3
6	0.00118	0.0	0.00095	8.3	-0.00196	111.7

ARMATURE A TAGLIO E/O TORSIONE DI INVILUPPO PER LE COMBINAZIONI ASSEGNATE

Diametro staffe: 12 mm
 Passo staffe: 20.0 cm [Passo massimo di normativa = 30.2 cm]
 N.Bracci staffe: 4
 Area staffe/m : 22.6 cm²/m [Area Staffe Minima NTC = 15.0 cm²/m]

VERIFICHE A TAGLIO

Ver S = comb.verificata a taglio-tors./ N = comb. non verificata
 Ved Taglio agente [daN] uguale al taglio Vy di comb.
 Vrd Taglio resistente [daN] in assenza di staffe [formula (4.1.23)NTC]
 Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
 Vwd Taglio trazione resistente [daN] assorbito dalle staffe [formula (4.1.27)NTC]
 bw|d Larghezza minima [cm] sezione misurata parallelam. all'asse neutro | Altezza utile sezione
 Ctg Cotangente dell'angolo di inclinazione dei puntoni di conglomerato
 Acw Coefficiente maggiorativo della resistenza a taglio per compressione
 Ast Area staffe/metro strettamente necessaria per taglio e torsione [cm²/m]

N°Comb	Ver	Ved	Vrd	Vcd	Vwd	bw d	Ctg	Acw	AST
1	S	60030	78267	475267	88979 100.0	111.7	1.000	1.112	15.3
2	S	78912	76778	473034	88979 100.0	111.7	1.000	1.107	20.1
3	S	78917	77348	473889	88979 100.0	111.7	1.000	1.109	20.1
4	S	11020	71780	465537	88979 100.0	111.7	1.000	1.090	2.8
5	S	11020	71183	464641	88979 100.0	111.7	1.000	1.088	2.8
6	S	78511	78673	475876	88979 100.0	111.7	1.000	1.114	20.0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.8 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	-1728.09	-1690.43	3625.20	4	8.90	sis18_nl
M3	min	-1931.85	23.18	-2552.87	4	2.11	sis17_nl
V2	max	-169.11	1824.37	2466.04	3	0.65	sis9_nl
V2	min	-1728.09	-1690.43	3625.20	4	8.90	sis18_nl
P	max	105.22	-947.70	-366.68	3	8.90	sis2_nl
P	min	-2002.31	478.75	-2181.14	4	0.65	sis1_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1387.75	-1526.17	3126.27	4	8.90	slu13_nl
M3	min	-363.87	-24.92	-2007.97	3	5.50	slu14_nl
V2	max	-1423.20	2021.79	3023.17	3	0.65	slu32_nl
V2	min	-1387.75	-1526.17	3126.27	4	8.90	slu13_nl
P	max	-261.98	-1081.40	-56.75	3	8.90	slu14_nl
P	min	-2547.41	753.83	-598.01	4	0.65	slu31_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1282.52	-1099.11	2091.57	4	8.90	rar6_nl
M3	min	-605.74	-8.31	-1384.38	3	5.50	rar8_nl
V2	max	-751.12	1439.11	1939.19	3	0.65	rar3_nl
V2	min	-1282.52	-1099.11	2091.57	4	8.90	rar6_nl
P	max	-500.64	-217.57	245.53	5	5.60	rar10_nl
P	min	-1530.13	678.66	-326.67	4	0.65	rar3_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1238.93	-1084.40	2037.42	4	8.90	fre2_nl
M3	min	-615.17	-17.50	-1365.85	3	5.50	fre3_nl
V2	max	-760.72	1421.48	1885.11	3	0.65	fre3_nl
V2	min	-1238.93	-1084.40	2037.42	4	8.90	fre2_nl
P	max	-472.04	-103.68	-24.27	5	5.60	fre7_nl
P	min	-1486.37	691.24	-273.42	4	0.65	fre3_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1107.97	-1047.81	1881.94	4	8.90	qpe2_nl
M3	min	-643.66	-55.50	-1316.82	3	5.50	qpe3_nl
V2	max	-789.20	1364.55	1703.83	3	0.65	qpe3_nl
V2	min	-1107.97	-1047.81	1881.94	4	8.90	qpe2_nl
P	max	-472.04	-180.21	160.64	5	5.60	qpe1_nl
P	min	-1355.40	717.43	-140.62	4	0.65	qpe1_nl

9.8.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: pied

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:

170.00 daN/cm²

Resis. compr. ridotta fcd':

85.00 daN/cm²

Def.unit. max resistenza ec2:

0.0020

Def.unit. ultima ecu:

