



TANGENZIALE EST ESTERNA DI MILANO

CODICE C.U.P. I21B05000290007
CODICE C.I.G. 017107578C

PROGETTO ESECUTIVO LOTTO B

OPERE STRUTTURALI

PISTA CICLABILE MUZZA-SAN BIAGIO DI ROSSATE (TRATTO D)
TOMBINI 2.50 x 1.00 M
RELAZIONE DI CALCOLO

IL PROGETTISTA

Studio Tecnico Sangalli
Dott. Ing. Paolo Sangalli
Ordine Ingegneri di Lodi
n. 341

CONSORZIO ARCOTEEM



Dott. Ing. Sabino Del Balzo
Ordine Ingegneri di Potenza n. 631

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM
IL DIRETTORE TECNICO



Dott. Ing. Rocco Magri

RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE

Dott. Ing. Pietro Mazzoli
Ordine Ingegneri di Parma
n. 821

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO

tangenziale
esterna

IL DIRETTORE DEI LAVORI

A	17/04/2014	EMISSIONE	SANGALLI	SANGALLI	MAZZOLI
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ELABORAZIONE PROGETTUALE	CONTR.	APPROVATO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

NUM. PROGR.	FASE	LOTTO	ZONA	OPERA	TRATTO OPERA	AMBITO	TIPO ELABORATO	PROGRESSIVA	REV.	DATA: 17/04/2014
B10831	E	B	AB8	MAJ03	0	ON	RC	005	A	SCALA: -----

IL PRESENTE DOCUMENTO NON POTRA' ESSERE COPIATO, RIPRODOTTO O ALTRIMENTI PUBBLICATO, IN TUTTO O IN PARTE, SENZA IL CONSENSO SCRITTO DELLA TANGENZIALE ESTERNA S.P.A. OGNI UTILIZZO NON AUTORIZZATO SARA' PERSEGUITO A NORMA DI LEGGE
THIS DOCUMENT MAY NOT BE COPIED, REPRODUCED OR PUBLISHED, EITHER IN PART OR IN ITS ENTIRETY, WITHOUT THE WRITTEN PERMISSION OF TANGENZIALE ESTERNA S.P.A. UNAUTHORIZED USE WILL BE PROSECUTE BY LAW

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 2 di 124
--	--	---	------------------	---------------------------

SOMMARIO

1	INTRODUZIONE.....	3
2	NORMATIVA DI RIFERIMENTO	5
3	MATERIALI E TASSI DI LAVORO AMMISSIBILI	6
3.1	Calcestruzzo C 28/35 per fondazioni ed elevazioni.....	6
3.1.1	Stato Limite Ultimo	6
3.1.2	Stato Limite di Esercizio.....	6
3.2	Acciaio in tondi ad aderenza migliorata	7
3.2.1	Stato Limite Ultimo	7
3.2.2	Stato Limite di Esercizio.....	7
4	PARAMETRI GEOTECNICI.....	8
5	DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA.....	9
6	ANALISI DEI CARICHI.....	11
6.1	Peso proprio tombino e carichi permanenti portati.....	12
6.2	Spinte delle terre	12
6.3	Carichi veicolari in soletta superiore	14
6.4	Spinte sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali	15
6.5	Frenatura/Accelerazione dei veicoli.....	18
6.6	Coazioni termiche e ritiro	19
6.7	Azioni sismiche.....	21
6.8	Spinta idrostatica acque interne allo scatolare	22
6.9	Spinta falda esterna su piedritti e soletta.....	23
6.10	Spinta idrodinamica in sisma	25
7	COMBINAZIONI DI CARICO PER LE VERIFICHE DI RESISTENZA	27
7.1	Combinazioni in scenario d'esercizio dell'opera (allo SLU e allo SLE).....	28
7.2	Combinazioni in scenario sismico (allo SLU)	37
8	DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO	39
9	VERIFICHE DI RESISTENZA.....	55
9.1	Soletta superiore.....	56
9.2	Soletta inferiore.....	76
9.3	Piedritti.....	95

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 3 di 124
---	--	---	----------------------	-------------------------------

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda i tombini idraulici scatolari 2.50 x 1.00 m (larghezza x altezza interne) presenti al di sotto della nuova pista ciclabile Muzza-San Biagio di Rossate alle Pk 0+005.27 e Pk 0+205.408 (tratto D).

I tombini presentano ricoprimenti variabili da un massimo di 0.66 m, misurato tra la quota di scorrimento delle sovrastante pista ciclabile e l'estradosso della soletta superiore, a un minimo di 0.33 m. La lunghezza complessiva di entrambi i tombini è pari a 5.90 m.

Lo spessore delle solette e dei piedritti è uguale in entrambe le strutture, pari a 0.35 m.

Ai fini del calcolo delle sollecitazioni e delle verifiche di resistenza lo scenario di carico più significativo risulta essere quello con ricoprimento pari a **0.33 m** in quanto, rispetto al caso con ricoprimento maggiore, viene enfatizzato l'effetto del carico tandem.

Si osservi che per la definizione dei carichi veicolari in soletta superiore si considerano carichi mobili per strada di 2° categoria.

Si riportano nel seguito le caratteristiche geometriche del tombino:

B_i = larghezza interna = 2.50 m

H_i = altezza interna = 1.00 m

H_s = spessore soletta superiore = 0.35 m

H_f = spessore soletta inferiore = 0.35 m

S_p = spessore piedritti = 0.35 m

S_b = sbordo laterale alla base = 0.10 m

R_{tot} = ricoprimento totale = 0.33 m

di cui:

H_{pav} = 0.10 m = spessore della pavimentazione stradale ;

H_t = 0.23 m = altezza del terreno di ricoprimento ;

La falda si trova a 0.33 m dal piano stradale e pertanto interessa il manufatto per l'intera altezza dello stesso. L'altezza massima dell'acqua all'interno del tombino è pari a 0.95 m (da estradosso soletta inferiore).

La sezione trasversale del tombino con indicate le grandezze sopra elencate è riportata alla pagina seguente.

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	4 di 124

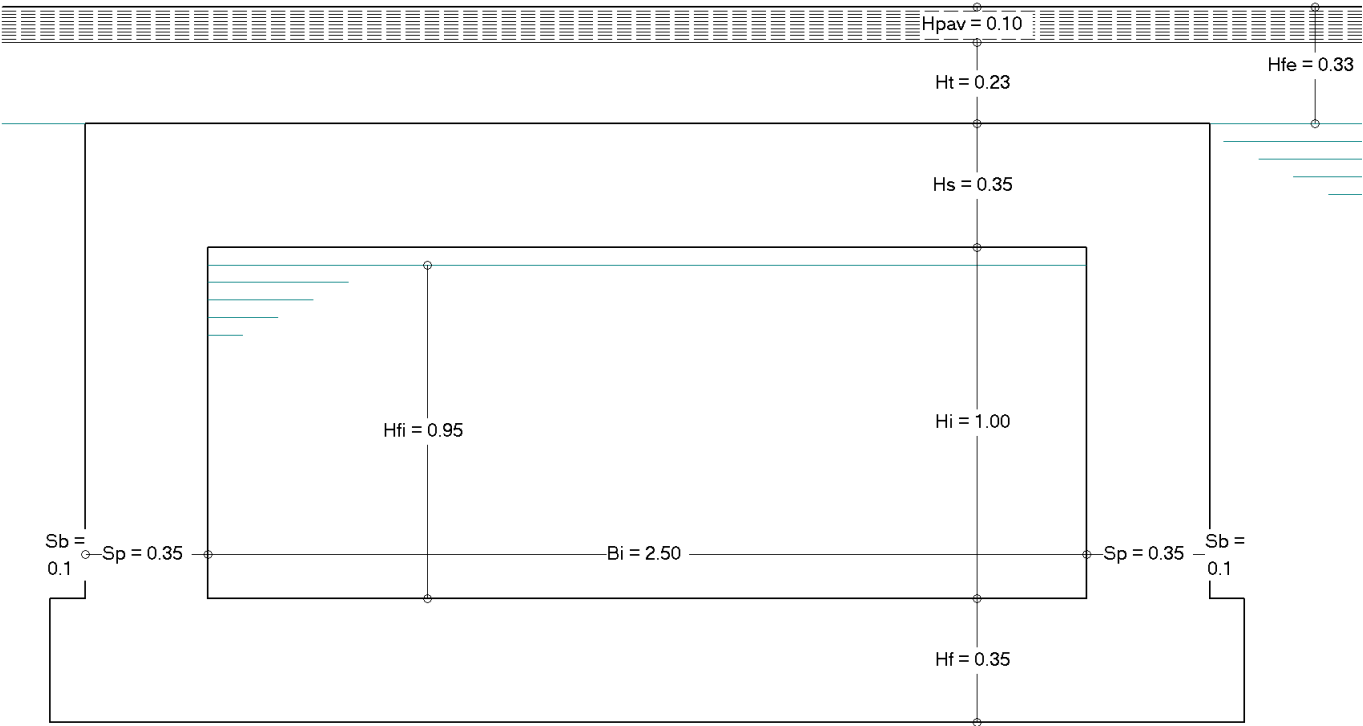


Immagine 1: geometria del tombino

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 5 di 124
---	---	---	----------------------	-------------------------------

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Nell'esecuzione dei calcoli si fa riferimento alla legislazione vigente con particolare riferimento alle seguenti normative:

- D.M. 9/1/1996 - “Norme tecniche per l'esecuzione ed il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche” ed annesse istruzioni per la loro applicazione riportate dalla circolare Ministero LL.PP. del 15/10/1996 (G.U. 26/11/96 - n. 277 - suppl.),
- D.M. 16/1/96 - “Norme tecniche relative ai “Criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi e sovraccarichi” ed annesse istruzioni per la loro applicazione riportate dalla Circolare Ministero LL.PP. del 4/7/96 (G.U. 16/9/96 - N° 217 - suppl.),
- D.M. 14/2/92 - “Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche” ed annesse “Istruzioni relative alle norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche”, di cui alla circolare Ministero LL.PP. n° 37406/STC del 24/6/93,
- D.M. 4/5/90 - “Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo dei ponti stradali” ed annesse “Istruzioni relative alla normativa tecnica dei ponti stradali”, di cui alla circolare Ministero LL.PP. n° 34233 del 25/2/91,
- D.M. 14/1/08 - “Norme tecniche per le costruzioni – Testo Unico”,
- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al D.M. 14 gennaio 2008,
- UNI EN 1992-1-1-2005 EUROCODICE 2 : Progettazione strutture di calcestruzzo,

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 6 di 124
---	--	---	----------------------	-------------------------------

3 MATERIALI E TASSI DI LAVORO AMMISSIBILI

3.1 Calcestruzzo C 28/35 per fondazioni ed elevazioni

Resistenza caratteristica a compressione a 28 giorni:

$$R_{ck} \geq 35 \text{ N/mm}^2$$

$$f_{ck} \cong 0.83 R_{ck} = 28 \text{ N/mm}^2$$

Classe di esposizione: XC3 (da cui condizioni ambientali ordinarie: condizioni ambientali ai fini delle verifiche allo stato limite di fessurazione ai sensi del D.M. 2008 par. 4.1.2.2.4.3)

Le verifiche a fessurazione riportate nei seguenti paragrafi vengono condotte considerando una condizione ambientale ordinaria.

Si controlla pertanto:

azioni quasi permanenti:

$$w_{fess} \leq w_1 = 0.3 \text{ mm (armatura poco sensibile) ;}$$

azioni frequenti:

$$w_{fess} \leq w_2 = 0.4 \text{ mm (armatura poco sensibile) ;}$$

3.1.1 Stato Limite Ultimo

$$\gamma_c = 1.5$$

(coefficiente di sicurezza)

$$\alpha_{cc} = 0.85$$

(coeff. riduttivo per resistenze di lunga durata)

$$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c = 0.85 * 28 / 1.5 = 15.87 \text{ N/mm}^2$$

(resistenza di calcolo a compressione)

$$f_{ctm} = 0.30 * f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2$$

(resistenza media a trazione)

$$f_{ctk(0.05)} = 0.7 * f_{ctm} = 1.94 \text{ N/mm}^2$$

(resistenza caratteristica a trazione: frattile 5%)

$$f_{ctd} = f_{ctk(0.05)} / \gamma_c = 1.29 \text{ N/mm}^2$$

(resistenza a trazione di calcolo)

3.1.2 Stato Limite di Esercizio

Combinazione di carico	Tensione ammissibile nel calcestruzzo
Rara	$0.6 * f_{ck} = 16.80$
Quasi permanente	$0.45 * f_{ck} = 12.60$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 7 di 124
---	--	---	----------------------	-------------------------------

3.2 Acciaio in tondi ad aderenza migliorata

Si prevede l'impiego di acciaio tipo B450C adottando un copriferro sui ferri più esterni (spille o staffe) di 40 mm.

3.2.1 Stato Limite Ultimo

$\gamma_s = 1.15$	(coefficiente di sicurezza)
$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$	(resistenza a trazione caratteristica)
$f_{yd} = f_{yk} / \gamma_s = 391.3 \text{ N/mm}^2$	(resistenza a trazione di calcolo)

3.2.2 Stato Limite di Esercizio

$\sigma_s \leq 0,8 f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$	(con condizione di carico rara)
---	---------------------------------

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 8 di 124
---	---	--	-----------	--------------------

4 PARAMETRI GEOTECNICI

Ai fini del calcolo della spinta esercitata dalle terre sui piedritti e del carico da ricoprimento sulla soletta superiore si utilizzano i parametri seguenti, comunicati dal Progettista Geotecnico:

- angolo di attrito interno del terreno $\Phi = 35.0^\circ$
- coefficiente di spinta a riposo $k_0 = 0.426$ (stato limite STR)
- coefficiente di spinta attiva $k_a = 0.271$ (stato limite STR)
- coefficiente di spinta a riposo, combinazione M2 $k_{0,M2} = 0.511$ (stato limite GEO)
- coefficiente di spinta attiva, combinazione M2 $k_{a,M2} = 0.343$ (stato limite GEO)
- peso specifico del terreno asciutto $\gamma_{dry} = 19.00$ [kN/m³]
- peso specifico del terreno saturo d'acqua $\gamma_{sat} = 21.00$ [kN/m³]
- coefficiente di sottofondazione $k_s = 4000$ [kN/m³]

Si assume inoltre, ai fini del calcolo dei carichi permanenti, un peso specifico per la piattaforma stradale pari a $\gamma_{pav} = 22.00$ kN/m³.

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 9 di 124
---	--	---	----------------------	-------------------------------

5 DEFINIZIONE DELL'AZIONE SISMICA

- Vita nominale: 100 anni
- Classe d'uso: IV $\Rightarrow$ CU = 2.0
- Probabilità di superamento 'PVR' per lo Stato SLV : 10%
- Periodo di Ritorno 'TR' = - VR / ln(1-PVR) = 1898 anni
- a_g : 0.121 (accelerazione orizzontale massima al suolo)
- F_0 = 2.53 (valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale)
- T_C^* = 0.297 s (periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale)
- Tipo di Suolo (vedi Relazione Sismica) : 'C' $\Rightarrow$ S = 1.5

Si è prudenzialmente assunto il massimo valore di a_g presente nella tratta in cui risiedono i manufatti oggetto di progettazione.

L'opera in oggetto viene assimilata in scenario sismico ad un'opera di sostegno del terreno e pertanto vengono determinate le azioni equivalenti al sisma col metodo pseudostatico, come indicato dalle NTC 2008 al Par. 7.11.6.

Le forze statiche equivalenti al sisma vengono calcolate moltiplicando le forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico k ; allo SLU si adottano i due coefficienti k_h (per simulare l'effetto del sisma orizzontale) e k_v (per simulare l'effetto del sisma verticale) così definiti:

$$k_h = \beta_m \frac{S_s \cdot S_T \cdot a_g}{g} = 0.182$$

$$k_v = \pm 0.5 \cdot k_h = 0.091$$

Vista l'elevata rigidezza che caratterizza l'opera si è assunto $\beta_m = 1.0$ in quanto si ritiene che il manufatto non sia in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (in ogni caso il valore unitario del coefficiente β_m risulta prudenziale).

La spinta delle terre subisce in scenario sismico un incremento dinamico quantificabile attraverso la formulazione proposta dall'EC8 (UNI EN 1998-5, Appendice E) nel Par. E.9, trattandosi di un'opera rigida completamente vincolata. La spinta ΔP_d è pertanto così definita:

$$\Delta P_d = \alpha \cdot \gamma_{T,sat} \cdot H^2$$

con: $\alpha = k_h$ (coefficiente sismico da applicare alla massa di terreno)

$\gamma_{T,sat} = 21.00 \text{ kN/m}^3$ (peso specifico del terreno cautelativamente considerato saturo)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 10 di 124
---	---	---	----------------------	--------------------------------

$H = 1.855 \text{ m}$ (massimo affondamento dell'opera ovvero del piano medio della soletta inferiore rispetto al piano viabile).

La spinta dinamica del battente d'acqua presente nel canale viene calcolata attraverso la formulazione proposta dall'EC8 (UNI EN 1998-5, Appendice E) nel Par. E.8; la pressione $q(z)$, variabile in funzione dell'ascissa z che ha origine nel pelo libero dell'acqua ed è diretta verso il basso, vale:

$$q(z) = 7/8 k_h \cdot \gamma_w \cdot \sqrt{h \cdot z}$$

con: $k_h = 0.182$ (coefficiente sismico)

$\gamma_w = 10.0 \text{ kN/m}^3$ (peso specifico dell'acqua)

$h = 0.95 \text{ m}$ (altezza del battente d'acqua interna dello scatolare)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 11 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

6 ANALISI DEI CARICHI

Si considerano nel calcolo delle sollecitazioni agenti nel tombino i seguenti carichi:

L1	Peso proprio della struttura
L2	Carichi permanenti agenti sulla soletta superiore
L3	Spinta delle terre da sinistra con coefficiente di spinta a riposo (k_0)
L4	Spinta delle terre da destra con coefficiente di spinta a riposo (k_0)
L5	Spinta delle terre da sinistra con coefficiente di spinta attiva (k_a)
L6	Spinta delle terre da destra con coefficiente di spinta attiva (k_a)
L7	Carico mobile veicolare sulla soletta superiore (carico tandem + carico ripartito), posizione per massimo momento in mezzeria soletta superiore
L8	Carico mobile veicolare sulla soletta superiore (carico tandem + carico ripartito), posizione per massimo taglio all'attacco del piedritto sinistro
L9	Carico mobile veicolare sulla soletta superiore (carico tandem + carico ripartito), posizione per massimo taglio all'attacco del piedritto destro
L10	Carico mobile veicolare sulla soletta superiore (<i>solo carico ripartito</i>)
L11	Sovraccarico uniforme da 20 kN/m ² sulla soletta superiore
L12	Spinta da carico veicolare sul piedritto sinistro (tandem + ripartito) calcolata con k_0
L13	Spinta da carico veicolare sul piedritto destro (tandem + ripartito) calcolata con k_0
L14	Spinta da carico veicolare sul piedritto sinistro (tandem + ripartito) calcolata con k_a
L15	Spinta da carico veicolare sul piedritto destro (tandem + ripartito) calcolata con k_a
L16	Spinta da sovraccarico da 20 kN/m ² sul piedritto sinistro calcolata con k_0
L17	Spinta da sovraccarico da 20 kN/m ² sul piedritto destro calcolata con k_0
L18	Spinta da sovraccarico da 20 kN/m ² sul piedritto sinistro calcolata con k_a
L19	Spinta da sovraccarico da 20 kN/m ² sul piedritto destro calcolata con k_a
L20	Spinta da carico veicolare sul piedritto sinistro (<i>solo carico ripartito</i>) calcolata con k_0
L21	Spinta da carico veicolare sul piedritto destro (<i>solo carico ripartito</i>) calcolata con k_0
L22	Spinta da carico veicolare sul piedritto sinistro (<i>solo carico ripartito</i>) calcolata con k_a
L23	Spinta da carico veicolare sul piedritto destro (<i>solo carico ripartito</i>) calcolata con k_a
L24	Frenatura da sinistra (applicata alla soletta superiore)
L25	Variazione termica uniforme sulla soletta superiore ($\Delta T = \pm 10^\circ\text{C}$)
L26	Ritiro soletta superiore (si introduce una variazione termica uniforme equivalente)
L27	Salto termico di 5°C sulla soletta superiore e sui piedritti
L28	Sisma orizzontale da sinistra: oscillazione delle masse strutturali
L29	Sisma orizzontale da sinistra: oscillazione del terreno sopra la soletta
L30	Sisma orizzontale da sinistra: sovrappinta sismica del terreno
L31	Sisma verticale: oscillazione delle masse strutturali
L32	Sisma verticale: oscillazione del terreno di ricoprimento
L33	Pressione idrostatica canale in piena (su fondo e su piedritti)
L34	Pressione falda esterna su piedritto sinistro (calcolata con k_0)
L35	Pressione falda esterna su piedritto destro (calcolata con k_0)
L36	Pressione falda esterna su piedritto sinistro (calcolata con k_a)
L37	Pressione falda esterna su piedritto destro (calcolata con k_a)
L38	Spinta di Archimede da falda
L39	Spinta idrodinamica su piedritto destro (sisma orizzontale da sinistra)

Poiché il modello di calcolo utilizzato per l'analisi strutturale schematizza una striscia di tombino profonda 1 m (sviluppo in direzione longitudinale) nel seguito i carichi vengono riferiti a detta striscia unitaria.