0.0035

Diagramma tensione-deformaz.:

Parabola-Rettangolo

Modulo Elastico Normale Ec:

328360 daN/cm²

Resis. media a trazione fctm:

29.00 daN/cm²

Coeff. Omogen. S.L.E.:

15.00

Sc limite S.L.E. comb. Rare:

165.00 daN/cm²

Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:

165.00 daN/cm²

Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:

0.200 mm

Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:

120.00 daN/cm²

Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:

0.200 mm

ACCIAIO -

Tipo:

B450C

Resist. caratt. snervam. fyk:

4500.0 daN/cm²

Resist. caratt. rottura ftk:

4500.0 daN/cm²

Resist. snerv. di progetto fyd:

3913.0 daN/cm²

Resist. ultima di progetto ftd:

3913.0 daN/cm²

Deform. ultima di progetto Epu:

0.068

Modulo Elastico Ef

2000000 daN/cm²

Diagramma tensione-deformaz.:

Bilineare finito

Coeff. Aderenza istantaneo B1*B2 :

1.00

Coeff. Aderenza differito B1*B2 :

0.50

Sf limite S.L.E. Comb. Rare:

3375.0 daN/cm²

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	103 di 123

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	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26
7	-45.0	104.0	26
8	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	2	8	26
2	3	4	8	26
3	5	6	8	26
4	7	8	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

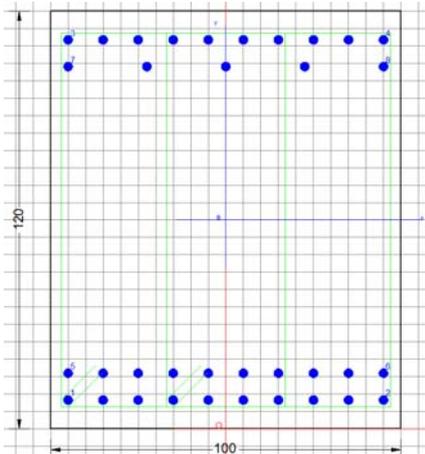
N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	3	22	14	
2	11	19	4	2	

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N°Barra	X[cm]	Y[cm]
22	15.0	111.7
14	15.0	8.3
11	-15.0	8.3
19	-15.0	111.7

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	104 di 123



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	138775	312627	0	-152617	0
2	36387	-200797	0	-2492	0
3	142320	302317	0	202179	0
4	138775	312627	0	-152617	0
5	26198	-5675	0	-108140	0
6	254741	-59801	0	75383	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	128252	209157	0
2	60574	-138438	0
3	75112	193919	0
4	128252	209157	0
5	50064	24553	0
6	153013	-32667	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	123893	203742 (120008)	0 (0)
2	61517	-136585 (-111519)	0 (0)
3	76072	188511 (113814)	0 (0)
4	123893	203742 (120008)	0 (0)
5	47204	-2427 (0)	0 (0)
6	148637	-27342 (0)	0 (0)

 GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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

NSforzo 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	110797	188194 (119393)	0 (0)
2	64366	-131682 (-112702)	0 (0)
3	78920	170383 (115553)	0 (0)
4	110797	188194 (119393)	0 (0)
5	47204	16064 (315877)	0 (0)
6	135540	-14062 (0)	0 (0)

RISULTATI DEL CALCOLO

Sezione verificata

Copriferro netto minimo barre longitudinali:	3.7 cm
Interferro netto minimo barre longitudinali:	5.1 cm
Copriferro netto minimo staffe:	2.3 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	138775	312627	0	138779	479538	0	1.53	106.2(24.0)
2	S	36387	-200797	0	36412	-339191	0	1.69	79.6(24.0)
3	S	142320	302317	0	142332	481050	0	1.59	106.2(24.0)
4	S	138775	312627	0	138779	479538	0	1.53	106.2(24.0)
5	S	26198	-5675	0	26181	-334396	0	63.71	79.6(24.0)
6	S	254741	-59801	0	254739	-439418	0	7.83	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	0.194	50.0	120.0	0.00216	45.0	111.7	-0.01455	-45.0	8.3
2	0.00350	0.134	-50.0	0.0	0.00156	-45.0	8.3	-0.02255	-45.0	111.7
3	0.00350	0.195	50.0	120.0	0.00217	45.0	111.7	-0.01441	-45.0	8.3
4	0.00350	0.194	50.0	120.0	0.00216	45.0	111.7	-0.01455	-45.0	8.3
5	0.00350	0.133	-50.0	0.0	0.00154	-45.0	8.3	-0.02288	-45.0	111.7
6	0.00350	0.182	-50.0	0.0	0.00207	-45.0	8.3	-0.01574	-45.0	111.7