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 12 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

6.1 Peso proprio tombino e carichi permanenti portati

Si immettono i seguenti loadings di carico elementare:

Loading 1: peso proprio della struttura

Si considera ovviamente un peso specifico per le parti strutturali pari a 25 kN/m^3 ; si calcola quindi:

$$\text{Peso soletta superiore} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 8.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Peso soletta inferiore} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 8.75 \text{ kN/m}$$

$$\text{Peso piedritti} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 = 8.75 \text{ kN/m}$$

Loading 2: carichi permanenti agenti sulla soletta superiore

Il carico permanente gravante sulla soletta viene calcolato con le grandezze seguenti

$$\text{Altezza sovrastruttura stradale} = 0.10 \text{ m} : \quad \text{peso specifico} = \gamma_{\text{pav}} = 22.00 \text{ kN/m}^3$$

Altezza terreno di ricoprimento = 0.23 m di cui:

$$0.23 \text{ m sopra la falda} : \quad \text{peso specifico} = \gamma_{\text{dry}} = 19.00 \text{ kN/m}^3$$

$$0.00 \text{ m sotto la falda} : \quad \text{peso specifico} = \gamma_{\text{sat}} = 21.00 \text{ kN/m}^3$$

e risulta:

$$\begin{aligned} P_{\text{tot}} = & 0.10 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 22.00 \text{ kN/m}^3 + \\ & 0.23 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 19.00 \text{ kN/m}^3 + \\ & 0.00 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 21.00 \text{ kN/m}^3 = w_{\text{terr}} = 6.57 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

6.2 Spinte delle terre

Le spinte delle terre vengono calcolate nell'ipotesi di assenza di falda (peso del terreno asciutto, assenza della spinta idrostatica) : la variazione del regime di spinta indotta dalla presenza della falda viene considerata nei loadings 34-37. Si immettono i seguenti loadings di carico elementare:

Loading 3: spinta delle terre da sinistra (k_0 : spinta a riposo)

Con riferimento all'immagine seguente si calcola:

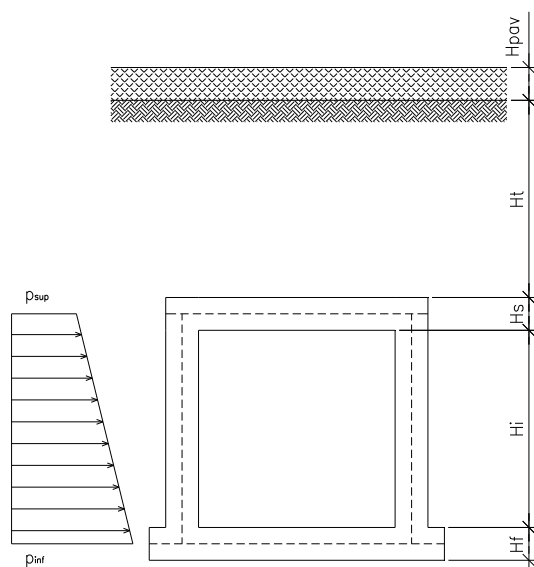
$$\begin{aligned} p_{\text{sup}} = & k_0 \times [\gamma_{\text{pav}} \times H_{\text{pav}} + \gamma_t \times (H_t + H_s/2)] \times 1 \text{ m (kN/m)} \\ = & 0.426 \times [22.00 \times 0.10 + 19.00 \times (0.23 + 0.35/2)] \times 1 \text{ m} = 4.22 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

spinta a metro lineare applicata all'altezza della linea d'asse della soletta superiore

$$\begin{aligned} p_{\text{inf}} = & p_{\text{sup}} + k_0 \times [\gamma_t \times (H_s/2 + H_i + H_f/2)] \times 1 \text{ m (kN/m)} = \\ = & 4.22 + 0.426 \times [19.00 \times (0.35/2 + 1.00 + 0.35/2)] \times 1 \text{ m} = 15.16 \text{ kN/m} \end{aligned}$$

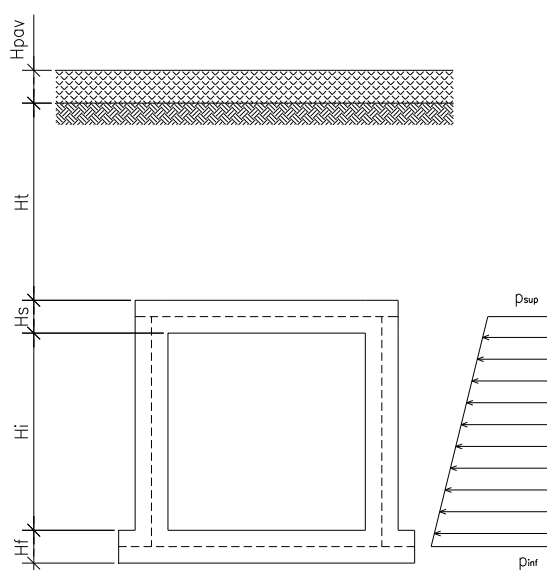
spinta a metro lineare applicata all'altezza della linea d'asse della soletta inferiore

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 13 di 124
---	---	--	-----------	---------------------



Loading 4: spinta delle terre da destra (k_0 : spinta a riposo)

Il diagramma di pressioni calcolato al punto precedente viene applicato al piedritto destro:



Loadings 5 e 6: spinta delle terre da sinistra/da destra (k_a : spinta attiva)

Nelle formule precedenti si sostituisce k_a a k_0 , risulta:

$$p_{sup} = k_a \times [\gamma_{pav} \times H_{pav} + \gamma_t \times (H_t + H_s/2)] \times 1 \text{ m (kN/m)} = \dots = 2.68 \text{ kN/m}$$

spinta a metro lineare applicata all'altezza della linea d'asse della soletta superiore

$$p_{inf} = p_{sup} + k_a \times [\gamma_t \times (H_s/2 + H_i + H_f/2)] \times 1 \text{ m (kN/m)} = \dots = 9.63 \text{ kN/m}$$

spinta a metro lineare applicata all'altezza della linea d'asse della soletta inferiore

L5: applicazione del diagramma di spinta al piedritto sinistro

L6: applicazione del diagramma di spinta al piedritto destro

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 14 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

6.3 Carichi veicolari in soletta superiore

Si osservi preliminarmente che per la definizione dei carichi veicolari in soletta superiore si considerano i carichi mobili per strada di 2° categoria.

I casi di carico L7, L8, L9 ed L10 sono relativi agli effetti indotti sulla soletta superiore dai carichi veicolari agenti in corrispondenza della sovrastruttura stradale. I carichi di riferimento sono descritti nel paragrafo 5.1.3.3 del D.M. 14/01/2008. Stante l'ubicazione della struttura al di sotto di una strada a singola corsia lo *schema di carico 1* è costituito da carichi concentrati su due assi in tandem e da carichi uniformemente distribuiti; i carichi concentrati sono pari a:

$Q_{1k} = 240 \text{ kN}$ ad asse ($240 + 240 = 480 \text{ kN}$) su corsia n.1 di larghezza convenzionale pari a 3 m ;

Stante il ridotto ricoprimento del manufatto in esame si considera l'effetto delle singole ruote del mezzo pesante, da 120 kN, aventi impronta di 0.4 x 0.4 m. Si applica alla soletta superiore l'effetto di due ruote distanziate di 1.20 m (interasse longitudinale assi tandem). Per quanto riguarda i carichi uniformemente distribuiti (associati ai carichi tandem) si considera il carico $q_{1k} = 7.2 \text{ kN/m}^2$.

I carichi tandem vengono posizionati ortogonalmente all'asse del tombino e vengono ripartiti sia in direzione longitudinale che trasversale dal piano stradale al piano medio della soletta superiore. Si assume che la diffusione avvenga con un angolo di 30° attraverso il rilevato stradale (in accordo al punto C5.1.3.3.7.1 della circolare ministeriale del 02/02/2009) e con un angolo di 45° nella soletta superiore del tombino. L'effetto dei carichi tandem sulla soletta superiore viene pertanto messo in conto attraverso la determinazione di un carico equivalente distribuito q_{eq} a cui si somma il carico uniforme $q_{1k} = 7.2 \text{ kN/m}^2$.

Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale/trasversale

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale/trasversale è pari a:

$$L_{long} = 0.4 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_{pav} + H_t) + \tan 45^\circ \times H_s/2] = 1.131 \text{ m}$$

$$L_{trasv} = 0.4 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_{pav} + H_t) + \tan 45^\circ \times H_s/2] = 1.131 \text{ m}$$

Calcolo del carico distribuito equivalente al tandem

Avendo definito L_{long} e L_{trasv} si può valutare l'intensità del carico q_{eq} equivalente all'effetto indotto dai carichi tandem sulla soletta superiore:

$$q_{eq} = 120 \text{ kN} / (L_{long} \times L_{trasv}) = 93.80 \text{ kN/m}$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 15 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

si applicano alla soletta superiore del tombino due impronte di carico aventi larghezza trasversale 1.131 m e distanziate fra loro di 1.20 m.

Si sovrappone quindi il carico $q = 7.2 \text{ kN/m}$ uniforme su tutta la soletta (carico q_{1k}).

(NOTA: carichi in kN/m perché riferiti alla striscia unitaria di tombino)

La posizione del carico q_{eq} equivalente al tandem viene variata nei casi di carico L7-L10 per massimizzare:

Loading 7: il momento in mezzera soletta ,

Loading 8: il taglio nella soletta a filo piedritto sinistro ,

Loading 9: il taglio nella soletta a filo piedritto destro ,

Loading 10: carico tandem assente ;

Loading 11: sovraccarico uniforme da 20 kN/m^2

Si ipotizza che la soletta superiore sia gravata da un carico accidentale uniformemente distribuito di intensità pari a 20 kN/m^2 (scenario da traffico da utilizzarsi in alternativa ai loadings 7, 8, 9 e 10).

6.4 Spinte sui piedritti indotte dai sovraccarichi accidentali

In accordo con il punto C5.1.3.3.7.1 della circolare ministeriale 02/02/2009 per il calcolo delle spinte generate dal sovraccarico sul rilevato si può considerare applicato lo schema di carico 1, in cui per semplicità i carichi tandem possono essere sostituiti da carichi uniformemente distribuiti equivalenti, applicati su una superficie rettangolare larga 3.0 m e lunga 2.20 m. Anche in questo caso si tiene in conto la diffusione del carico attraverso il rilevato sia in direzione longitudinale che trasversale. Al tandem si somma il carico uniformemente distribuito agente sulla i-esima corsia di carico $q_{ik} = 7.2 \text{ kN/m}^2$.

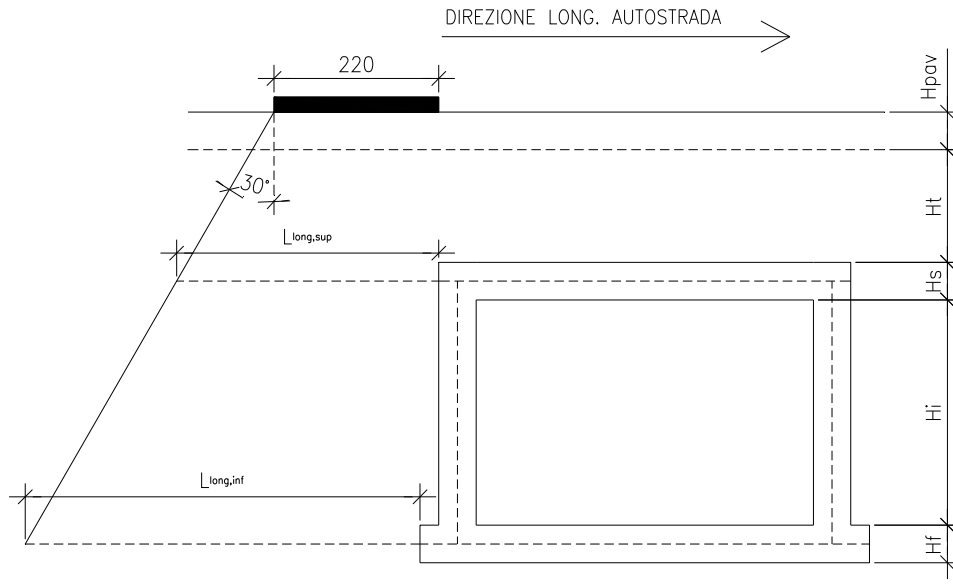
Diffusione del carico tandem in direzione longitudinale (parallela all'asse autostradale)

La larghezza di diffusione del carico tandem in direzione longitudinale è pari a:

$$L_{\text{long,sup}} = 2.2 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s/2)] = 2.49 \text{ m} \quad (\text{piano medio sol. sup.})$$

$$L_{\text{long,inf}} = 2.2 \text{ m} + [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s + H_i + H_f/2)] = 3.27 \text{ m} \quad (\text{piano medio sol. inf.})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 16 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------



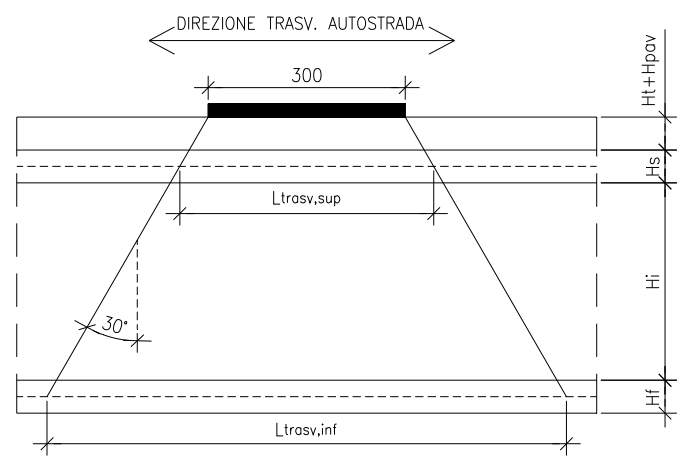
si assume prudenzialmente che i carichi non si diffondano a lato soletta.

Diffusione del carico tandem in direzione trasversale (ortogonale all'asse autostradale)

La larghezza di diffusione del singolo carico tandem in direzione trasversale è pari a:

$$L_{\text{trav,sup}} = 3.0 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s/2)] = 3.58 \text{ m}$$

$$L_{\text{trav,inf}} = 3.0 \text{ m} + 2 \times [\tan 30^\circ \times (H_{\text{pav}} + H_t + H_s + H_i + H_f/2)] = 5.14 \text{ m}$$



CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 17 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

Definizione dei carichi di progetto

Avendo precedentemente definito L_{long} e L_{trasv} si possono valutare i valori del carico equivalente agente a:

Piano medio soletta superiore

Si considerano 1 stese di carico

$$Q_k = 480 \text{ kN} ; q_{eq,sup} = Q_k / (L_{long,sup} \times L_{trasv,sup}) = 480 / (2.49 \times 3.58) = 53.77 \text{ kN/m} ; q = 7.2 \text{ kN/m}$$

$$q_{tot,sup} = (q_{eq,sup} + q) = 60.97 \text{ kN/m}$$

Il valore di spinta agente a piano medio soletta superiore è pari a:

$$p_{tot,sup} = k_0 \times q_{tot,sup} = 26.00 \text{ kN/m}$$

spinta a riposo, Loading 12 e 13, rispettivamente piedritto sinistro e destro

$$p_{tot,sup} = k_a \times q_{tot,sup} = 16.52 \text{ kN/m}$$

spinta attiva, Loading 14 e 15, rispettivamente piedritto sinistro e destro

Piano medio soletta inferiore

Si considerano 1 stese di carico

$$Q_k = 480 \text{ kN} ; q_{eq,inf} = Q_k / (L_{long,inf} \times L_{trasv,inf}) = 480 / (3.27 \times 5.14) = 28.54 \text{ kN/m} ; q = 7.2 \text{ kN/m}$$

$$q_{tot,inf} = (q_{eq,inf} + q) = 35.74 \text{ kN/m}$$

Il valore di spinta agente a piano medio soletta inferiore è pari a:

$$p_{tot,inf} = k_0 \times q_{tot,inf} = 15.24 \text{ kN/m}$$

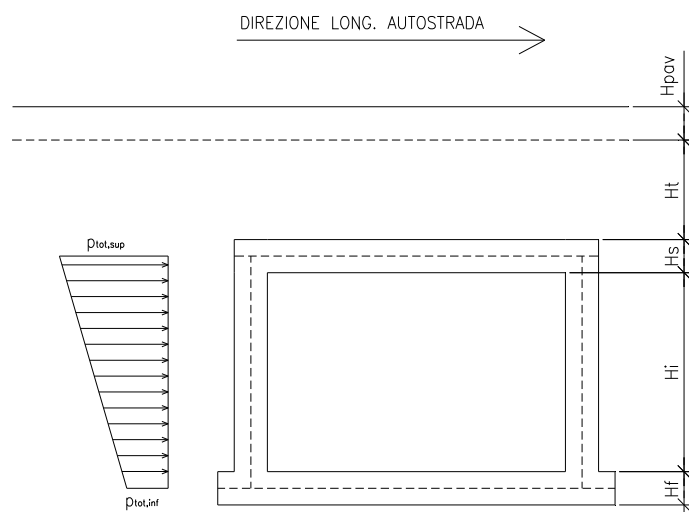
spinta a riposo, Loading 12 e 13, rispettivamente piedritto sinistro e destro

$$p_{tot,inf} = k_a \times q_{tot,inf} = 9.68 \text{ kN/m}$$

spinta attiva, Loading 14 e 15, rispettivamente piedritto sinistro e destro

Il diagramma di spinta applicato ai piedritti varia linearmente fra i valori $p_{tot,sup}$ e $p_{tot,inf}$ come esemplificato nella immagine seguente.

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 18 di 124
---	---	--	-----------	---------------------



Loadings 16-19: spinta sul piedritto generata dal sovraccarico da 20 kN/m² sul rilevato

Nello scenario di carico da traffico alternativo allo Schema di Carico 1 si considera, ai fini del calcolo della spinta sui piedritti, un carico q_{acc} sul terrapieno pari a 20 kN/m².

Tale carico genera spinte pari a:

$$p = k_0 \times q_{acc} = 0.426 \times 20 = 8.53 \text{ kN/m (spinta a riposo, Loadings 16 e 17, piedritto sinistro/destro)}$$

$$p = k_a \times q_{acc} = 0.271 \times 20 = 5.42 \text{ kN/m (spinta attiva, Loadings 18 e 19, piedritto sinistro/destro)}$$

Loadings 20-23: spinta sul piedritto generata dal carico accidentale $q_{1k} = 7.2 \text{ kN/m}^2$ sul rilevato

Nelle condizioni di carico in oggetto si considera l'assenza del carico tandem:

$$p = k_0 \times q_{1k} = 0.426 \times 7.2 = 3.07 \text{ kN/m (spinta a riposo, Loadings 20 e 21, piedritto sinistro/destro)}$$

$$p = k_a \times q_{1k} = 0.271 \times 7.2 = 1.95 \text{ kN/m (spinta attiva, Loadings 22 e 23, piedritto sinistro/destro)}$$

6.5 Frenatura/Accelerazione dei veicoli

La forza di frenatura q_3 (o di accelerazione cambiando il verso d'azione) è funzione del carico totale agente sulla corsia convenzionale n.1 e risulta pari a (si veda il paragrafo 5.1.3.5 del D.M.

14/01/2008):

$$144 \text{ kN} \leq q_3 = 0.6 \times 2 \times Q_{1k} + 0.10 \times q_{1k} \times w_1 \times L \leq 900 \text{ kN}$$

dove:

$$Q_{1k} = 240 \text{ kN}$$

$$q_{1k} = 7.2 \text{ kN/m}^2$$

$$w_1 = 3.00 \text{ m (larghezza della corsia)}$$

$$L = 2 \times S_p + B_i = 3.20 \text{ m (larghezza della soletta compresi i piedritti)}$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 19 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

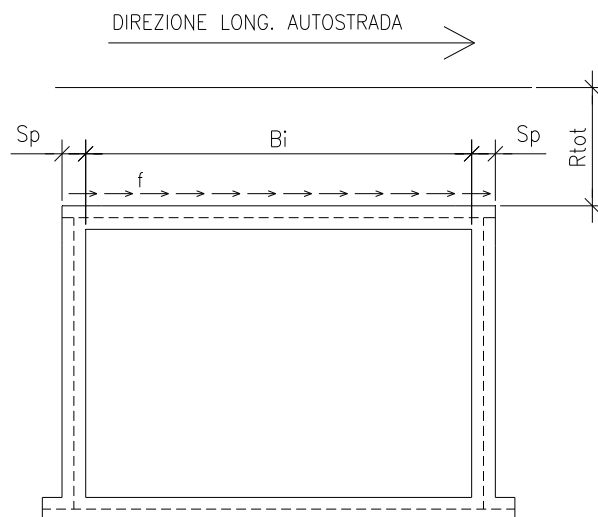
risulta nel caso in esame $q_3 = 294.91 \text{ KN}$.