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	106 di 123

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	0.000161627	-0.015895262	0.194	0.700
2	0.000000000	-0.000233234	0.003500000	0.134	0.700
3	0.000000000	0.000160313	-0.015737576	0.195	0.700
4	0.000000000	0.000161627	-0.015895262	0.194	0.700
5	0.000000000	-0.000236177	0.003500000	0.133	0.700
6	0.000000000	-0.000172251	0.003500000	0.182	0.700

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm [Passo massimo di normativa = 33.0 cm]

Ver S = comb. verificata / N = comb. non verificata
Ved Taglio di progetto [daN] = proiez. di V_x e V_y sulla normale all'asse neutro
Vcd Taglio compressione resistente [daN] lato conglomerato [formula (4.1.28)NTC]
Vwd Taglio resistente [daN] assorbito dalle staffe
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	152617	467347	258032	114.4	100.0	1.000	1.068	37.9	64.0(0.0)
2	S	2492	445385	258032	114.4	100.0	1.000	1.018	0.6	64.0(0.0)
3	S	202179	468108	258032	114.4	100.0	1.000	1.070	50.2	64.0(0.0)
4	S	152617	467347	258032	114.4	100.0	1.000	1.068	37.9	64.0(0.0)
5	S	108140	443199	258032	114.4	100.0	1.000	1.013	26.8	64.0(0.0)
6	S	75383	492222	258032	114.4	100.0	1.000	1.125	18.7	64.0(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	85.5	-50.0	120.0	-1626	35.0	8.3	2350	106.2
2	S	55.8	-50.0	0.0	-1482	35.0	111.7	2650	79.6
3	S	76.8	-50.0	120.0	-1688	35.0	8.3	2500	106.2
4	S	85.5	-50.0	120.0	-1626	35.0	8.3	2350	106.2
5	S	11.5	-50.0	120.0	-74	-5.0	8.3	1400	53.1
6	S	19.0	-50.0	0.0	38	-25.0	111.7	----	----

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

La sezione viene assunta sempre fessurata anche nel caso in cui la trazione minima del calcestruzzo sia inferiore a f_{ctm}
Ver. Esito della verifica
e1 Massima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
e2 Minima deformazione unitaria di trazione nel calcestruzzo (trazione -) valutata in sezione fessurata
k1 = 0.8 per barre ad aderenza migliorata [eq.(7.11)EC2]

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	107 di 123

k_t = 0.4 per comb. quasi permanenti / = 0.6 per comb. frequenti [cfr. eq.(7.9)EC2]
 k_2 = 0.5 per flessione; $= (e_1 + e_2) / (2 \cdot e_1)$ per trazione eccentrica [eq.(7.13)EC2]
 k_3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
 k_4 = 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]
 C_f 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]
 w_k Apertura fessure in mm calcolata = $sr_{max} \cdot (e_{sm} - e_{cm})$ [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
 $M_x \text{ fess.}$ Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
 $M_y \text{ fess.}$ 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	-0.00092	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00049)	336	0.191 (0.20)	120171	0
2	S	-0.00083	0	0.500	26.0	70	0.00044 (0.00044)	385	0.171 (0.20)	-111129	0
3	S	-0.00095	0	0.500	26.0	70	0.00059 (0.00051)	342	0.200 (0.20)	113350	0
4	S	-0.00092	0	0.500	26.0	70	0.00057 (0.00049)	336	0.191 (0.20)	120171	0
5	S	-0.00005	0	0.500	26.0	70	0.00002 (0.00002)	355	0.008 (0.20)	193794	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	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	83.3	-50.0	120.0	-1588	35.0	8.3	2350	106.2
2	S	55.1	-50.0	0.0	-1452	35.0	111.7	2650	79.6
3	S	74.9	-50.0	120.0	-1628	35.0	8.3	2500	106.2
4	S	83.3	-50.0	120.0	-1588	35.0	8.3	2350	106.2
5	S	3.7	-50.0	0.0	41	15.0	111.7	----	----
6	S	17.2	-50.0	0.0	54	-5.0	111.7	----	----