L'azione derivante dalla frenatura viene considerata tramite un carico equivalente pari a:

$$f = q_3 / (L \times B) = 27.26 \text{ kN/m} \quad (\text{applicata nel loading 24})$$

con q_3 ed L definiti in precedenza, $B = 3.0 \text{ m} + 2 \times \tan 30^\circ \times R_{\text{tot}} = 3.38 \text{ m}$

(l'azione di frenatura viene diffusa in direzione trasversale con le formule già utilizzate per i sovraccarichi verticali)



Nelle combinazioni di carico evidenziate nel seguito si tiene conto della possibile azione di *accelerazione* del traffico invertendo il segno del coefficiente di combinazione del loading 24.

6.6 Coazioni termiche e ritiro

Vengono considerate le seguenti coazioni.

Loading 25: variazione uniforme di temperatura (riscaldamento/raffred.) pari a $\Delta T = \pm 10^\circ\text{C}$.

Si considera un riscaldamento uniforme della soletta superiore di 10°C , il raffreddamento viene ottenuto nella combinazione dei carichi cambiando il segno al loading 25.

Loading 26: ritiro soletta superiore

I fenomeni da ritiro sulla soletta superiore sono tenuti in conto tramite l'applicazione di una variazione uniforme $\Delta T'$ tale da generare *1/3 della deformazione totale da ritiro*. In particolare la riduzione ad 1/3 degli effetti del ritiro deriva dal fatto che le deformazioni da ritiro si sviluppano in tempi molto lunghi (in contemporanea al *fluage* che riduce le sollecitazioni coattive derivanti da deformazioni imposte).

$$\Delta T_{\text{rit}} = \epsilon_{\text{cs}} / 3 \times \alpha_t \quad (\text{da assumersi con il segno - : raffreddamento})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 20 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

Il valore della deformazione totale da ritiro viene calcolato utilizzando le formule di cui al par. 11.2.10.6 delle NTC.

$$\varepsilon_{cs} = \varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}$$

dove:

ε_{cs} = deformazione totale per ritiro ,

ε_{cd} = deformazione per ritiro da essiccamento ,

ε_{ca} = deformazione per ritiro autogeno ,

Il termine ε_{cd} (valutato a tempo infinito) è funzione dell'umidità relativa (U) , della resistenza del calcestruzzo (f_{ck}) e dello spessore fittizio del manufatto (h_0) , secondo i parametri k_h e ε_{c0} ricavabili dalle tabelle 11.2.Va e 11.2.Vb delle NTC. Nel caso in esame risulta:

$$f_{ck} = 28 \text{ MPa}$$

$$\text{Umidità relativa} = U = 70 \%$$

$$A_c = \text{area trasversale tombino} = 3.01 \text{ m}^2$$

$$u = \text{perimetro della sezione esposta all'aria} = 17.20 \text{ m}$$

$$h_0 = \text{spessore fittizio} = 2A_c/u = 0.35 \text{ m}$$

$$\text{si deduce dalla tabella 11.2.Va} \quad \varepsilon_{c0} = -0.0003610$$

$$\text{si deduce dalla tabella 11.2.Vb} \quad k_h = 0.74$$

$$\text{si calcola quindi} \quad \varepsilon_{cd,\infty} = k_h \times \varepsilon_{c0} = -0.0002662$$

Il termine ε_{ca} è funzione della resistenza a compressione del calcestruzzo secondo la formula seguente:

$$\varepsilon_{ca,\infty} = -2.5 (f_{ck} - 10) \times 10^{-6} = -0.0000450$$

Risulta quindi una variazione termica uniforme equivalente al ritiro pari a:

$$\Delta T_{rit} = (\varepsilon_{cd} + \varepsilon_{ca}) / 3 \times \alpha_t = -10.37 \text{ } ^\circ \text{C}$$

Loading 27: salto termico sulla soletta superiore e sui piedritti

Si considera un salto termico pari a $\Delta T = \pm 5^\circ \text{C}$ sulla soletta superiore e sui piedritti dello scatolare ($+2.5^\circ \text{C}$ lato esterno, -2.5°C lato interno ; e viceversa).

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 21 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

6.7 Azioni sismiche

Per la valutazione dei parametri necessari alla determinazione delle azioni sismiche si rimanda al precedente paragrafo 5; nel seguito ci si limita al calcolo delle forze statiche equivalenti al sisma e delle sovraspinte del terreno in sisma.

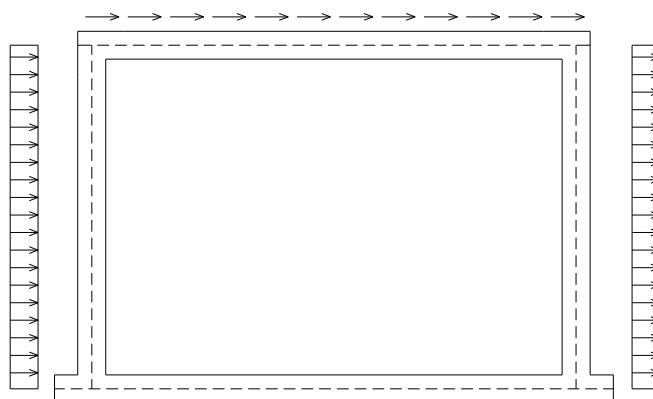
Loading 28: sisma orizzontale (da sinistra): oscillazione delle masse strutturali

Nel precedente paragrafo 5 si determina il coefficiente sismico orizzontale k_h che correla i pesi strutturali all'azione statica orizzontale equivalente al sisma. In particolare agiscono sulla soletta superiore e sui piedritti:

$k_h = 0.182$ = coefficiente sismico orizzontale

$f_{\text{soletta}} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 \times k_h = 1.59 \text{ kN/m}$

$f_{\text{piedritti}} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 \times k_h = 1.59 \text{ kN/m}$



Loading 29: sisma orizzontale (da sinistra): oscillazione del terreno di ricoprimento

L'oscillazione della massa di terreno posto al di sopra della soletta superiore comporta una forza inerziale pari a:

$p_{\text{sisma,terr}} = k_h \times w_{\text{terr}} = 1.19 \text{ kN/m}$ con $w_{\text{terr}} = 6.57 \text{ kN/m}$ determinato nel precedente par. 6.1

uniformemente distribuita sulla soletta superiore dello scatolare e orientata verso sinistra.

Loading 30: sisma orizzontale (da sinistra): incremento dinamico della spinta del terreno

Nel caso di strutture rigide l'incremento dinamico di spinta del terreno in sisma viene valutato con la formula (si rimanda al paragrafo 5) $\delta P_d = \alpha \times \gamma_t \times (H_{\text{tot}})^2$, con $\alpha/r = K_h$, $r = 1$ per muri rigidi e H_{tot} = altezza dal piano stradale al piano medio della soletta inferiore = 1.855 m

La pressione agente sul piedritto sinistro vale pertanto $p = \delta P_d / (H_{\text{tot}}) = 7.07 \text{ kN/m}$

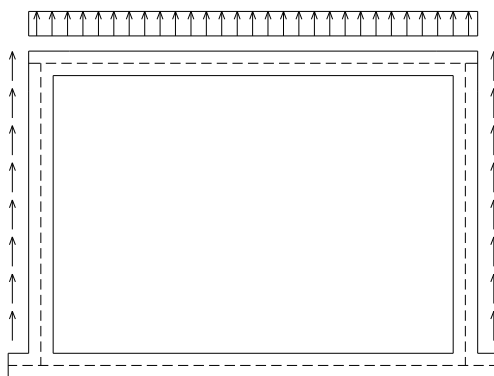
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 22 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

Loading 31: sisma verticale (verso l'alto): oscillazione delle masse strutturali

La forza statica equivalente al sisma è pari al prodotto delle forze di gravità per il coefficiente sismico $k_v = 0.5 \times k_h = 0.091$

$$f_{\text{soletta}} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 \times k_v = 0.79 \text{ kN/m}$$

$$f_{\text{piedritti}} = 0.35 \times 1.0 \text{ m}^2 \times 25 \text{ kN/m}^3 \times k_v = 0.79 \text{ kN/m}$$



La condizione di carico in esame viene considerata agente nei due versi possibili (verso il basso, verso l'alto) agendo sui coefficienti di combinazione dei carichi.

Loading 32: sisma verticale (verso l'alto): oscillazione del terreno di ricoprimento

L'oscillazione della massa di terreno posto al di sopra della soletta superiore comporta una forza inerziale pari a:

$$p_{\text{sisma,terr}} = k_v \times w_{\text{terr}} = 0.60 \text{ kN/m} \text{ con } w_{\text{terr}} = 6.57 \text{ kN/m} \text{ determinato nel precedente par. 6.1}$$

uniformemente distribuita sulla soletta superiore dello scatolare e orientata verso l'alto. La condizione di carico in esame viene considerata agente nei due versi possibili (verso il basso, verso l'alto) agendo sui coefficienti di combinazione dei carichi.

6.8 Spinta idrostatica acque interne allo scatolare

Nel *Loading 33* si considerano le spinte esercitate dall'acqua interna al tombino sui piedritti e sulla soletta inferiore. La pressione idraulica massima sui piedritti e sul fondo vale:

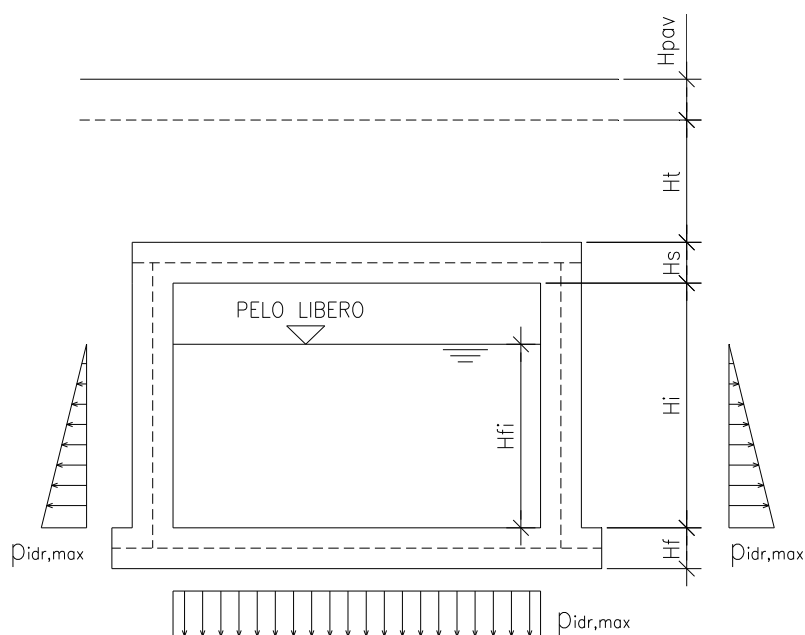
$$p_{\text{idr,max}} = \gamma_w \times H_{\text{fi}} (\times 1 \text{ m}) = 9.50 \text{ kN/m}$$

con:

$$\gamma_w = 10.0 \text{ kN/m}^3 \quad (\text{peso specifico dell'acqua})$$

$$H_{\text{fi}} = \text{altezza falda interna} = 0.95 \text{ m} \text{ (misurata da estradosso soletta inferiore)}$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 23 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------



6.9 Spinta falda esterna su piedritti e soletta

Nel *Loadings 34-37* si modellano le sovraspinte esercitate dall'acqua di falda sulle pareti verticali del manufatto. Come premesso nel precedente paragrafo 6.2 nei *Loadings 3-6* la spinta delle terre sulle pareti del manufatto è stata calcolata nell'ipotesi di assenza di falda, assumendo per il terreno un peso $\gamma_t = \gamma_{t,dry}$ proprio del terreno asciutto. Nelle condizioni di carico 34-37 si immette, oltre alla spinta idrostatica, il termine “correttivo” per le spinte del terreno al di sotto della quota di falda al fine di raggiungere il valore di spinta delle terre che si avrebbe in presenza di terreno saturo.

Come noto la spinta del terreno vale alla generica quota z :

$$p_{dry} = k \times [\gamma_{pav} \times H_{pav} + \gamma_{t,dry} \times (z - H_{pav})] \quad \text{se } z < H_{falda}$$

$$p_{sat} = k \times [\gamma_{pav} \times H_{pav} + \gamma_{t,dry} \times (H_{falda} - H_{pav}) + (\gamma_{t,sat} - \gamma_w) \times (z - H_{falda})] \quad \text{se } z > H_{falda}$$

con :

z = affondamento da estradosso rilevato

H_{falda} = affondamento falda da estradosso rilevato

H_{pav} = spessore pavimentazione stradale

$k = k_0/k_a$ coefficiente di spinta terre

ovviamente al di sotto della quota di falda deve essere considerata anche la spinta idrostatica:

$$p_{idr} = 0 \quad \text{se } z < H_{falda}$$

$$p_{idr} = \gamma_w \times (z - H_{falda}) \quad \text{se } z > H_{falda}$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 24 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

Si è invece considerato nei precedenti *loadings 3-6* una spinta delle terre pari a:

$$p_{\text{dry}} = k \times [\gamma_{\text{pav}} \times H_{\text{pav}} + \gamma_{\text{t,dry}} \times (z - H_{\text{pav}})] \quad \text{a prescindere dalla presenza della falda}$$

si inserisce pertanto nelle condizioni di carico in esame il termine correttivo:

$$\Delta p = p_{\text{sat}} - p_{\text{dry}} = k \times [-\gamma_{\text{t,dry}} \times (z - H_{\text{falda}}) + (\gamma_{\text{t,sat}} - \gamma_{\text{w}}) \times (z - H_{\text{falda}})] \quad (\text{se } z > H_{\text{falda}})$$

oltre alla spinta idrostatica $p_{\text{idr}} = \gamma_{\text{w}} \times (z - H_{\text{falda}})$.

Nel caso in esame la falda è ubicata al di sopra della soletta superiore:

$$H_{\text{falda}} = 0.33 \text{ m} \quad \text{affondamento falda da estradosso rilevato ,}$$

$$R_{\text{tot}} + H_{\text{s}} / 2 = 0.51 \text{ m} \quad \text{affondamento soletta da estradosso rilevato (piano medio) ;}$$

pertanto sui piedritti si applica una pressione variabile fra:

$$\Delta p_{\text{sup}} = \{k \times [(\gamma_{\text{t,sat}} - \gamma_{\text{w}} - \gamma_{\text{t,dry}}) \times (R_{\text{tot}} + H_{\text{s}}/2 - H_{\text{falda}})] + \gamma_{\text{w}} \times (R_{\text{tot}} + H_{\text{s}}/2 - H_{\text{falda}})\} \times 1 \text{ m (kN/m)}$$

$$= 1.15 \text{ kN/m se } k = k_0 \quad (\text{loadings 34 e 35, spinta a riposo su piedritto } sx/dx)$$

$$= 1.37 \text{ kN/m se } k = k_a \quad (\text{loadings 36 e 37, spinta attiva su piedritto } sx/dx)$$

a piano medio soletta superiore ;

$$\Delta p_{\text{inf}} = \{k \times [(\gamma_{\text{t,sat}} - \gamma_{\text{w}} - \gamma_{\text{t,dry}}) \times (R_{\text{tot}} + H_{\text{s}} + H_{\text{i}} + H_{\text{f}}/2 - H_{\text{falda}})] + \gamma_{\text{w}} \times (R_{\text{tot}} + H_{\text{s}} + H_{\text{i}} + H_{\text{f}}/2 - H_{\text{falda}})\} \times 1 \text{ m}$$

$$= 10.05 \text{ kN/m se } k = k_0 \quad (\text{loadings 34 e 35, spinta a riposo su piedritto } sx/dx)$$

$$= 11.94 \text{ kN/m se } k = k_a \quad (\text{loadings 36 e 37, spinta attiva su piedritto } sx/dx)$$

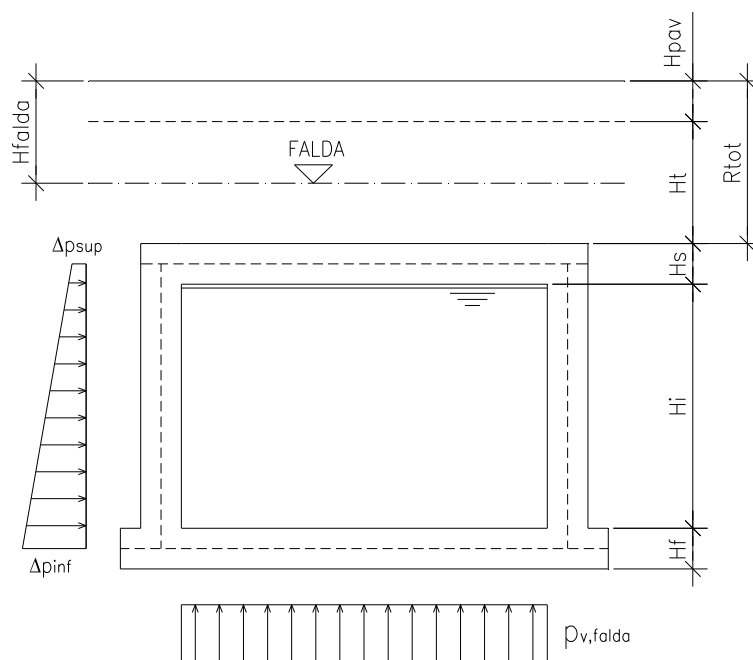
a piano medio soletta inferiore.

Loading 38: spinta di Archimede

Nel *loading 38* si considera la spinta di Archimede sul fondo del manufatto che vale:

$$p_{\text{v,falda}} = \gamma_{\text{w}} \times (H_{\text{s}} + H_{\text{i}} + H_{\text{f}}) = 17.00 \text{ kN/m}$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 25 di 124
---	---	--	-----------	---------------------



6.10 Spinta idrodinamica in sisma

Nel *loading 39* si immette la spinta idrodinamica dell'acqua interna allo scatolare in presenza di sisma orizzontale, effetto che si somma alla pressione idrostatica valutata nel *loading 33*. La formula della suddetta pressione idrodinamica (indicata come $q(z)$) è descritta nell'Eurocodice 8 (parte 5, appendice 8, par. E.8).

$$q(z) = \frac{7}{8} k_h \gamma_w \sqrt{h \cdot z}$$

in cui:

z = coordinata verticale (in [m]) diretta verso il basso con origine al pelo libero dell'acqua;

h = altezza del battente d'acqua (in [m]);

$k_h = a_{\max} / g$ (coefficiente sismico orizzontale)

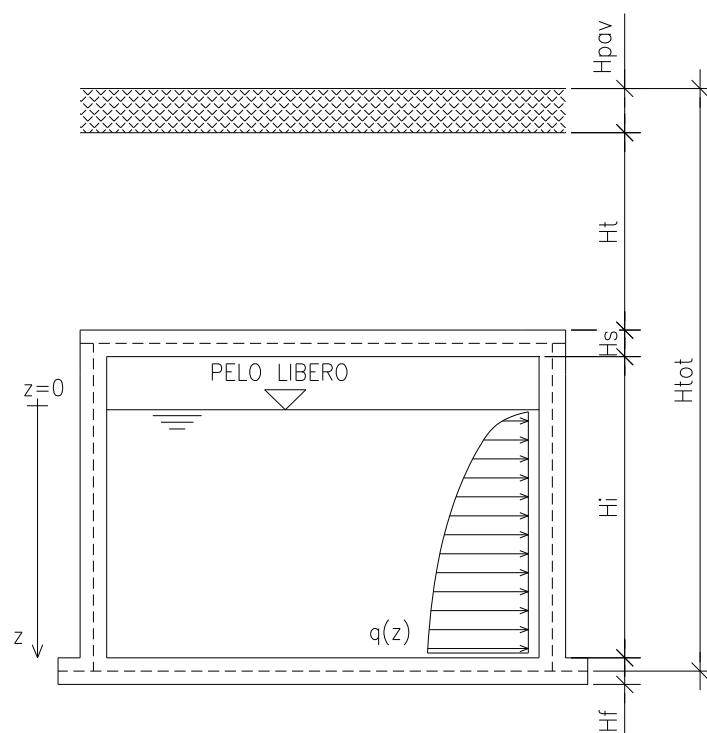
$\gamma_w = 10 \text{ kN/m}^3$ (peso specifico dell'acqua)

Nel caso in esame vale :

$h = 0.95 \text{ m}$

$k_h = 0.182$ (vedi par. 5)

$p_{\max}$ = pressione a intradosso piedritto = 1.51 kN/m .



	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	27 di 124

7 COMBINAZIONI DI CARICO PER LE VERIFICHE DI RESISTENZA

Ai fini della determinazione delle sollecitazioni di calcolo allo SLU e allo SLE, vengono utilizzate le combinazioni dei carichi elementari descritte nel presente paragrafo.

Si distinguono i seguenti scenari:

- 1) A1-STR: combinazioni allo SLU da utilizzarsi nelle verifiche strutturali dello scatolare ;
- 2) SIS-STR: combinazioni in scenario sismico allo SLU da utilizzarsi nelle verifiche strutturali dello scatolare ;
- 3) SLE-R: combinazioni allo SLE in *condizioni di carico rare*;
- 4) SLE-F: combinazioni allo SLE in *condizioni di carico frequenti*;
- 5) SLE-Q: combinazioni allo SLE in *condizioni di carico quasi permanenti*;

Per quanto attiene le combinazioni di carico da utilizzarsi nelle verifiche geotecniche, stato limite ultimo A2-GEO, si rimanda al par 10 della presente relazione.

Nel seguito si passa alla descrizione delle combinazioni di carico; alcuni coefficienti relativi al medesimo carico presentano per lo stesso stato limite due valori alternativi: uno da assumersi quando il loading dà un contributo sfavorevole alla verifica in oggetto, e l'altro da assumersi quando il loading dà un contributo favorevole alla verifica (quest'ultimo coefficiente può, in alcuni casi, annullarsi o cambiare di segno).

Si segnala che i coefficienti di combinazione γ e ψ sono desunti dal Cap. 5 delle NTC 2008 in quanto il manufatto in oggetto ricade nella categoria ponti (congruentemente con la definizione dei carichi di progetto).

I coefficienti parziali di sicurezza γ e di combinazione ψ vengono riepilogati nella tabella seguente.

Sigla	Carico	Loading	Coeff. γ		ψ_0	ψ_1	ψ_2
			Sfav.	Fav.			
G1	Peso proprio struttura	L1	1.35	1.00	---	---	---
G1	Peso ricoprimento + pavimentazione	L2	1.35	1.00	---	---	---
G1	Spinta delle terre K0 da sx	L3	1.35	1.00	---	---	---
G1	Spinta delle terre K0 da dx	L4	1.35	1.00	---	---	---
G1	Spinta delle terre Ka da sx	L5	1.35	1.00	---	---	---
G1	Spinta delle terre Ka da dx	L6	1.35	1.00	---	---	---
Q	Acc. traffico mezzzeria	L7	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Acc. traffico piedritto sx	L8	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Acc. traffico piedritto dx	L9	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Acc. traffico (coda) soletta	L10	1.35	0.00	0.4	0.40	0.00
Q	Acc. sovraccarico 20 kN/mq	L11	1.35	0.00	0.4	0.40	0.00
Q	Spinta da accidentali K0 sx	L12	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Spinta da accidentali K0 dx	L13	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Spinta da accidentali Ka sx	L14	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Spinta da accidentali Ka dx	L15	1.35	0.00	0.4 e 0.75	0.40 e 0.75	0.00
Q	Spinta da sovracc. 20 kN/mq K0 sx	L16	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Spinta da sovracc. 20 kN/mq K0 dx	L17	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Spinta da sovracc. 20 kN/mq Ka sx	L18	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	28 di 124

Q	Spinta da sovracc. 20 kN/mq Ka dx	L19	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Spinta da accidentali (code) K0 sx	L20	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Spinta da accidentali (code) K0 dx	L21	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Spinta da accidentali (code) Ka sx	L22	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Spinta da accidentali (code) Ka dx	L23	1.35	0.00	0.40	0.40	0.00
Q	Frenatura (da sx)	L24	1.35	-1.35	0.00	0.00	0.00
T (ε3)	ΔT +10° uniforme soletta superiore	L25	1.20	-1.20	0.60	0.60	0.50
R (ε2)	Ritiro e viscosità soletta superiore	L26	1.20	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	ΔT ±2.5° salto termico sol. sup. e piedr.	L27	1.20	-1.20	0.60	0.60	0.50
E	Sisma da sx masse strutturali	L28	1.00	1.00	---	---	---
E	Sisma da sx terreno + pavimentazione	L29	1.00	1.00	---	---	---
E	Delta spinta sismica terreno da sx	L30	1.00	1.00	---	---	---
E	Sisma vert. verso l'alto masse strutturali	L31	1.00	-1.00	---	---	---
E	Sisma vert. verso l'alto terreno + pavim.	L32	1.00	-1.00	---	---	---
G1	Pressione idrostatica canale in piena	L33	1.35	1.00	---	---	---
G1	Pressione falda e canale vuoto K0 sx	L34	1.35	1.00	---	---	---
G1	Pressione falda e canale vuoto K0 dx	L35	1.35	1.00	---	---	---
G1	Pressione falda e canale vuoto Ka sx	L36	1.35	1.00	---	---	---
G1	Pressione falda e canale vuoto Ka dx	L37	1.35	1.00	---	---	---
G1	Spinta di archimede da falda	L38	1.35	1.00	---	---	---
E	Spinta idrodinamica sismica su piedritto dx	L39	1.00	1.00	---	---	---

Nei paragrafi dedicati alle verifiche di resistenza si mostrano gli effettivi coefficienti di calcolo assegnati ai diversi loading nella combinazione maggiormente impegnativa.

7.1 Combinazioni in scenario d'esercizio dell'opera (allo SLU e allo SLE)

Occorre premettere che in presenza dei carichi da traffico (condizione d'esercizio dell'opera) la spinta delle terre sul manufatto viene quasi in tutti i casi considerata in 3 scenari alternativi:

- spinte a riposo su entrambi i piedritti (al fine di indurre sullo scatolare le massime pressioni orizzontali);
- spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta attiva sul piedritto destro oppure viceversa (al fine di indurre uno squilibrio di spinta in una direzione piuttosto che nell'altra).

In alternativa, nel caso in cui si prevede la presenza del carico tandem a tergo di uno dei due piedritti, si considerano i seguenti 4 scenari:

- carico tandem a tergo piedritto di sinistra e spinte a riposo su entrambi i piedritti (al fine di indurre sullo scatolare le massime pressioni orizzontali);
- carico tandem a tergo piedritto di sinistra, spinta a riposo sul piedritto di sinistra e spinta attiva sul piedritto di destra (al fine di indurre sullo scatolare uno squilibrio di spinta concorde all'effetto del sovraccarico);
- carico tandem a tergo piedritto di destra e spinte a riposo su entrambi i piedritti (al fine di indurre sullo scatolare le massime pressioni orizzontali);
- carico tandem a tergo piedritto di destra, spinta a riposo sul piedritto di destra e spinta attiva sul piedritto di sinistra (al fine di indurre sullo scatolare uno squilibrio di spinta concorde all'effetto del sovraccarico).

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 29 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

Per quanto attiene la falda e la presenza di acqua nel canale, di norma vengono considerati 3 diversi scenari limite:

- presenza di falda nel terreno esterno al tombino (alla massima quota di progetto) e assenza d'acqua nel canale (al fine di massimizzare l'effetto della pressione esterna);
- presenza d'acqua nel tombino (col massimo battente d'acqua di progetto) e assenza di falda esterna (ovvero falda al di sotto del livello fondazione, al fine di massimizzare l'effetto della pressione interna);
- assenza di acqua nel canale e assenza di falda (ovvero falda al di sotto del livello fondazione) al fine di considerare una possibile condizione transitoria di manutenzione del corpo idrico (quest'ultima condizione coincide con la prima quando il massimo livello di falda è inferiore alla fondazione; in tal caso viene ignorata dal programma di calcolo).

Si osservi inoltre che nelle combinazioni di calcolo si è prudenzialmente assunto il carico da frenatura (o accelerazione) col suo valore caratteristico associato alle azioni verticali da traffico col relativo valore caratteristico (ignorando a favore di sicurezza le distinzioni in Gruppo di azioni 1 e 2a).

I carichi permanenti non strutturali (permanentemente portati quali piattaforma stradale e arredo stradale), poiché si ritengono compiutamente definiti, vengono trattati nel seguito come carichi permanenti di tipo G_1 in accordo con le indicazioni fornite nella tabella 5.1.V all'interno delle NTC 2008.

Nelle tabelle di cui alle pagine seguenti si riportano, per le tutte le combinazioni di carico considerate, i coefficienti di combinazione γ e ψ relativi a ciascun carico.

L'effettivo coefficiente di combinazione adottato dal programma di calcolo è pari al prodotto tra il coefficiente γ (uno dei due possibili a seconda che il loading induca un effetto favorevole o sfavorevole alla verifica in oggetto) ed il coefficiente ψ .

Si precisa infine che nei loading L7, L8, L9, L12, L13, L14 ed L15 (carichi che prevedono la presenza in contemporanea dei carichi tandem e dei carichi distribuiti da 9.0 kN/m^2) si utilizza, con atteggiamento prudenziale, un coefficiente unico $\psi_0 = \psi_1 = 0.75$ sui carichi accidentali da traffico (in luogo del valore 0.4 assegnato ai carichi distribuiti e 0.75 assegnato ai carichi tandem).

(azioni termiche T principali)

		Coeff. γ		Coeff. ψ																	
Sigla	Loading	Sfav.	Fav.	STR-33	STR-34	STR-35	STR-36	STR-37	STR-38	STR-39	STR-40	STR-41	STR-42	STR-43	STR-44	STR-45	STR-46	STR-47	STR-48		
G1	L1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L2	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L3	1.35	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00		
G1	L4	1.35	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00		
G1	L5	1.35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		
G1	L6	1.35	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
Q	L7	1.35	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L8	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L9	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L10	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L11	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L12	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L13	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L14	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L15	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L16	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00		
Q	L17	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00		
Q	L18	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		
Q	L19	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00		
Q	L20	1.35	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L21	1.35	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L22	1.35	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L23	1.35	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L24	1.35	-1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
T (e3)	L25	1.20	-1.20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
R (e2)	L26	1.20	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
T (e3)	L27	1.20	-1.20	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60		
G1	L33	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L34	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L35	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L36	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L37	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L38	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

		Coeff. γ		Coeff. ψ															
Sigla	Loading	Stav.	Fav.	STR-81	STR-82	STR-83	STR-84	STR-85	STR-86	STR-87	STR-88	STR-89	STR-90	STR-91	STR-92	STR-93	STR-94	STR-95	STR-96
G1	L1	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.35	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.35	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.35	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00
Q	L7	1.35	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L8	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L9	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L10	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00
Q	L11	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40
Q	L12	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L13	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00
Q	L14	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L15	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L16	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L17	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40
Q	L18	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
Q	L19	1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00
Q	L20	1.35	0.00	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00
Q	L21	1.35	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L22	1.35	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L23	1.35	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L24	1.35	-1.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T (c3)	L25	1.20	-1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
R (c2)	L26	1.20	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T (c3)	L27	1.20	-1.20	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L33	1.35	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L34	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L35	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L36	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L38	1.35	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

(azioni termiche T principali)

		Coeff. γ			Coeff. ψ																	
Sigla	Loading	Flav.	Fav.	SLER-33	SLER-34	SLER-35	SLER-36	SLER-37	SLER-38	SLER-39	SLER-40	SLER-41	SLER-42	SLER-43	SLER-44	SLER-45	SLER-46	SLER-47	SLER-48			
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
G1	L4	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00			
G1	L5	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00			
G1	L6	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00			
Q	L7	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00			
Q	L11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00			
Q	L12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00			
Q	L14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00			
Q	L17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00			
Q	L18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00			
Q	L19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00			
Q	L20	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L21	1.00	0.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L22	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L23	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
Q	L24	1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
T (e3)	L25	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60			
R (e2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
T (e3)	L27	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60			
G1	L33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00			
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			

Sigla	Loading	Coeff. γ				Coeff. ψ															
		Stav.	Fav.	SLER-81	SLER-82	SLER-83	SLER-84	SLER-85	SLER-86	SLER-87	SLER-88	SLER-89	SLER-90	SLER-91	SLER-92	SLER-93	SLER-94	SLER-95	SLER-96		
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00		
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00		
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00		
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00		
Q	L7	1.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00		
Q	L11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40		
Q	L12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00		
Q	L14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.40		
Q	L17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40		
Q	L18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00		
Q	L19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00		
Q	L20	1.00	0.00	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00		
Q	L21	1.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L22	1.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L23	1.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Q	L24	1.00	-1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
T (c3)	L25	1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
R (c2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
T (c3)	L27	1.00	-1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

(azioni termiche T principali)

Splay		Coeff. γ		Coeff. ψ																
		Shav.	F _{max}	SLEF-33	SLEF-34	SLEF-35	SLEF-36	SLEF-37	SLEF-38	SLEF-39	SLEF-40	SLEF-41	SLEF-42	SLEF-43	SLEF-44	SLEF-45	SLEF-46	SLEF-47	SLEF-48	
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	1.00	
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	0.00	
Q	L7	1.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.75	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.40	
Q	L12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	0.75	0.00	0.00	0.00	
Q	L14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.40	
Q	L17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.40	
Q	L18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	
Q	L19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	
Q	L20	1.00	0.00	0.40	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	
Q	L21	1.00	0.00	0.00	0.40	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L22	1.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L23	1.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Q	L24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
T (c3)	L25	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
R (c2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
T (c3)	L27	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	
G1	L33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	



Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ		
		Sfav.	Fav.	SLEF-49	SLEF-50	SLEF-51
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
Q	L7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60
G1	L33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ		
		Sfav.	Fav.	SLEF-64	SLEF-65	SLEF-66
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
Q	L7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60
G1	L33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L34	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ		
		Sfav.	Fav.	SLEF-79	SLEF-80	SLEF-81
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
Q	L7	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L8	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L9	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L10	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L11	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L12	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L13	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L14	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L15	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L16	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L17	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L18	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L19	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L20	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L21	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L22	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L23	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Q	L24	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.60	0.60	0.60
G1	L33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	36 di 124

Combinazioni SLE in condizioni di carico quasi permanenti (SLE-Q)

$$G_1 + R + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{2\epsilon 3} T$$

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ		
		Sfav.	Fav.	SLEQ-1	SLEQ-2	SLEQ-3
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50
G1	L33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ		
		Sfav.	Fav.	SLEQ-16	SLEQ-17	SLEQ-18
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50
G1	L33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L34	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ		
		Sfav.	Fav.	SLEQ-31	SLEQ-32	SLEQ-33
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50
G1	L33	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 37 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

7.2 Combinazioni in scenario sismico (allo SLU)

Le combinazioni in scenario sismico sono condotte allo SLU.

Si considera il sisma agente nella direzione trasversale dello scatolare (gli effetti del sisma agente nella direzione longitudinale del manufatto sono poco rilevanti), associato al sisma in direzione verticale (considerando in alternativa entrambi i versi d'azione). La non contemporaneità della massima azione verticale e orizzontale viene tenuta in conto, come prescritto dalle NTC 2008 (Par. 7.3.5), considerando i 4 seguenti scenari:

$$E_1 = 1.00 E_H + 0.30 E_V^+ \quad (\text{sisma orizzontale al 100\%, sisma verticale verso l'alto al 30\%})$$

$$E_2 = 1.00 E_H + 0.30 E_V^- \quad (\text{sisma orizzontale al 100\%, sisma verticale verso il basso al 30\%})$$

$$E_3 = 0.30 E_H + 1.00 E_V^+ \quad (\text{sisma orizzontale al 30\%, sisma verticale verso l'alto al 100\%})$$

$$E_4 = 0.30 E_H + 1.00 E_V^- \quad (\text{sisma orizzontale al 30\%, sisma verticale verso il basso al 100\%})$$

Poiché nello scenario sismico non si ritengono agenti contemporaneamente il sisma e i carichi variabili da traffico veicolare, si effettuano le verifiche con combinazioni semplificate ipotizzando che il sisma agisca da sinistra verso destra (scelta puramente arbitraria) e si considerano solo 2 condizioni di spinta alternative:

- spinte a riposo su entrambi i piedritti (al fine di indurre sullo scatolare le massime pressioni orizzontali);
- spinta a riposo sul piedritto sinistro e spinta attiva sul piedritto destro (al fine di indurre uno squilibrio di spinta concorde al sisma).

Per quanto attiene la falda e la presenza di acqua nel canale, vengono considerati i 3 diversi casi limite descritti nello scenario d'esercizio dell'opera (si veda il paragrafo precedente).

Il sisma verticale viene introdotto nel modello tramite i loading L31 ed L32 (sisma verticale agente verso l'alto); il sisma verticale diretto verso il basso viene ottenuto utilizzando un coefficiente ψ di combinazione negativo.

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	38 di 124

Combinazioni SLU tipo SI-STR

$$G_1 + E + \psi_{21} Q_{k1} + \psi_{2\epsilon 3} T$$

Nella tabella 5.1.VI delle NTC i carichi da traffico (Q_{k1}) hanno il coefficiente ψ_2 nullo e si omettono pertanto tali carichi nello scenario sismico.

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ											
		Sfav.	Fav.	SISTR-1	SISTR-2	SISTR-3	SISTR-4	SISTR-5	SISTR-6	SISTR-7	SISTR-8	SISTR-9	SISTR-10	SISTR-11	SISTR-12
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
E	L28	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	L29	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	L30	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	L31	1.00	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30
E	L32	1.00	1.00	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30	0.30	0.30	-0.30	-0.30
G1	L33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	L39	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00

Sigla	Loading	Coeff. γ		Coeff. ψ											
		Sfav.	Fav.	SISTR-13	SISTR-14	SISTR-15	SISTR-16	SISTR-17	SISTR-18	SISTR-19	SISTR-20	SISTR-21	SISTR-22	SISTR-23	SISTR-24
G1	L1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L2	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L3	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L4	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00
G1	L5	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L6	1.00	1.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
T (ε3)	L25	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
R (ε2)	L26	1.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
T (ε3)	L27	1.00	-1.00	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50
E	L28	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E	L29	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E	L30	1.00	1.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
E	L31	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00
E	L32	1.00	1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00	1.00	1.00	-1.00	-1.00
G1	L33	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L34	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
G1	L35	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00
G1	L36	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
G1	L37	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	0.00	1.00	0.00
G1	L38	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	1.00
E	L39	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	39 di 124

8 DESCRIZIONE DEL MODELLO DI CALCOLO

La mesh del calcolo è composta da 60 aste e 60 nodi e schematizza una striscia di tombino profonda 1 m ; il reticolo si presenta adeguatamente infittito agli effetti dell'effettiva simulazione dell'interazione suolo-struttura. Le caratteristiche geometriche delle sezioni trasversali delle aste sono le seguenti

	A (cm ²)	J (cm ⁴)	E (N/mm ²)	Aste
Aste della soletta superiore	3500.00	357291.70	32300	Da 17 a 32
Aste della soletta inferiore	3500.00	357291.70	32300	Da 1 a 16
Aste del piedritto di sinistra	3500.00	357291.70	32300	Da 33 a 59 (dispari)
Aste del piedritto di destra	3500.00	357291.70	32300	Da 34 a 60 (pari)

Le lunghezze delle aste sono le seguenti :

Aste	Lunghezza (cm)
Soletta inferiore	
1 e 16	27.50
2-3-14-15	8.75
da 4 a 13	25.00
Soletta superiore	
17 e 32	17.50
18-19-30-31	8.75
da 20 a 29	25.00
Piedritto di sinistra	
33-35	8.75
57-59	8.75
da 37 a 55 (dispari)	10.00
Piedritto di destra	
34-36	8.75
58-60	8.75
da 38 a 56 (pari)	10.00

La rigidezze delle molle elastiche ubicate nei nodi della soletta inferiore sono le seguenti:

Nodo	Ky (kN/m)	Kx (kN/m)	Δx (m)	Δz (m)
da 5 a 13	1000	100	0.250	1
4 e 14	675	67	0.169	1
3 e 15	350	35	0.088	1
2 e 16	725	73	0.181	1
1 e 17	550	55	0.138	1

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 40 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

E corrispondono ad un modulo di sottofondazione $k_s = 4000 \text{ kN/m}^3$ secondo la formula:

$$k_y = k_s * \Delta x * \Delta z \quad ; \quad k_x = 0.10 * k_y$$

con:

$\Delta z = 1 \text{ m}$ = lunghezza di influenza del modello nella direzione longitudinale del tombino ;

Δx = larghezza di influenza del generico nodo nella direzione trasversale del tombino .