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	-0.00090	0	0.500	26.0	70	0.00055 (0.00048)	336	0.184 (0.20)	120008	0
2	S	-0.00081	0	0.500	26.0	70	0.00044 (0.00044)	385	0.168 (0.20)	-111519	0
3	S	-0.00092	0	0.500	26.0	70	0.00056 (0.00049)	342	0.190 (0.20)	113814	0
4	S	-0.00090	0	0.500	26.0	70	0.00055 (0.00048)	336	0.184 (0.20)	120008	0
5	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	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	76.7	-50.0	120.0	-1482	35.0	8.3	2350	106.2
2	S	53.3	-50.0	0.0	-1372	35.0	111.7	2650	79.6
3	S	68.3	-50.0	120.0	-1429	35.0	8.3	2450	106.2
4	S	76.7	-50.0	120.0	-1482	35.0	8.3	2350	106.2
5	S	8.2	-50.0	120.0	-19	35.0	8.3	850	53.1
6	S	12.7	50.0	0.0	90	35.0	111.7	----	----

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	-0.00084	0	0.500	26.0	70	0.00058 (0.00044)	336	0.194 (0.20)	119393	0
2	S	-0.00077	0	0.500	26.0	70	0.00046 (0.00041)	385	0.176 (0.20)	-112702	0
3	S	-0.00081	0	0.500	26.0	70	0.00055 (0.00043)	340	0.185 (0.20)	115553	0
4	S	-0.00084	0	0.500	26.0	70	0.00058 (0.00044)	336	0.194 (0.20)	119393	0
5	S	-0.00001	0	0.500	26.0	70	0.00001 (0.00001)	309	0.002 (0.20)	315877	0
6	S	0.00000	0.00000	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	0	0

9.8.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: pied - sisma

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:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	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:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	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	8.3	26
3	-45.0	111.7	26
4	45.0	111.7	26
5	-45.0	16.0	26
6	45.0	16.0	26
7	-45.0	104.0	26
8	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	2	8	26
2	3	4	8	26

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	109 di 123

3	5	6	8	26
4	7	8	3	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 14 mm
Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

N° Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	3	22	14
2	11	19	4	2

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

N° Barra	X[cm]	Y[cm]
22	15.0	111.7
14	15.0	8.3
11	-15.0	8.3
19	-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	172809	362520	0	-169043	0
2	193185	-255287	0	2318	0
3	16911	246604	0	182437	0
4	172809	362520	0	-169043	0
5	-10522	-36668	0	-94770	0
6	200231	-218114	0	47875	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: 2.3 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)
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	172809	362520	0	172786	444479	0	1.22	106.2(24.0)
2	S	193185	-255287	0	193160	-377486	0	1.48	79.6(24.0)
3	S	16911	246604	0	16893	383015	0	1.55	106.2(24.0)
4	S	172809	362520	0	172786	444479	0	1.22	106.2(24.0)
5	S	-10522	-36668	0	-10499	-290701	0	7.81	79.6(24.0)
6	S	200231	-218114	0	200233	-380371	0	1.76	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

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	110 di 123

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	0.00134	0.407	50.0	120.0	0.00110	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00114	0.368	-50.0	0.0	0.00091	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
3	0.00105	0.350	50.0	120.0	0.00083	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
4	0.00134	0.407	50.0	120.0	0.00110	45.0	111.7	-0.00196	-45.0	8.3
5	0.00079	0.287	-50.0	0.0	0.00058	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	111.7
6	0.00115	0.371	-50.0	0.0	0.00092	-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	0.000029514	-0.002201470	0.407	0.948
2	0.000000000	-0.000027723	0.001140191	0.368	0.900
3	0.000000000	0.000026957	-0.002180242	0.350	0.878
4	0.000000000	0.000029514	-0.002201470	0.407	0.948
5	0.000000000	-0.000024579	0.000788950	0.287	0.799
6	0.000000000	-0.000027831	0.001152204	0.371	0.903

VERIFICHE A TAGLIO

Diam. Staffe: 14 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	169043	474648	248076	114.4	100.0	1.000	1.085	42.0	61.6(0.0)
2	S	2318	479018	248076	114.4	100.0	1.000	1.095	0.6	61.6(0.0)
3	S	182437	441207	248076	114.4	100.0	1.000	1.008	45.3	61.6(0.0)
4	S	169043	474648	248076	114.4	100.0	1.000	1.085	42.0	61.6(0.0)
5	S	94770	437580	248076	114.4	100.0	1.000	1.000	23.5	61.6(0.0)
6	S	47875	480530	248076	114.4	100.0	1.000	1.098	11.9	61.6(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					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.9 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	-2314.29	354.16	3549.38	401	0.00	sis11_nl
M3	min	-2288.47	1069.74	-1202.07	421	0.30	sis18_nl
V2	max	-2305.48	1069.74	-1168.98	421	0.30	sis6_nl
V2	min	-1852.20	-540.24	283.60	421	0.00	sis13_nl
P	max	-1826.56	708.40	2009.64	401	0.00	sis20_nl
P	min	-2315.74	366.93	3548.92	401	0.00	sis9_nl