Nelle pagine seguenti si riportano le viste illustrative:

- della geometria del reticolo di calcolo (numerazione aste e nodi) ,
- dei carichi inseriti sul modello (per la cui descrizione si rimanda al par. 6) ,

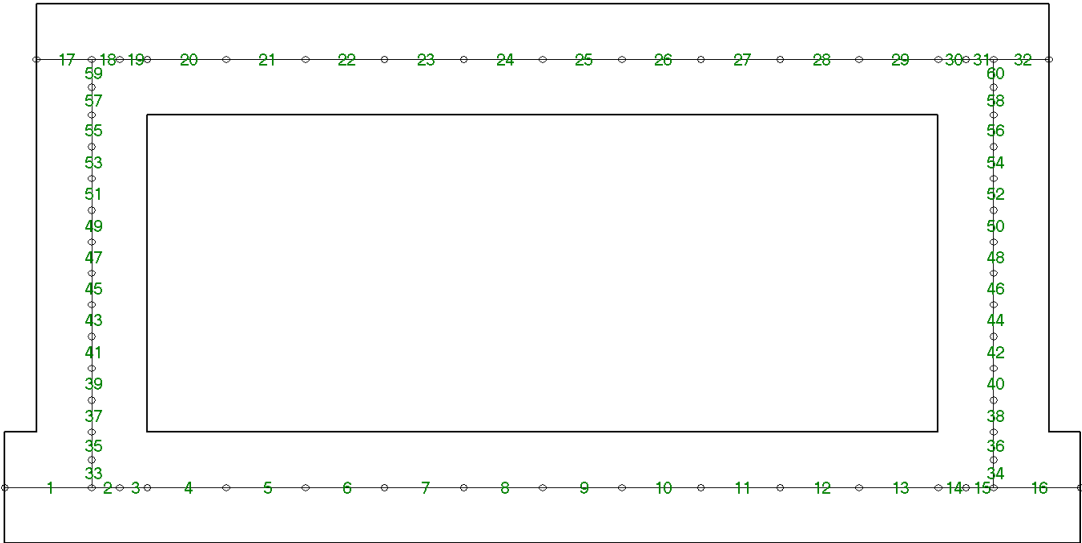


Immagine 2: numerazione delle aste del modello

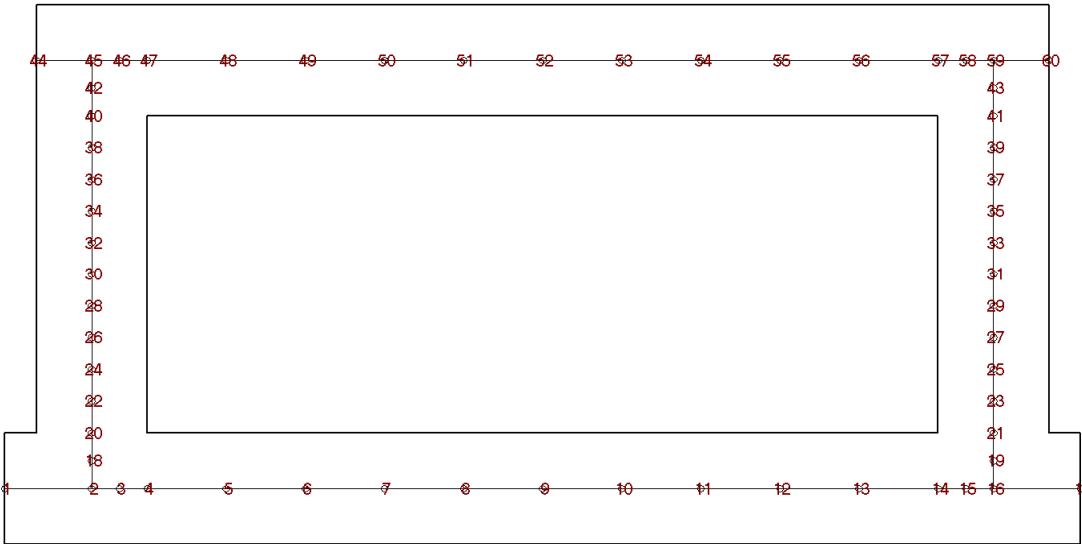


Immagine 3: numerazione dei nodi del modello

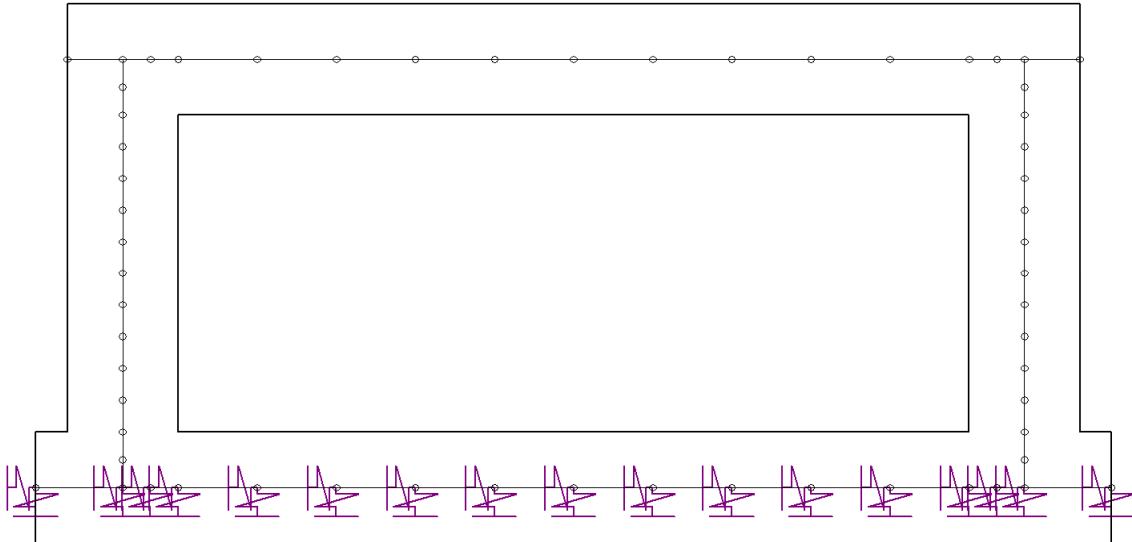
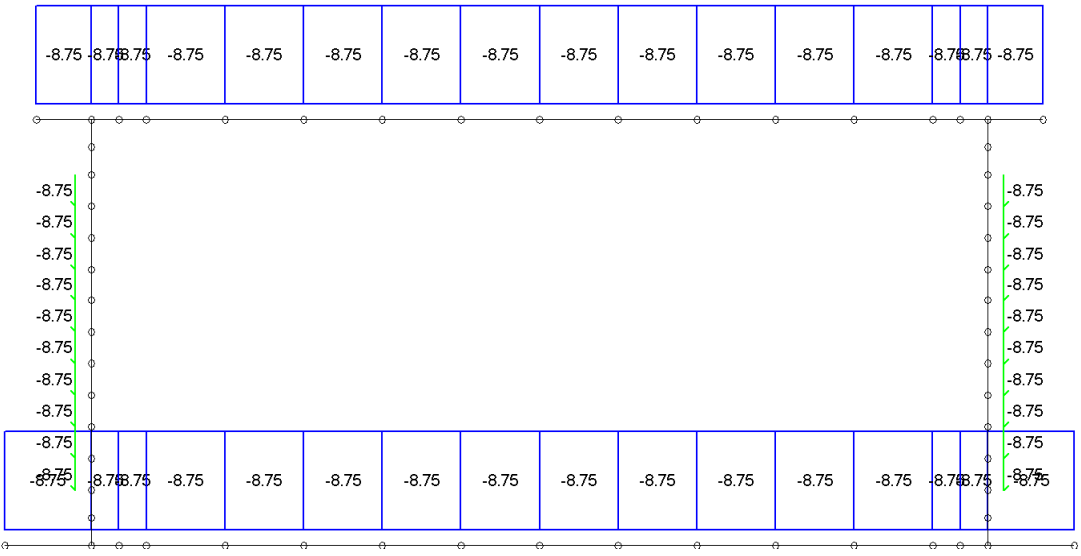
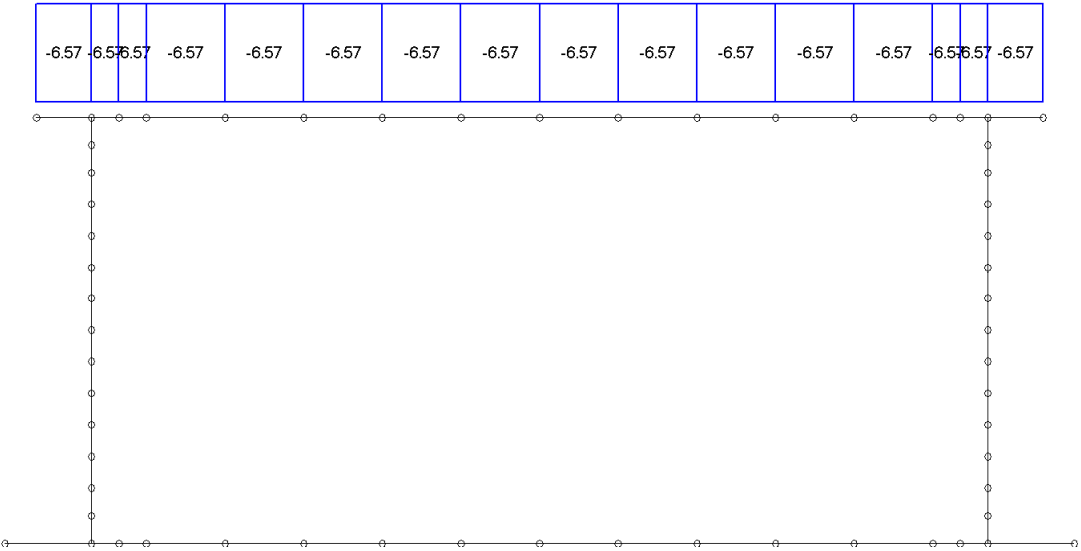


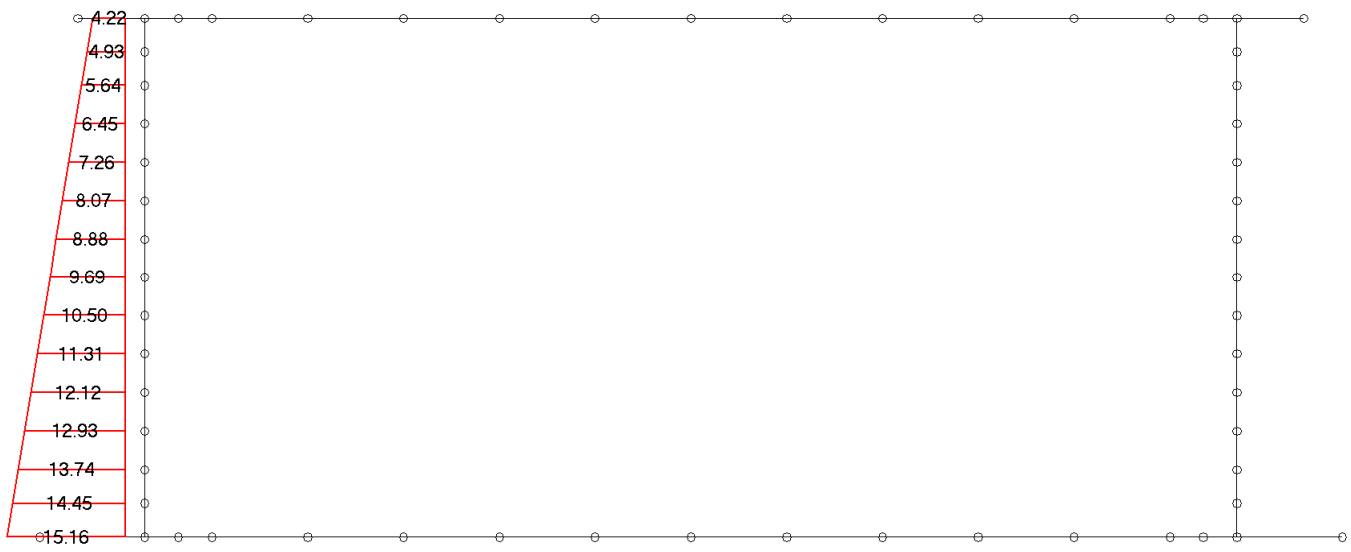
Immagine 4: molle elastiche simulanti il terreno



Loading di carico 1 : peso proprio

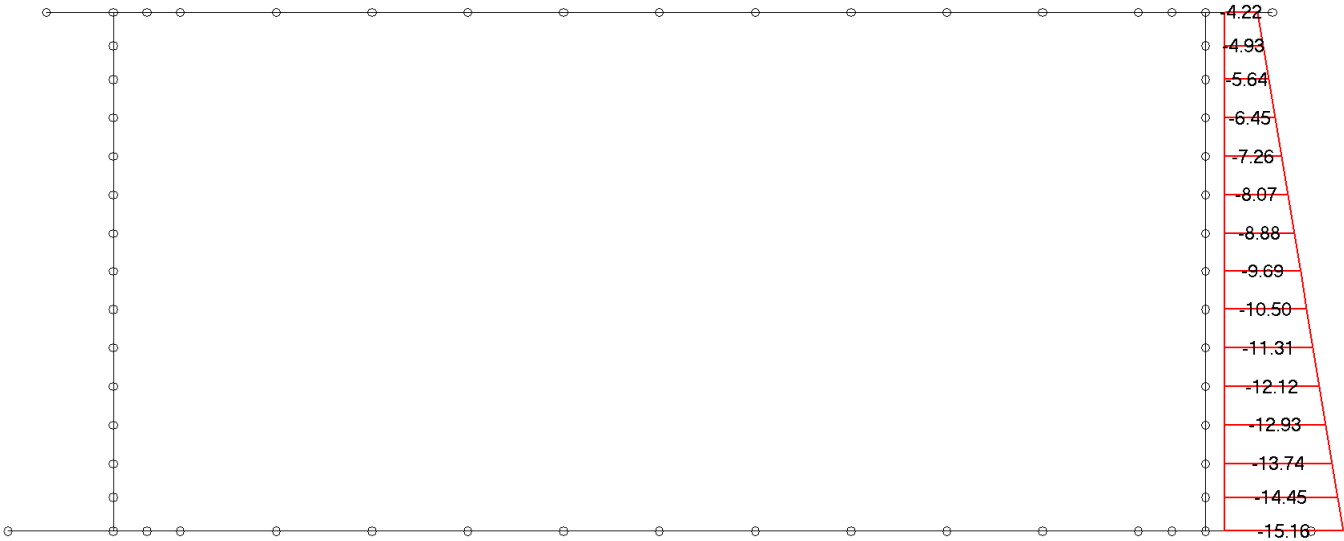


Loading di carico 2 : peso ricoprimento

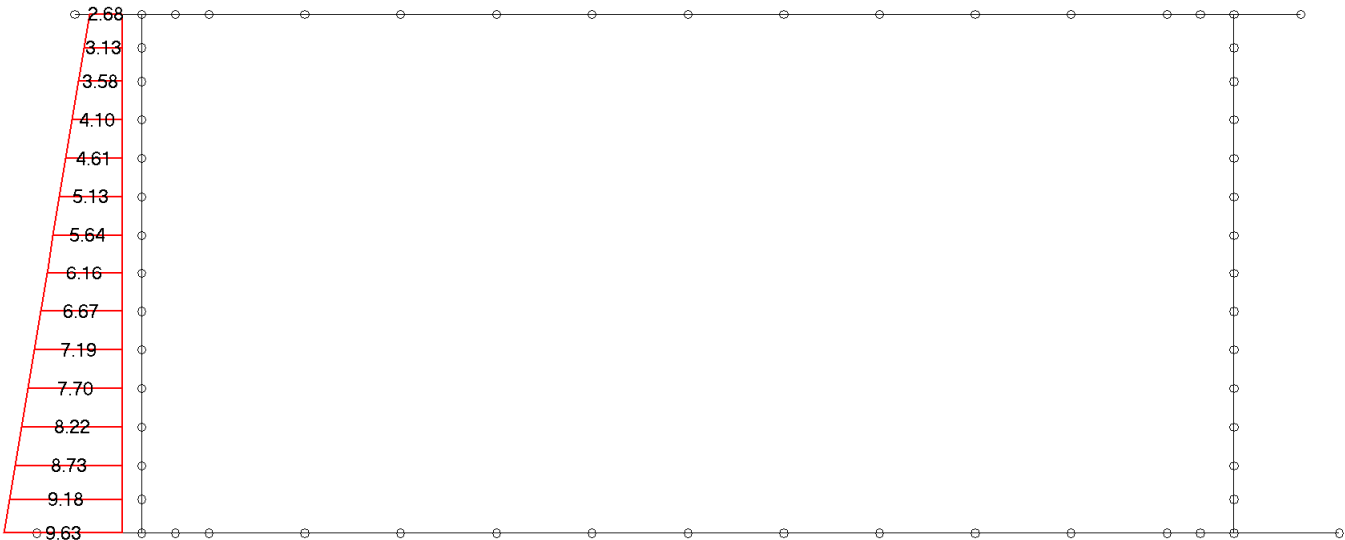


Loading di carico 3 : spinta terre su piedritto sx - k = k0

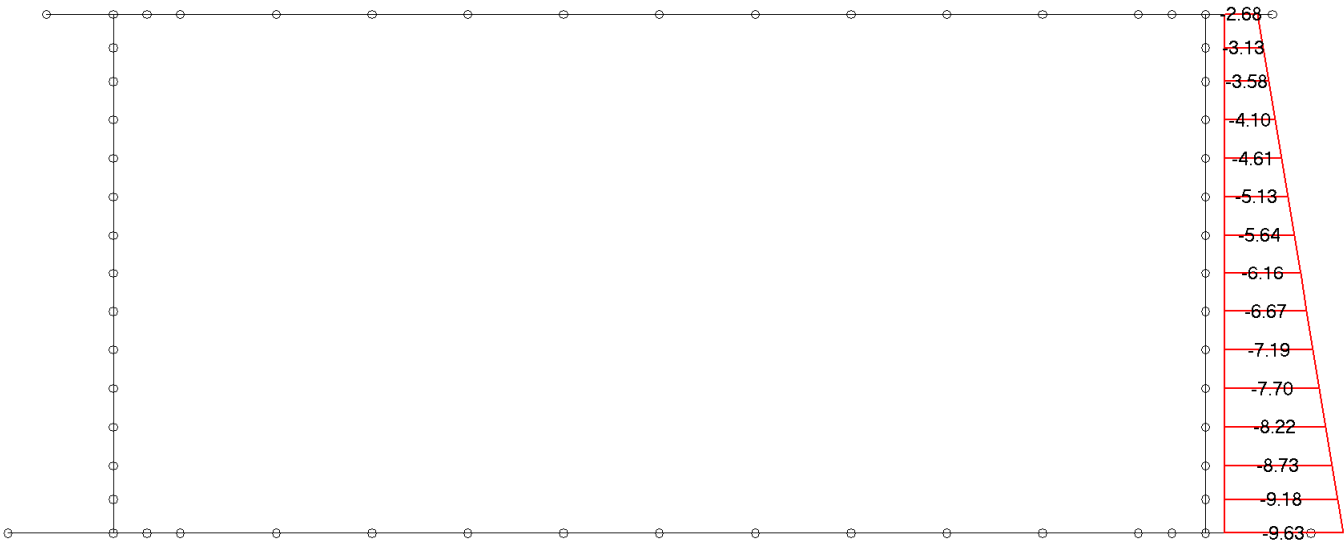
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 43 di 124
--	--	---	------------------------------	--



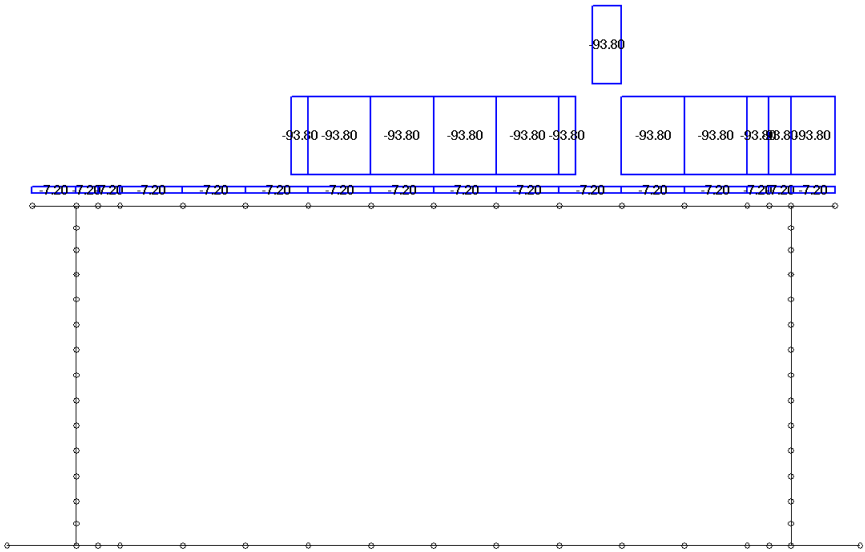
Loading di carico 4 : spinta terre su piedritto dx - $k = k_0$



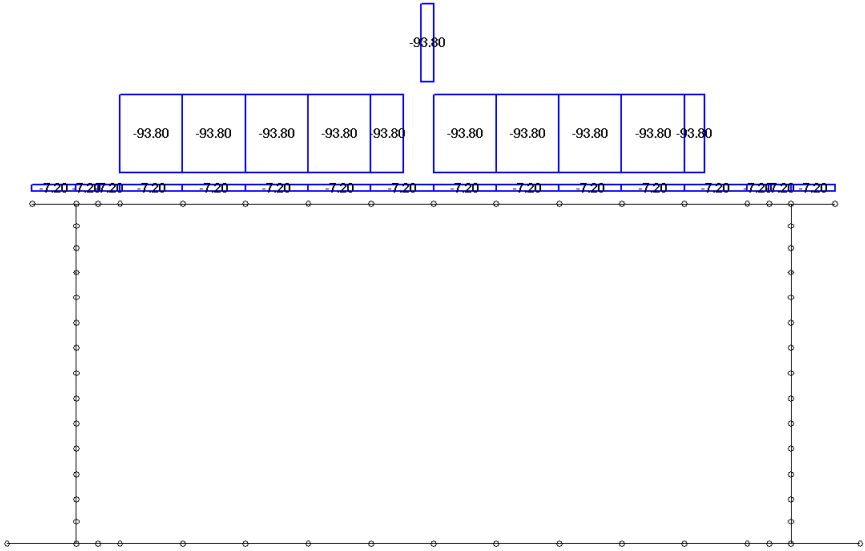
Loading di carico 5 : spinta terre su piedritto sx - $k = k_a$



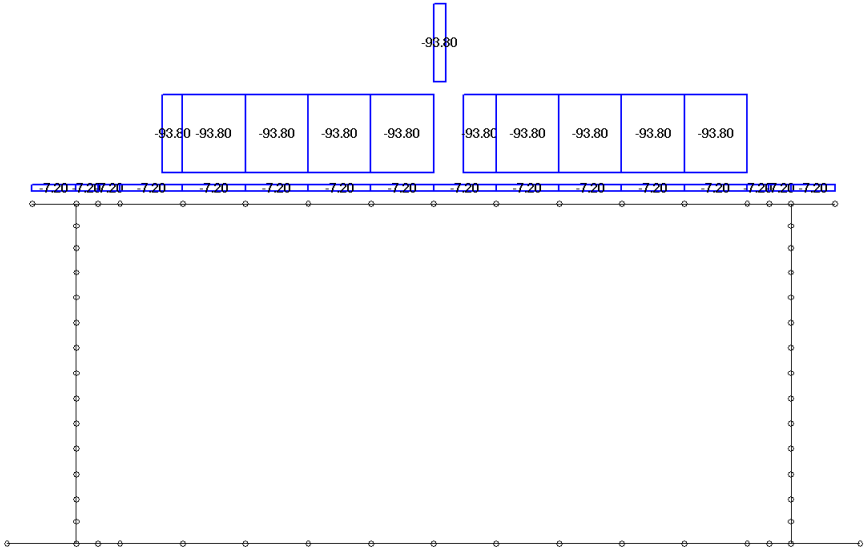
Loading di carico 6 : spinta terre su piedritto dx - $k = k_a$



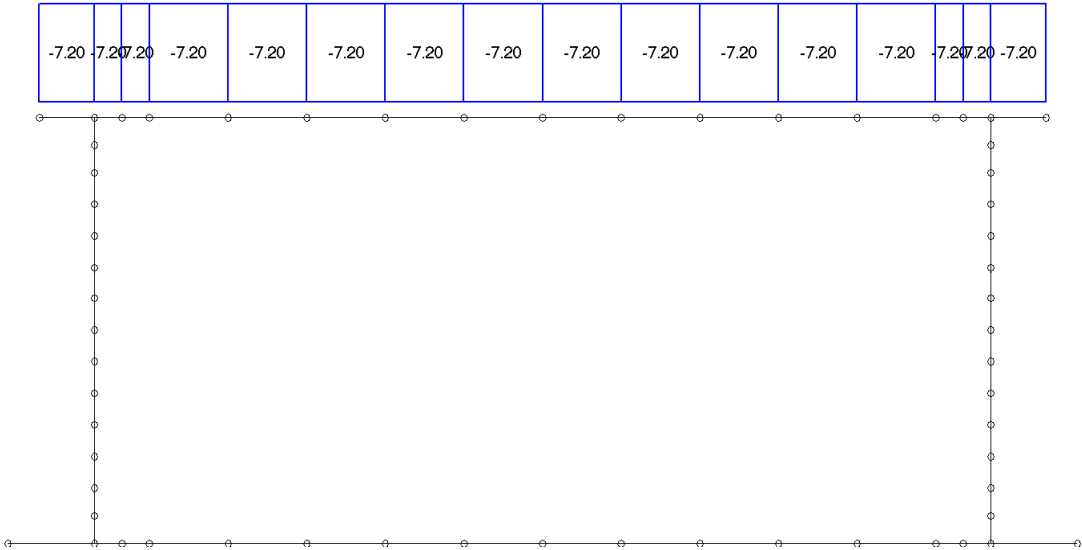
Loading di carico 7 : veicolari per max. momento soletta



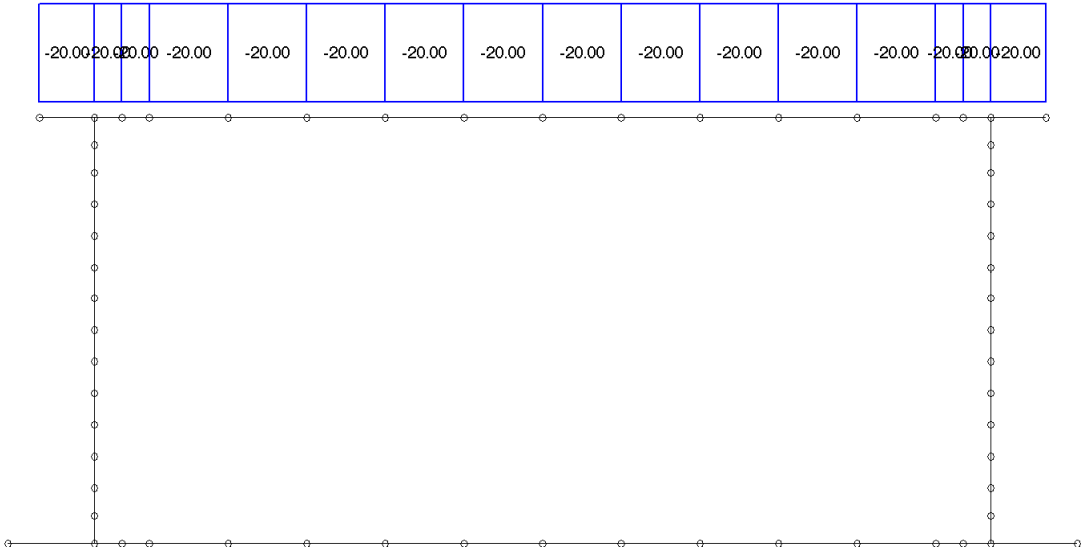
Loading di carico 8 : veicolari per max. taglio soletta (lato sx)



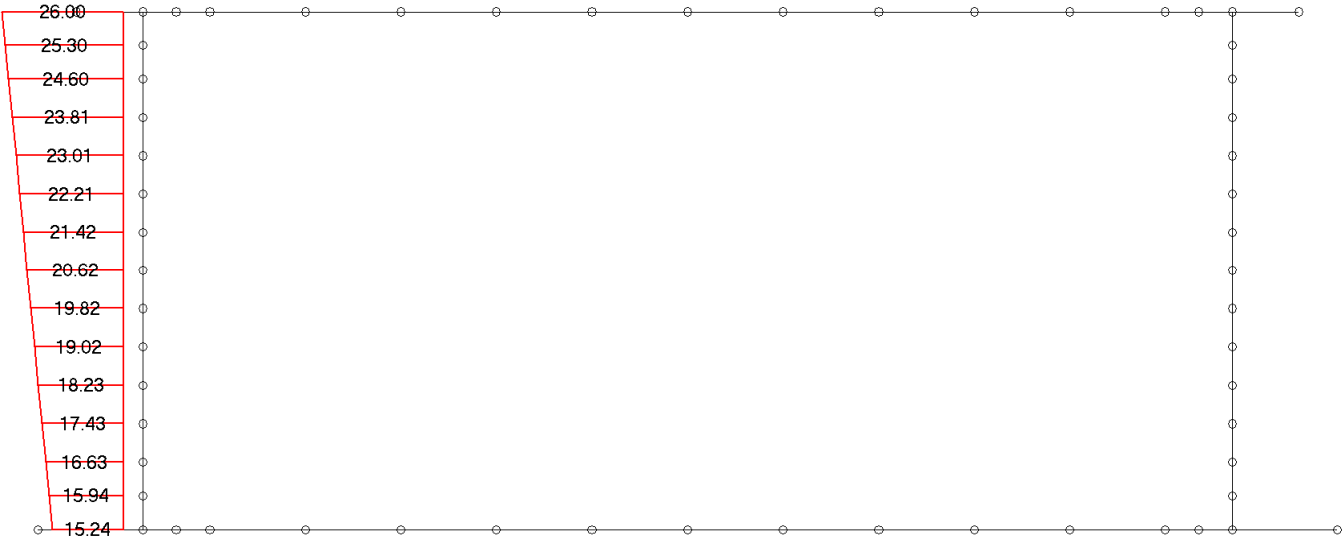
Loading di carico 9 : veicolari per max. taglio soletta (lato dx)



Loading di carico 10 : solo carico verticale qik (no tandem)

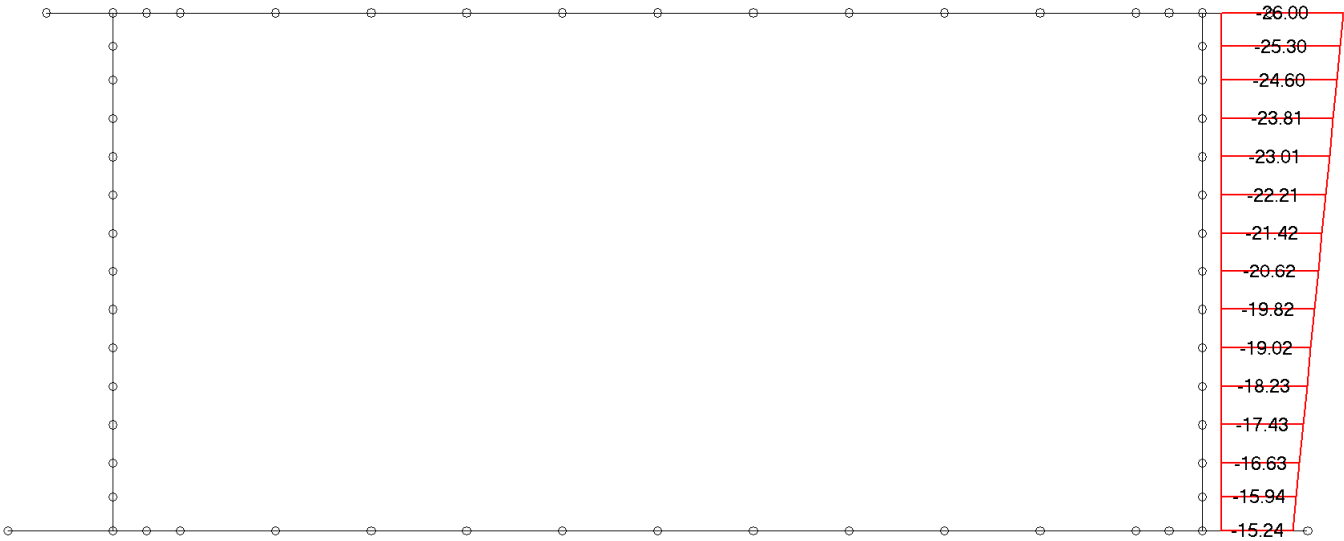


Loading di carico 11 : carico verticale 20 kN/mq

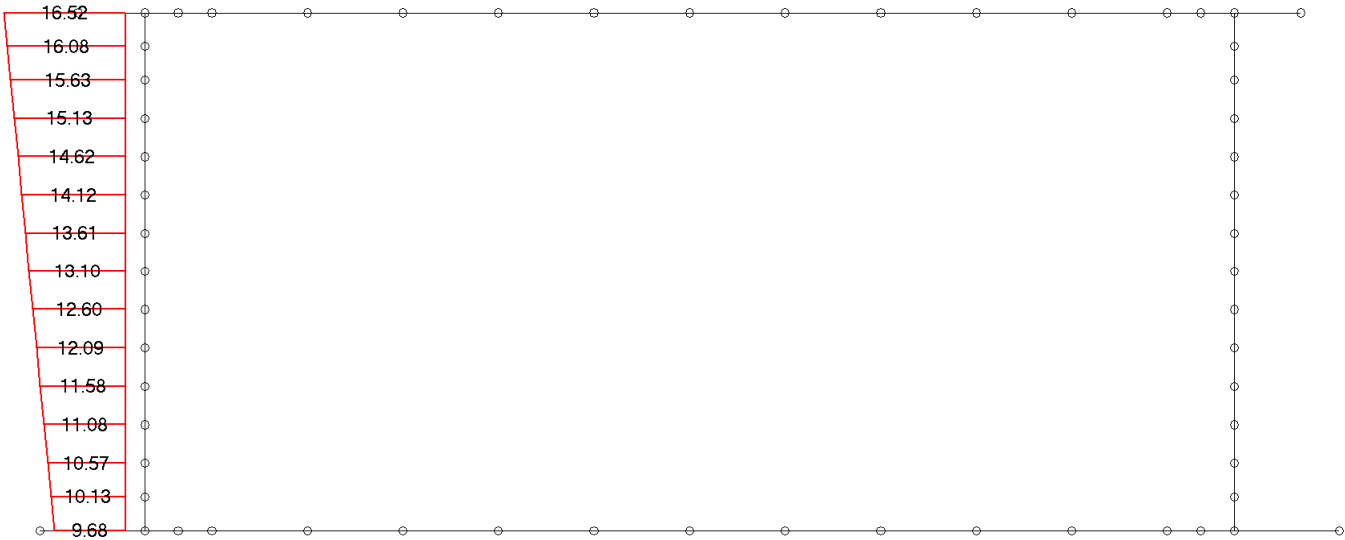


Loading di carico 12 : sovrappinta veicolari - tandem a sx - k = k0

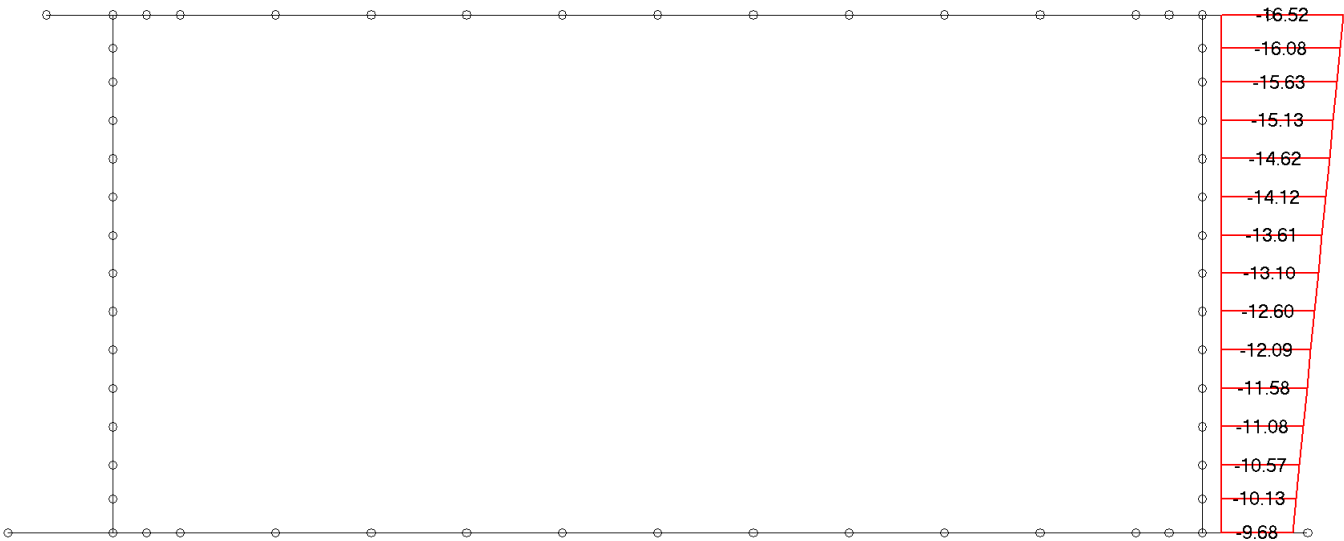
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 46 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------



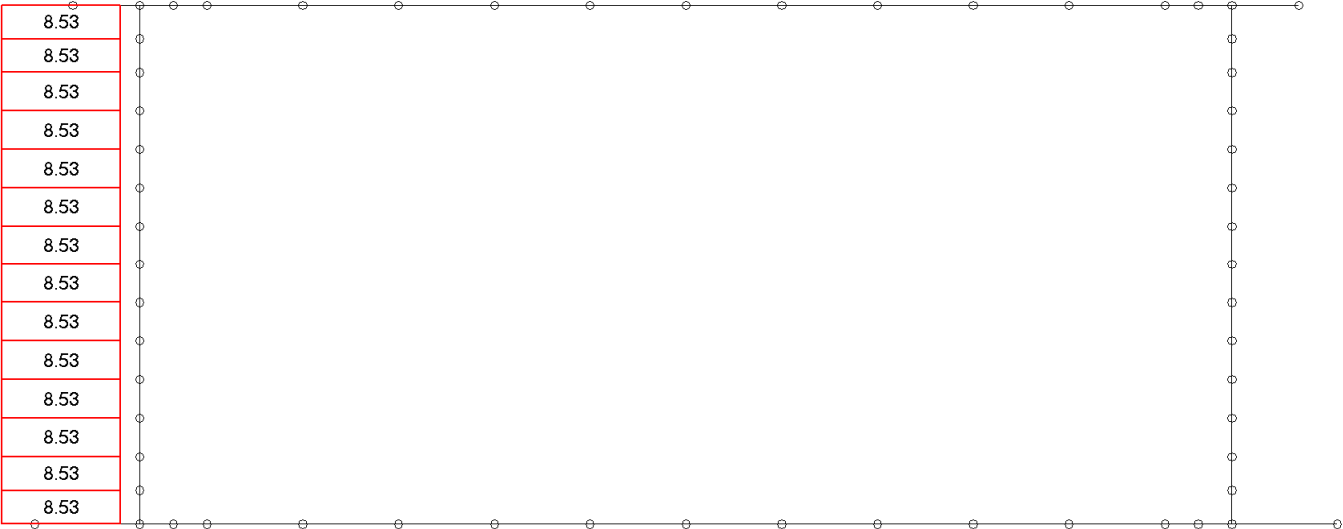
Loading di carico 13 : sovraspinta veicolari - tandem a dx - k = k0



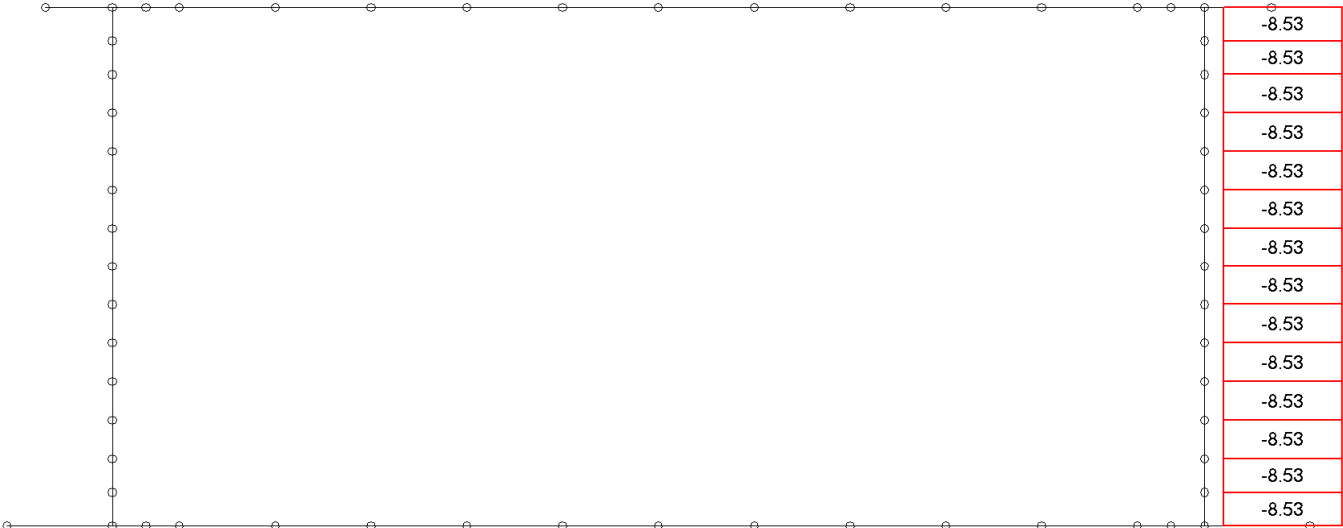
Loading di carico 14 : sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = ka