SLU		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-2624.13	952.31	3710.60	401	0.00	slu35_nl
M3	min	-2593.97	74.33	-1176.51	418	0.30	slu31_nl
V2	max	-2632.75	1399.94	3171.93	401	0.30	slu32_nl
V2	min	-1665.91	-862.72	861.77	421	0.00	slu24_nl
P	max	-1177.57	881.56	1708.74	401	0.00	slu22_nl
P	min	-2632.75	1362.03	3586.23	401	0.00	slu32_nl

SLE - RARA		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1891.67	784.60	2478.13	401	0.00	rar3_nl
M3	min	-1864.08	65.47	-545.75	418	0.30	rar2_nl
V2	max	-1891.67	815.40	1998.13	402	0.30	rar3_nl
V2	min	-1891.67	-439.79	-386.92	421	0.00	rar3_nl
P	max	-1841.62	761.98	2334.85	401	0.00	rar12_nl
P	min	-1891.67	784.60	2478.13	401	0.00	rar3_nl

SLE - FREQUENTE		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1872.35	784.55	2406.98	401	0.00	fre3_nl
M3	min	-1844.68	44.87	-487.97	418	0.30	fre2_nl
V2	max	-1872.35	809.29	2167.91	401	0.30	fre3_nl
V2	min	-1872.35	-443.08	-321.40	421	0.00	fre3_nl
P	max	-1784.06	747.71	2141.68	401	0.00	fre7_nl
P	min	-1872.35	784.55	2406.98	401	0.00	fre3_nl

SLE - Q.P.		P	V2	M3	Frame	Station	OutputCase
		KN	KN	KN-m	Text	m	Text
M3	max	-1810.36	750.61	2193.15	401	0.00	qpe3_nl
M3	min	-1785.57	72.30	-315.53	417	0.30	qpe2_nl
V2	max	-1810.36	775.36	1964.26	401	0.30	qpe3_nl
V2	min	-1810.36	-441.05	-135.06	421	0.00	qpe3_nl
P	max	-1785.57	747.88	2144.62	401	0.00	qpe2_nl
P	min	-1810.36	750.61	2193.15	401	0.00	qpe3_nl

9.9.1 Verifica in condizioni statiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf

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:	170.00 daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00 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:	328360 daN/cm ²
	Resis. media a trazione fctm:	29.00 daN/cm ²
	Coeff. Omogen. S.L.E.:	15.00
	Sc limite S.L.E. comb. Rare:	165.00 daN/cm ²
	Sc limite S.L.E. comb. Frequenti:	165.00 daN/cm ²
	Ap.Fessure limite S.L.E. comb. Frequenti:	0.200 mm
	Sc limite S.L.E. comb. Q.Permanenti:	120.00 daN/cm ²
	Ap.Fess.limite S.L.E. comb. Q.Perm.:	0.200 mm

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	113 di 123

ACCIAIO -	Tipo:	B450C
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0 daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0 daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0 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
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	8	26

ARMATURE A TAGLIO

Diametro staffe: 12 mm
Passo staffe: 10.0 cm

Indicazione Barre Longitudinali di risvolto per ogni staffa:

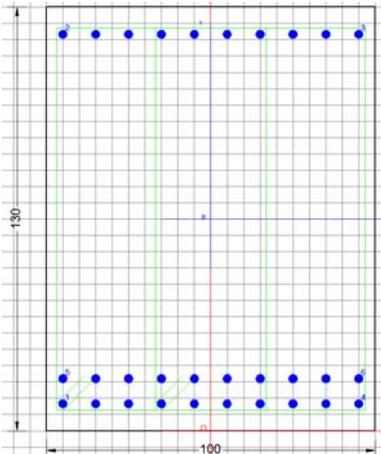
N°Staffa	Barra	Barra	Barra	Barra
1	1	2	20	12
2	9	17	3	4

Coordinate Barre generate di risvolto delle staffe:

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

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	114 di 123



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	262413	371060	0	95231	0
2	259397	-117651	0	7433	0
3	263275	317193	0	139994	0
4	166591	86177	0	-86272	0
5	117757	170874	0	88156	0
6	263275	358623	0	136203	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	189167	247813	0
2	186408	-54575	0
3	189167	199813	0
4	189167	-38692	0
5	184162	233485	0
6	189167	247813	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	187235	240698 (143711)	0 (0)
2	184468	-48797 (-111519)	0 (0)
3	187235	216791 (147389)	0 (0)
4	187235	-32140 (120008)	0 (0)
5	178406	214168 (146054)	0 (0)
6	187235	240698 (143711)	0 (0)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	115 di 123