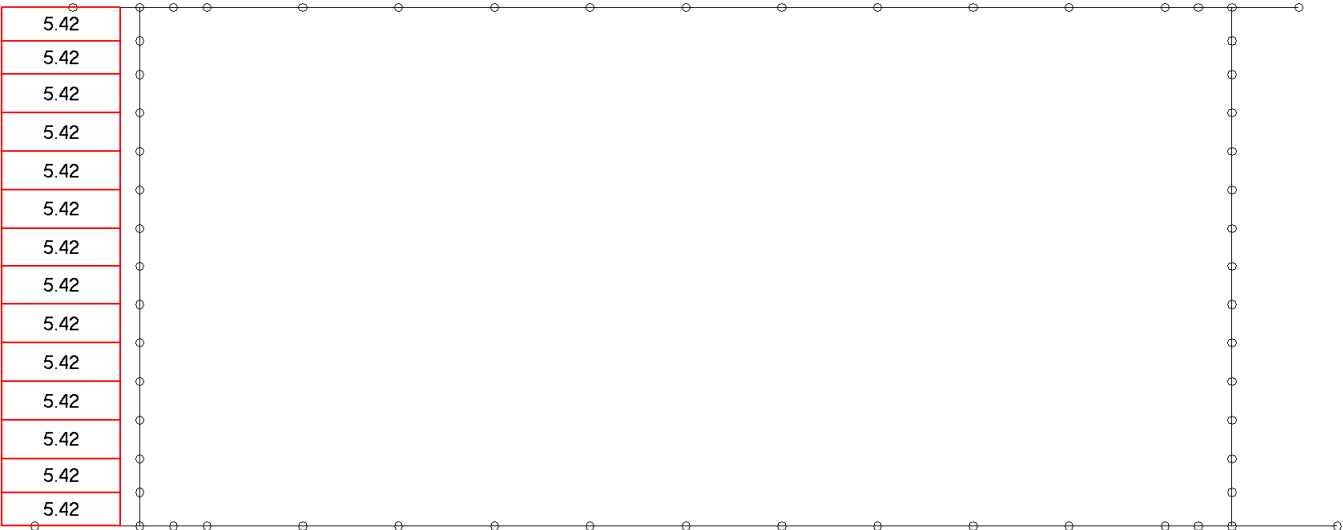
Loading di carico 15 : sovraspinta veicolari - tandem a dx - k = ka



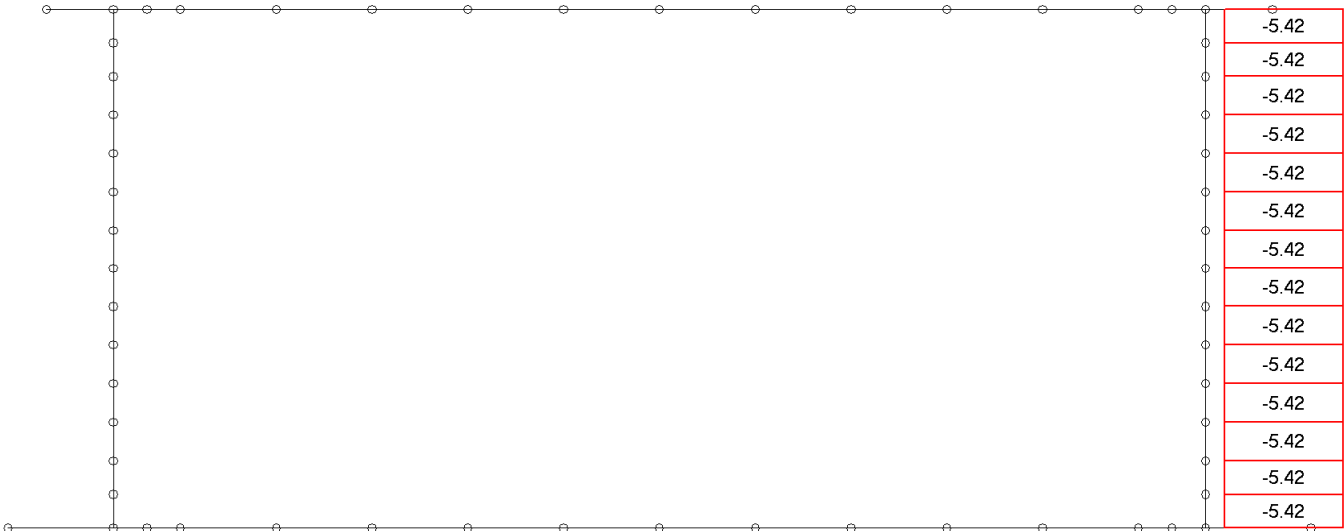
Loading di carico 16 : sovraspinta per $q = 20 \text{ kN/mq}$ a sx - $k = k_0$



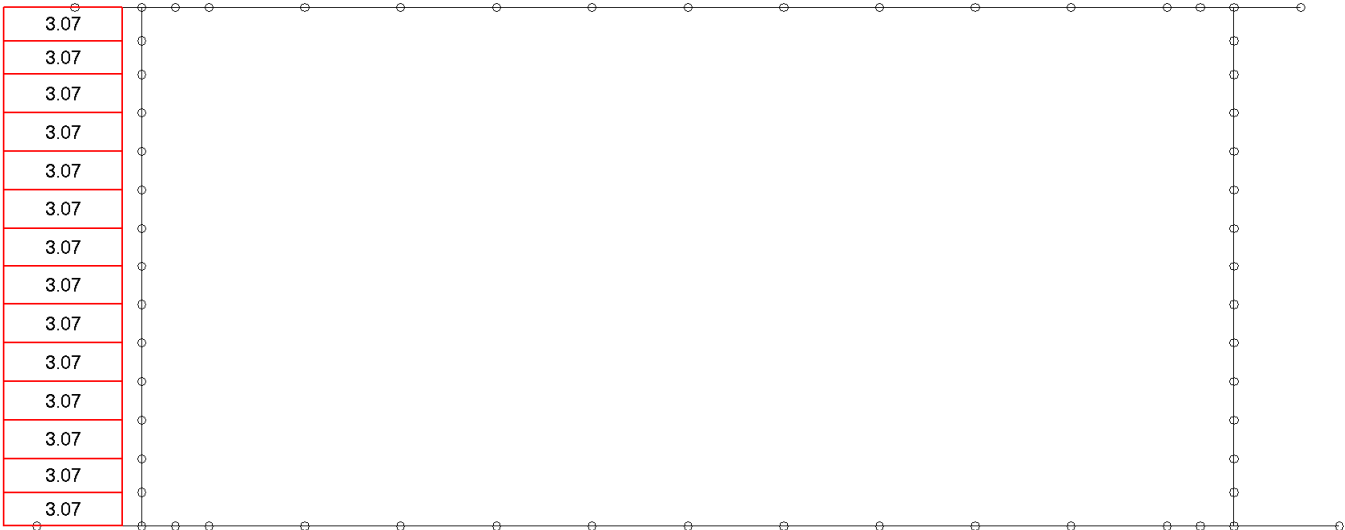
Loading di carico 17 : sovraspinta per $q = 20 \text{ kN/mq}$ a dx - $k = k_0$



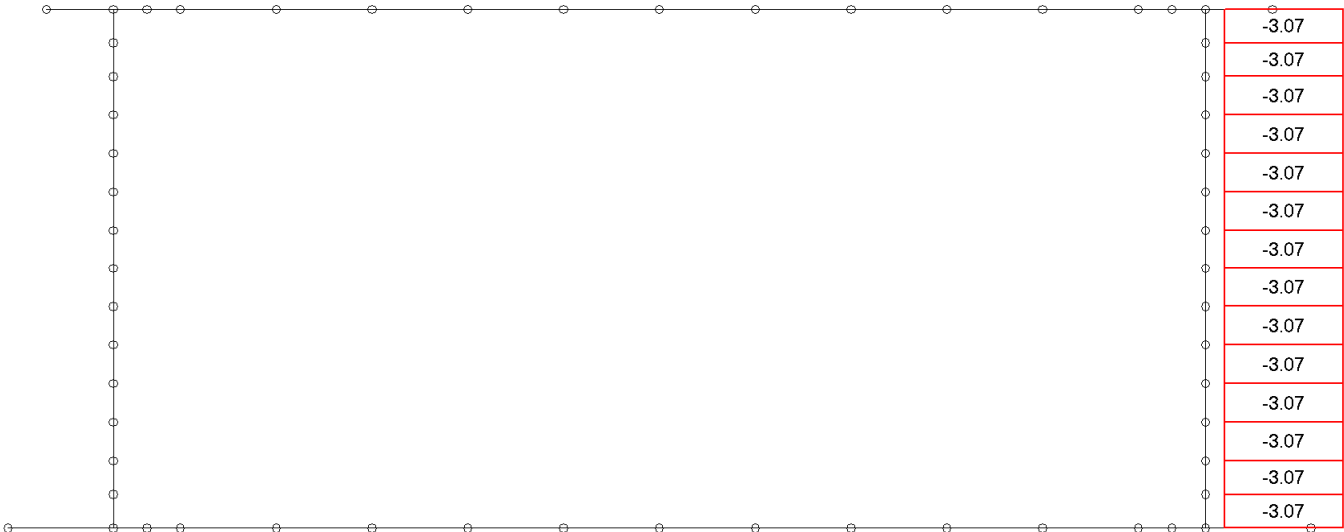
Loading di carico 18 : sovraspinta per $q = 20 \text{ kN/mq}$ a sx - $k = k_a$



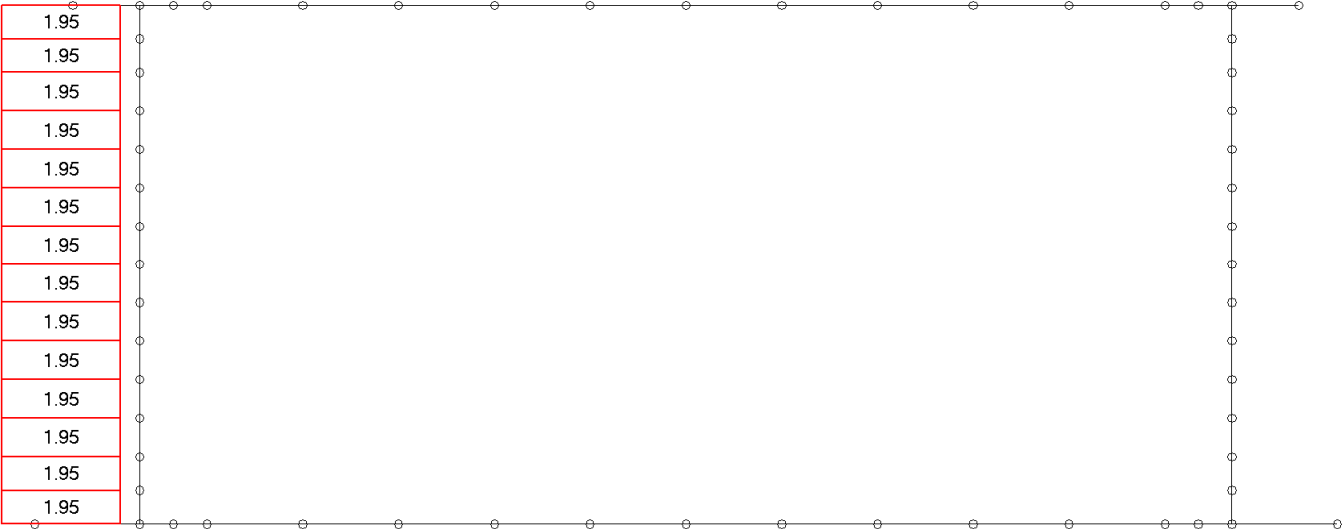
Loading di carico 19 : sovraspinta per $q = 20 \text{ kN/mq}$ a dx - $k = k_a$



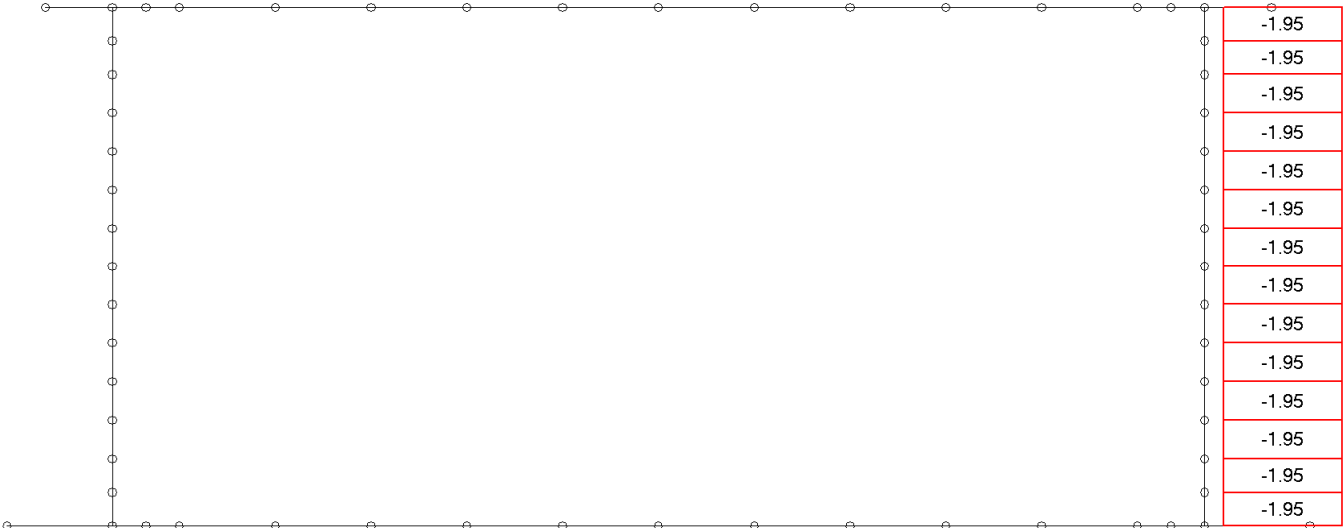
Loading di carico 20 : sovraspinta per $q = 7.2 \text{ kN/mq}$ a sx - $k = k_0$



Loading di carico 21 : sovraspinta per $q = 7.2 \text{ kN/mq}$ a dx - $k = k_0$



Loading di carico 22 : sovraspinta per $q = 7.2 \text{ kN/mq}$ a sx - $k = k_a$

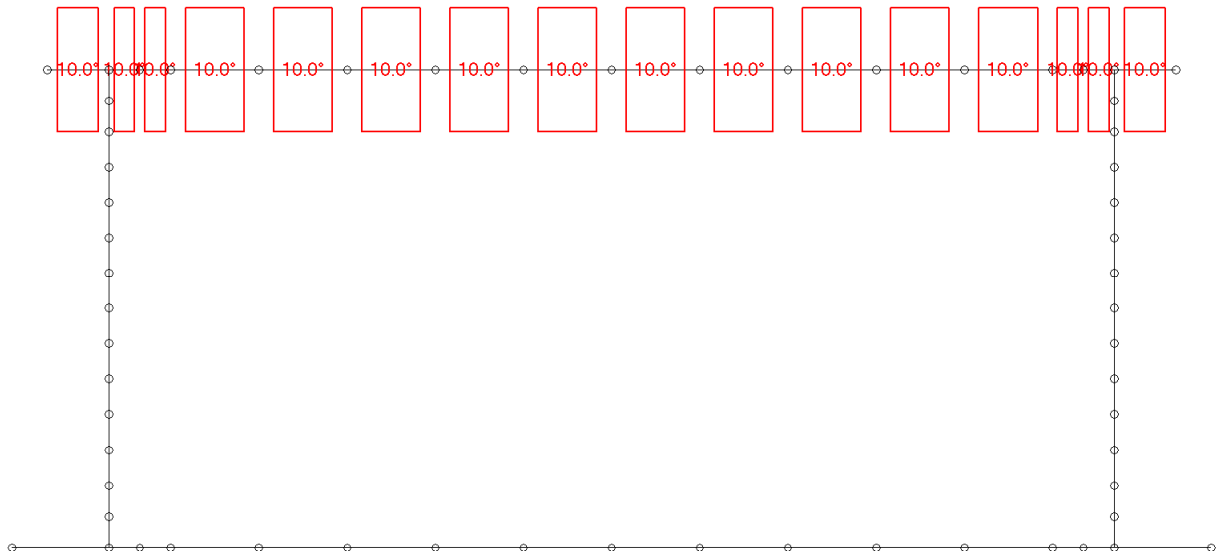


Loading di carico 23 : sovraspinta per $q = 7.2 \text{ kN/mq}$ a dx - $k = k_a$

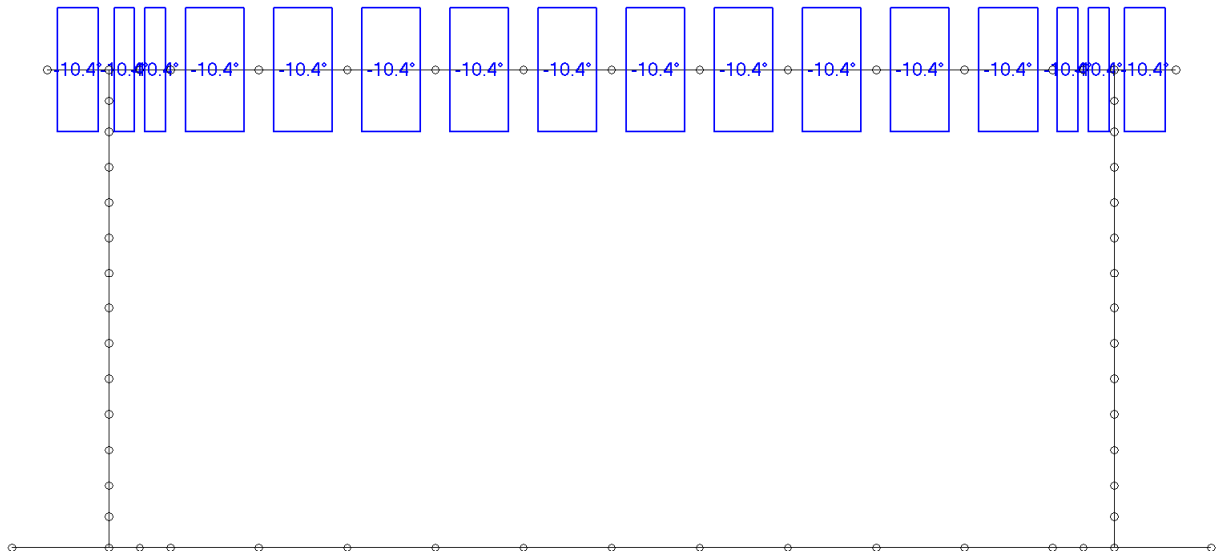


Loading di carico 24 : frenatura/accelerazione convogli

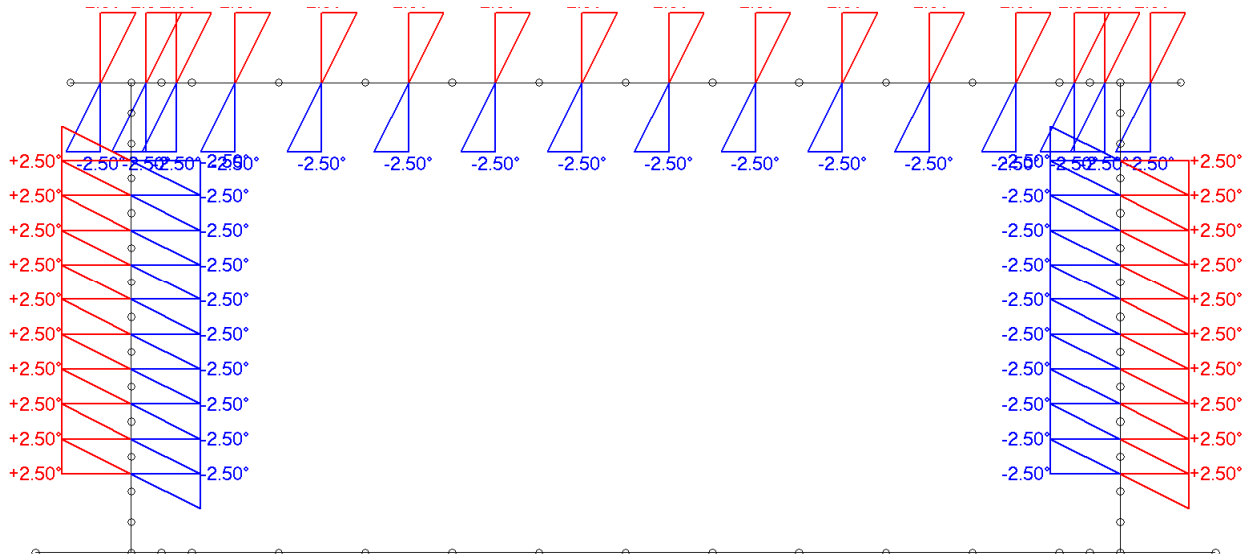
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	50 di 124