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	181036	219315 (145728)	0 (0)
2	178557	-31553 (-112702)	0 (0)
3	181036	196426 (149984)	0 (0)
4	181036	-13506 (119393)	0 (0)
5	178557	214462 (146035)	0 (0)
6	181036	219315 (145728)	0 (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 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 [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	262413	371060	0	262419	576182	0	1.54	106.2(26.0)
2	S	259397	-117651	0	259425	-382736	0	3.45	53.1(26.0)
3	S	263275	317193	0	263256	576490	0	1.79	106.2(26.0)
4	S	166591	86177	0	166584	538353	0	5.91	106.2(26.0)
5	S	117757	170874	0	117753	516942	0	2.98	106.2(26.0)
6	S	263275	358623	0	263256	576490	0	1.59	106.2(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	0.281	-50.0	130.0	0.00265	45.0	121.7	-0.00897	-45.0	8.3
2	0.00350	0.144	-50.0	0.0	0.00184	-45.0	8.3	-0.02087	-45.0	121.7
3	0.00350	0.281	-50.0	130.0	0.00265	45.0	121.7	-0.00894	-45.0	8.3
4	0.00350	0.224	-50.0	130.0	0.00243	45.0	121.7	-0.01216	-45.0	8.3
5	0.00350	0.194	-50.0	130.0	0.00227	45.0	121.7	-0.01451	-45.0	8.3
6	0.00350	0.281	-50.0	130.0	0.00265	45.0	121.7	-0.00894	-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.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	116 di 123

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	0.000102444	-0.009817686	0.281	0.791
2	0.000000000	-0.000200245	0.003500000	0.144	0.700
3	0.000000000	0.000102257	-0.009793401	0.281	0.792
4	0.000000000	0.000128665	-0.013226389	0.224	0.719
5	0.000000000	0.000147974	-0.015736556	0.194	0.700
6	0.000000000	0.000102257	-0.009793401	0.281	0.792

VERIFICHE A TAGLIO

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

Ver S = comb. verificata / 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	95231	520776	193890	121.7	100.0	1.000	1.119	22.2	45.2(0.0)
2	S	7433	520140	193890	121.7	100.0	1.000	1.117	1.7	45.2(0.0)
3	S	139994	520957	193890	121.7	100.0	1.000	1.119	32.7	45.2(0.0)
4	S	86272	500592	193890	121.7	100.0	1.000	1.075	20.1	45.2(0.0)
5	S	88156	490306	193890	121.7	100.0	1.000	1.053	20.6	45.2(0.0)
6	S	136203	520957	193890	121.7	100.0	1.000	1.119	31.8	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	96.1	-50.0	130.0	-1568	-45.0	8.3	2400	106.2
2	S	24.5	-50.0	0.0	5	45.0	121.7	0	0.0
3	S	79.2	50.0	130.0	-1131	-25.0	8.3	2250	106.2
4	S	20.7	-50.0	0.0	65	5.0	121.7	----	----
5	S	90.8	-50.0	130.0	-1455	-15.0	8.3	2350	106.2
6	S	96.1	-50.0	130.0	-1568	-45.0	8.3	2400	106.2

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

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

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

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	117 di 123

k3 = 3.400 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
k4 = 0.425 Coeff. in eq.(7.11) come da annessi nazionali
Ø Diametro [mm] equivalente delle barre tese comprese nell'area efficace Ac eff [eq.(7.11)EC2]
Cf Copriferro [mm] netto calcolato con riferimento alla barra più tesa
e sm - e cm Differenza tra le deformazioni medie di acciaio e calcestruzzo [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]
Tra parentesi: valore minimo = 0.6 Smax / Es [(7.9)EC2 e (C4.1.8)NTC]
sr max Massima distanza tra le fessure [mm]
wk Apertura fessure in mm calcolata = sr max*(e_sm - e_cm) [(7.8)EC2 e (C4.1.7)NTC]. Valore limite tra parentesi
Mx fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse X [daNm]
My fess. Componente momento di prima fessurazione intorno all'asse Y [daNm]

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00089	0	0.500	26.0	37	0.00053 (0.00047)	226	0.121 (0.20)	143106	0
2	S	-0.00001	0	0.500	26.0	37	0.00053 (0.00047)	0	0.002 (0.20)	-1293017	0
3	S	-0.00064	0	0.500	26.0	70	0.00034 (0.00034)	332	0.113 (0.20)	151134	0
4	S	-0.00092	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	120171	0
5	S	-0.00082	0	0.500	26.0	70	0.00048 (0.00044)	336	0.162 (0.20)	144167	0
6	S	-0.00089	0	0.500	26.0	37	0.00053 (0.00047)	226	0.121 (0.20)	143106	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	93.5	-50.0	130.0	-1510	-45.0	8.3	2400	106.2
2	S	22.9	50.0	0.0	25	-45.0	121.7	----	----
3	S	85.1	-50.0	130.0	-1292	-25.0	8.3	2300	106.2
4	S	18.9	50.0	0.0	86	-25.0	121.7	----	----
5	S	83.7	50.0	130.0	-1300	-45.0	8.3	2350	106.2
6	S	93.5	-50.0	130.0	-1510	-45.0	8.3	2400	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00085	0	0.500	26.0	37	0.00051 (0.00045)	226	0.114 (0.20)	143711	0
2	S	-0.00081	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-111519	0
3	S	-0.00073	0	0.500	26.0	70	0.00040 (0.00039)	334	0.135 (0.20)	147389	0
4	S	-0.00090	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	120008	0
5	S	-0.00074	0	0.500	26.0	37	0.00040 (0.00039)	224	0.090 (0.20)	146054	0
6	S	-0.00085	0	0.500	26.0	37	0.00051 (0.00045)	226	0.114 (0.20)	143711	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	85.7	-50.0	130.0	-1337	-45.0	8.3	2350	106.2
2	S	18.3	50.0	0.0	79	-45.0	121.7	----	----
3	S	77.6	-50.0	130.0	-1130	-15.0	8.3	2250	106.2
4	S	14.0	-50.0	0.0	145	-45.0	121.7	----	----
5	S	83.9	-50.0	130.0	-1302	-15.0	8.3	2350	106.2
6	S	85.7	-50.0	130.0	-1337	-45.0	8.3	2350	106.2

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

Comb.	Ver	e1	e2	k2	Ø	Cf	e sm - e cm	sr max	wk	Mx fess	My fess
1	S	-0.00076	0	0.500	26.0	37	0.00050 (0.00040)	224	0.113 (0.20)	145728	0
2	S	-0.00077	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	-112702	0
3	S	-0.00064	0	0.500	26.0	70	0.00041 (0.00034)	332	0.135 (0.20)	149984	0
4	S	-0.00084	0	----	----	----	----	----	0.000 (0.20)	119393	0
5	S	-0.00074	0	0.500	26.0	70	0.00049 (0.00039)	336	0.164 (0.20)	146035	0
6	S	-0.00076	0	0.500	26.0	37	0.00050 (0.00040)	224	0.113 (0.20)	145728	0

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

9.9.2 Verifica in condizioni sismiche

DATI GENERALI SEZIONE GENERICA NON DISSIPATIVA IN C.A.

NOME SEZIONE: sol_inf - sisma

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:	170.00	daN/cm ²
	Resis. compr. ridotta fcd':	85.00	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:	328360	daN/cm ²
Resis. media a trazione fctm:	29.00	daN/cm ²	
ACCIAIO -	Tipo:	B450C	
	Resist. caratt. snervam. fyk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. caratt. rottura ftk:	4500.0	daN/cm ²
	Resist. snerv. di progetto fyd:	3913.0	daN/cm ²
	Resist. ultima di progetto ftd:	3913.0	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			
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

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

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	231429	354938	0	35416	0
2	228847	-120207	0	106974	0
3	230548	-116898	0	106974	0
4	185220	28360	0	-54024	0
5	182656	200964	0	70840	0
6	231574	354892	0	36693	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)
 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	231429	354938	0	231420	510260	0	1.43	106.2(26.0)
2	S	228847	-120207	0	228822	-343004	0	2.99	53.1(26.0)
3	S	230548	-116898	0	230536	-343801	0	3.09	53.1(26.0)
4	S	185220	28360	0	185196	492040	0	14.24	106.2(26.0)
5	S	182656	200964	0	182629	491015	0	2.40	106.2(26.0)
6	S	231574	354892	0	231546	510309	0	1.43	106.2(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)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	120 di 123

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	0.00147	0.429	-50.0	130.0	0.00124	45.0	121.7	-0.00196	-45.0	8.3
2	0.00099	0.337	-50.0	0.0	0.00079	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	121.7
3	0.00100	0.337	-50.0	0.0	0.00079	-45.0	8.3	-0.00196	-45.0	121.7
4	0.00138	0.414	-50.0	130.0	0.00115	45.0	121.7	-0.00196	-45.0	8.3
5	0.00138	0.413	-50.0	130.0	0.00115	45.0	121.7	-0.00196	-45.0	8.3
6	0.00147	0.429	-50.0	130.0	0.00124	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 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	0.000028157	-0.002190201	0.429	0.976
2	0.000000000	-0.000024231	0.000992401	0.337	0.861
3	0.000000000	-0.000024254	0.000995178	0.337	0.861
4	0.000000000	0.000027436	-0.002184215	0.414	0.958
5	0.000000000	0.000027396	-0.002183885	0.413	0.956
6	0.000000000	0.000028159	-0.002190218	0.429	0.976

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	35416	514249	193890	121.7	100.0	1.000	1.105	8.3	45.2(0.0)
2	S	106974	513706	193890	121.7	100.0	1.000	1.104	25.0	45.2(0.0)
3	S	106974	514064	193890	121.7	100.0	1.000	1.104	25.0	45.2(0.0)
4	S	54024	504516	193890	121.7	100.0	1.000	1.084	12.6	45.2(0.0)
5	S	70840	503976	193890	121.7	100.0	1.000	1.083	16.5	45.2(0.0)
6	S	36693	514280	193890	121.7	100.0	1.000	1.105	8.6	45.2(0.0)

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk
2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	121 di 123

10. INCIDENZE

INCIDENZE GALLERIA ARTIFICIALE GA01 -MODELLO 1	
PARTE D'OPERA	INCIDENZA (Kg/mc)
Soletta superiore	130
Piedritti	160
Fondazione	120

INCIDENZE GALLERIA ARTIFICIALE GA01 - MODELLO 2	
PARTE D'OPERA	INCIDENZA (Kg/mc)
Soletta superiore	130
Soletta intermedia	130
Piedritti	235
Fondazione	185

 ITALFERR GRUPPO FERROVIE DELLO STATO ITALIANE	DIRETTRICE FERROVIARIA MESSINA – CATANIA – PALERMO NUOVO COLLEGAMENTO PALERMO – CATANIA TRATTA CALTANISSETTA XIRBI – ENNA (LOTTO 4A) GALLERIE ARTIFICIALI					
	GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO	COMMESSA RS3U	LOTTO 40 D 29	CODIFICA CL	DOCUMENTO GA0100001	REV. B

11. 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 assunta nel calcolo a favore di sicurezza è pari a – 1.15 m rispetto al p.c.

Nel considerare le forze resistenti al sollevamento è stato preso in conto il contributo del peso proprio della galleria e del peso del terreno gravante sulla galleria stessa.

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_p (o γ_g)	Sollevamento (UPL)
Carichi permanenti G_1	Favorevole	γ_{G1}	0,9
	Sfavorevole		1,1
Carichi permanenti $G_2^{(a)}$	Favorevole	γ_{G2}	0,8
	Sfavorevole		1,5
Azioni variabili Q	Favorevole	γ_{Q1}	0,0
	Sfavorevole		1,5

^(a) 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_{t1}

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.

A seguire si riporta la verifica nella configurazione più gravosa ovvero considerando il Modello 2 a doppia altezza con ricoprimento minimo.

GA01 - GALLERIA ARTIFICIALE DA pk 2+285 A pk 2+839 - RELAZIONE DI CALCOLO

COMMESSA	LOTTO	CODIFICA	DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
RS3U	40 D 29	CL	GA0100001	B	123 di 123

L_1	8.6 m	lunghezza soletta superiore
s_{sup}	1.2 m	spessore soletta superiore
h_{netta1}	8.25 m	altezza interna galleria inferiore
h_{netta2}	5 m	altezza interna galleria inferiore
L_2	8.6 m	lunghezza soletta intermedia
s_{int}	1.2 m	spessore soletta intermedia
L_3	8.6 m	lunghezza soletta inferiore
s_{inf}	1.2 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	21 kN/m ³	peso specifico terreno di ricoprimento
h_1	1.5 m	altezza ricoprimento su soletta superiore
W_{prs}	270.9 kN/m	peso ricoprimento su soletta superiore
$W_{stab,k}$	1861.4 kN/m	azione stabilizzante di calcolo
$\gamma_{g1,fav}$	0.9	
$W_{stab,d}$	1675.26 kN/m	azione stabilizzante di progetto
γ_w	10 kN/m ³	peso specifico H ₂ O
H_w	17.3 m	altezza H ₂ O da intradosso soletta inferiore
L	8.6 m	
$G_{inst,k}$	1487.80 kN/m	azione instabilizzante di calcolo
$\gamma_{g1,fav}$	1.1	
$G_{inst,d}$	1636.58 kN/m	azione instabilizzante di progetto

La verifica risulta soddisfatta.