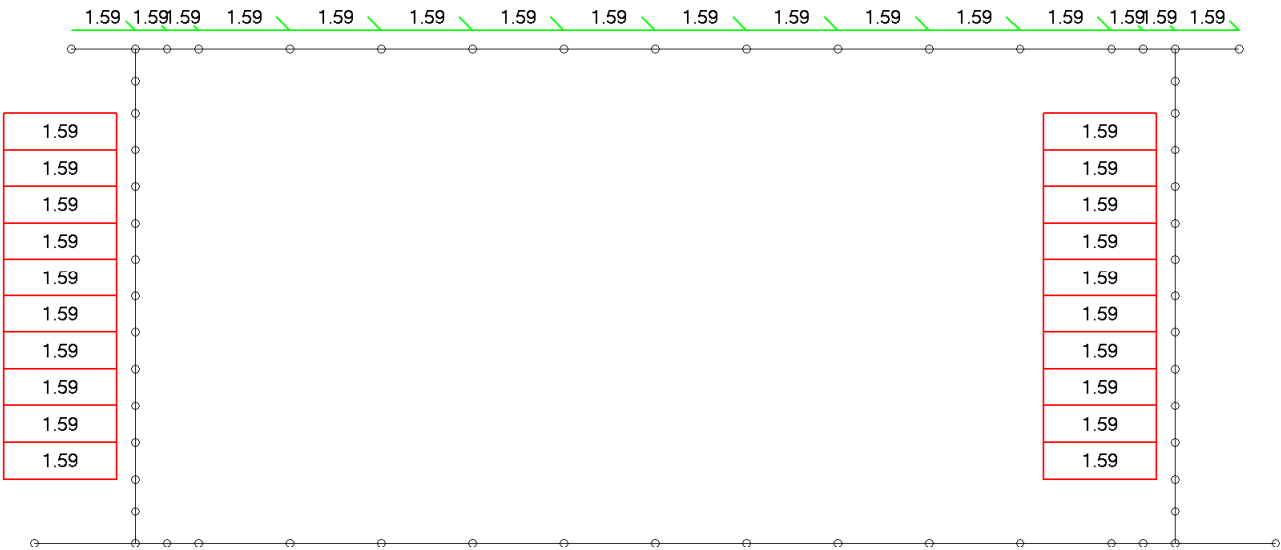
Loading di carico 25 : riscaldamento soletta superiore



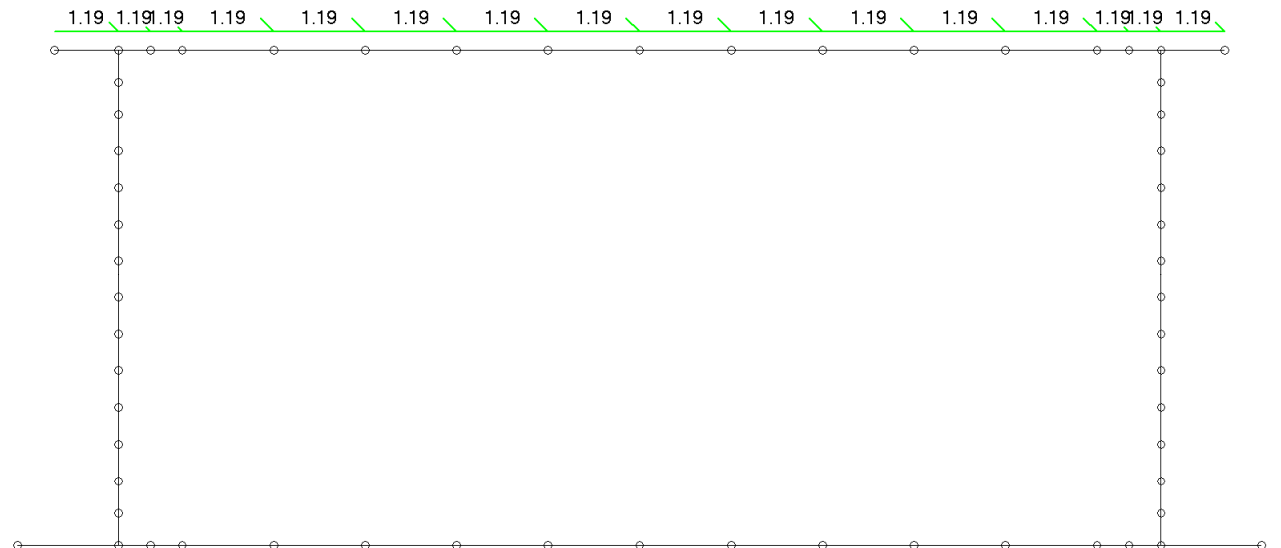
Loading di carico 26 : ritiro soletta superiore



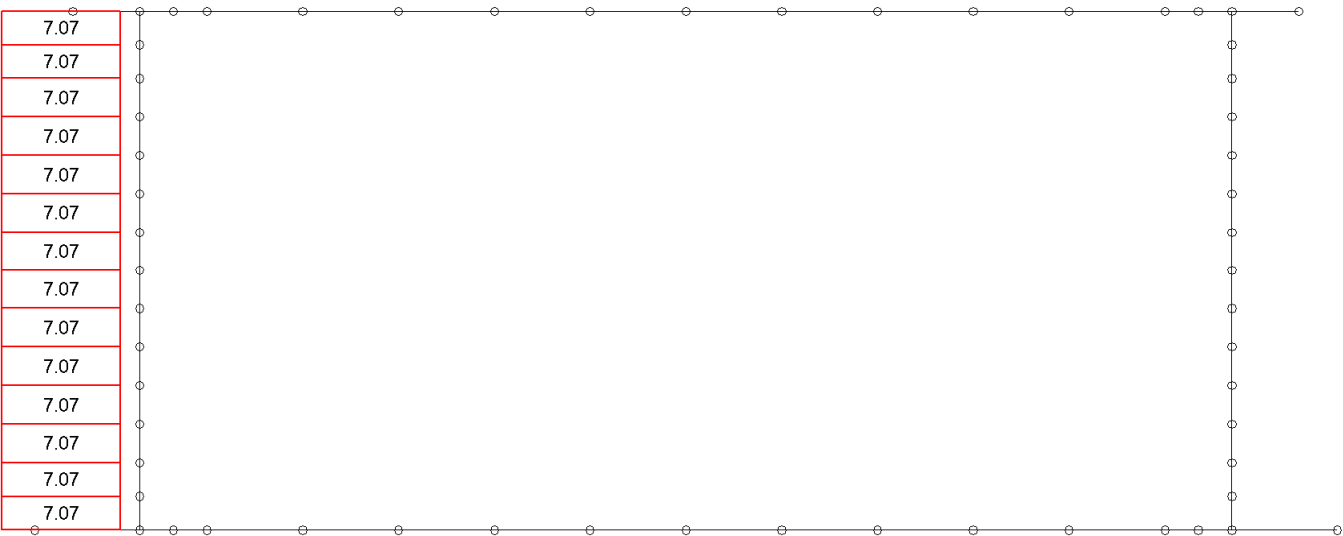
Loading di carico 27 : salto termico



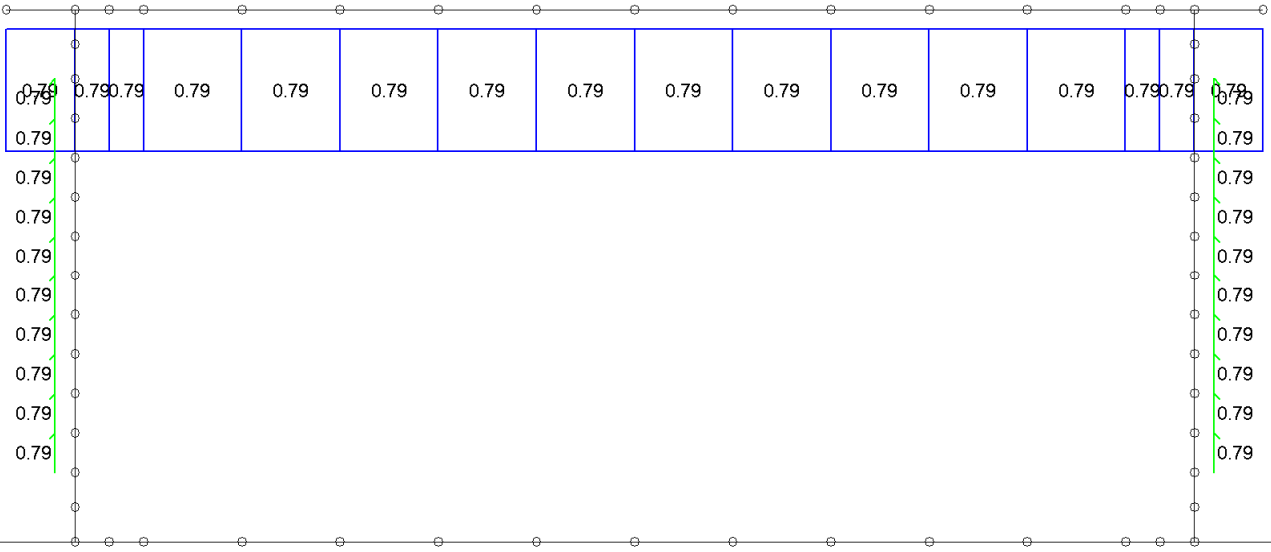
Loading di carico 28 : sisma orizzontale da sx - masse strutturali



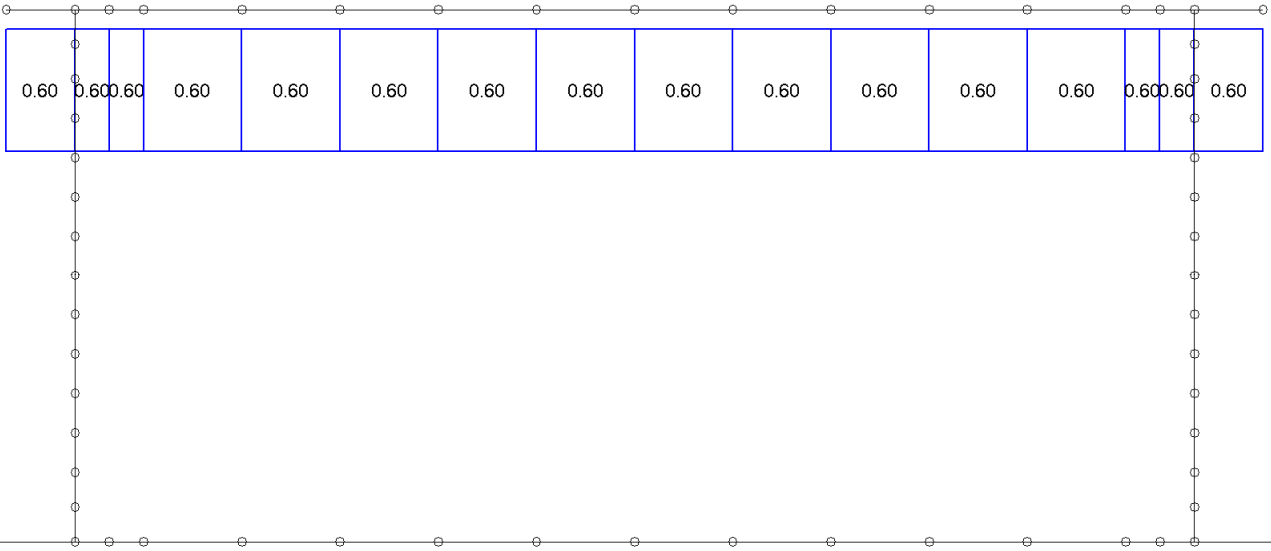
Loading di carico 29 : sisma orizzontale da sx - ricoprimento



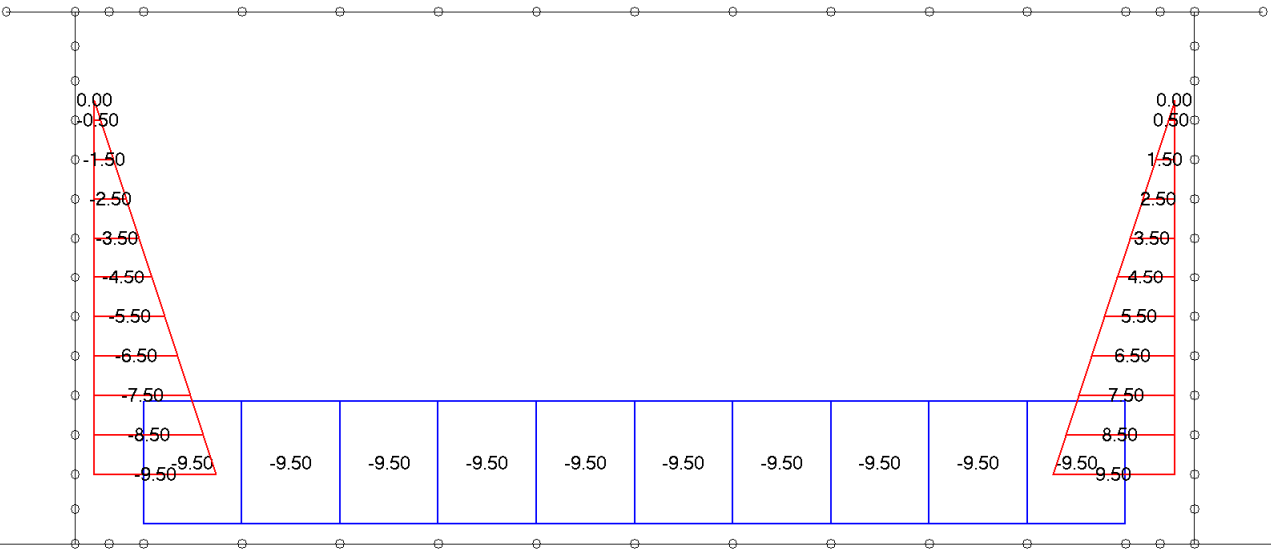
Loading di carico 30 : sisma orizzontale da sx - sovraspinta terre



Loading di carico 31 : sisma verticale - masse strutturali

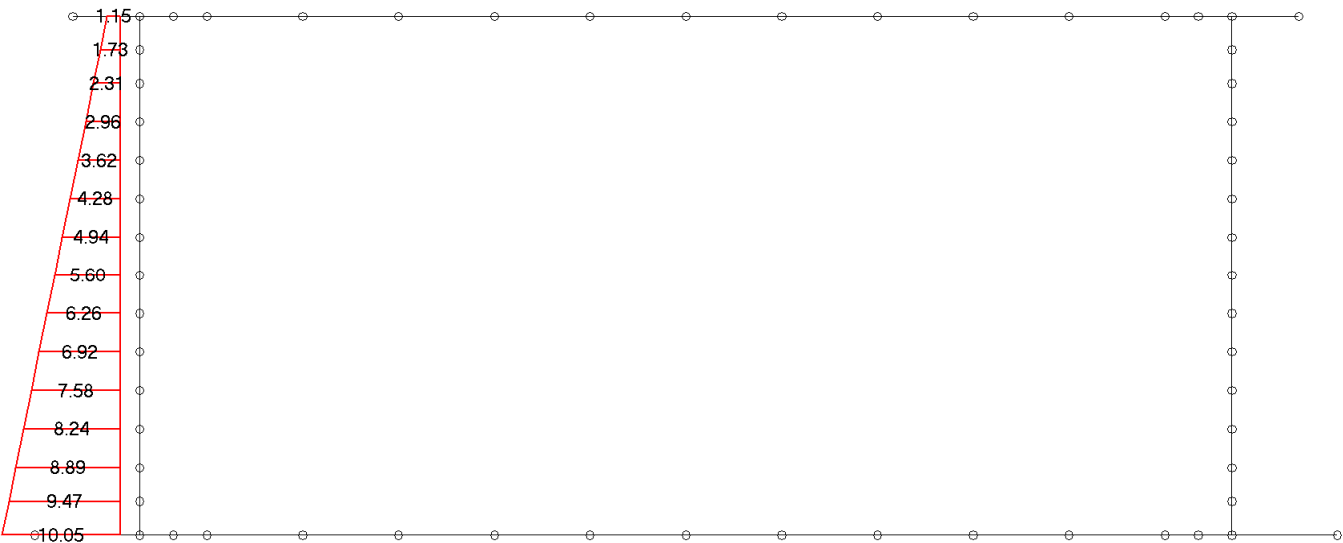


Loading di carico 32 : sisma verticale - ricoprimento

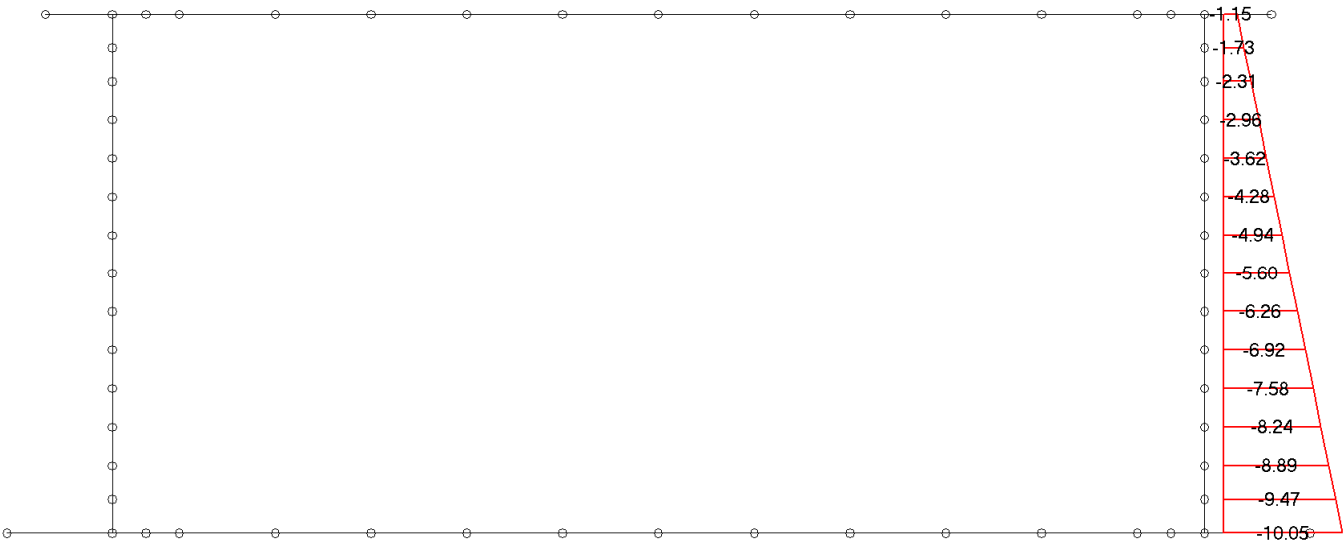


Loading di carico 33 : spinta idrostatica acque interne al tombino

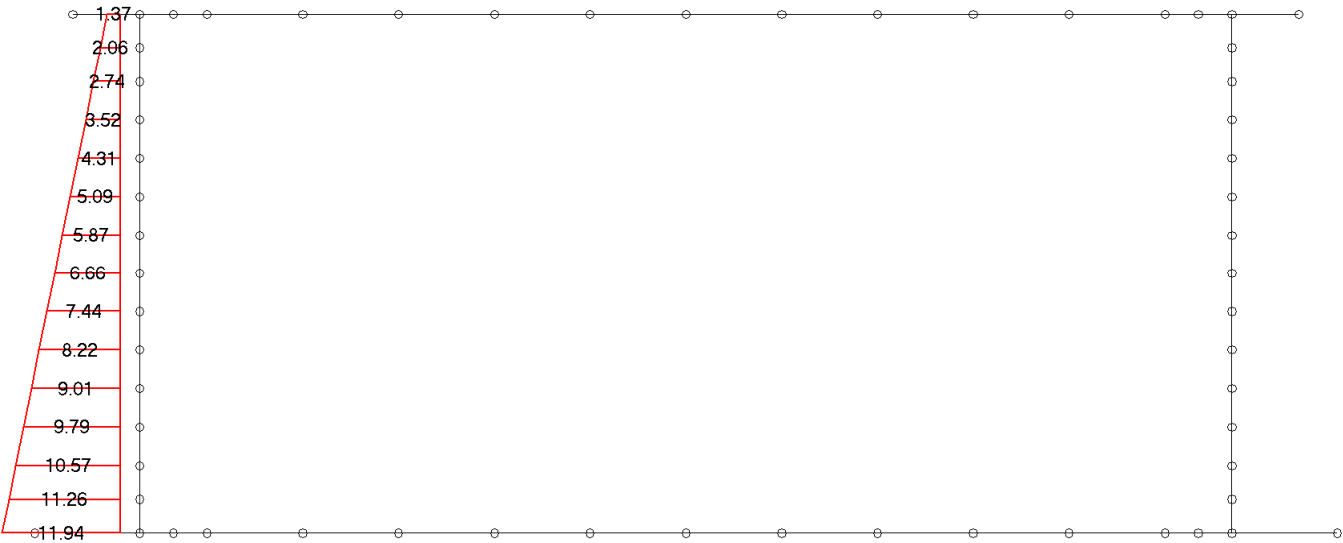
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 53 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------



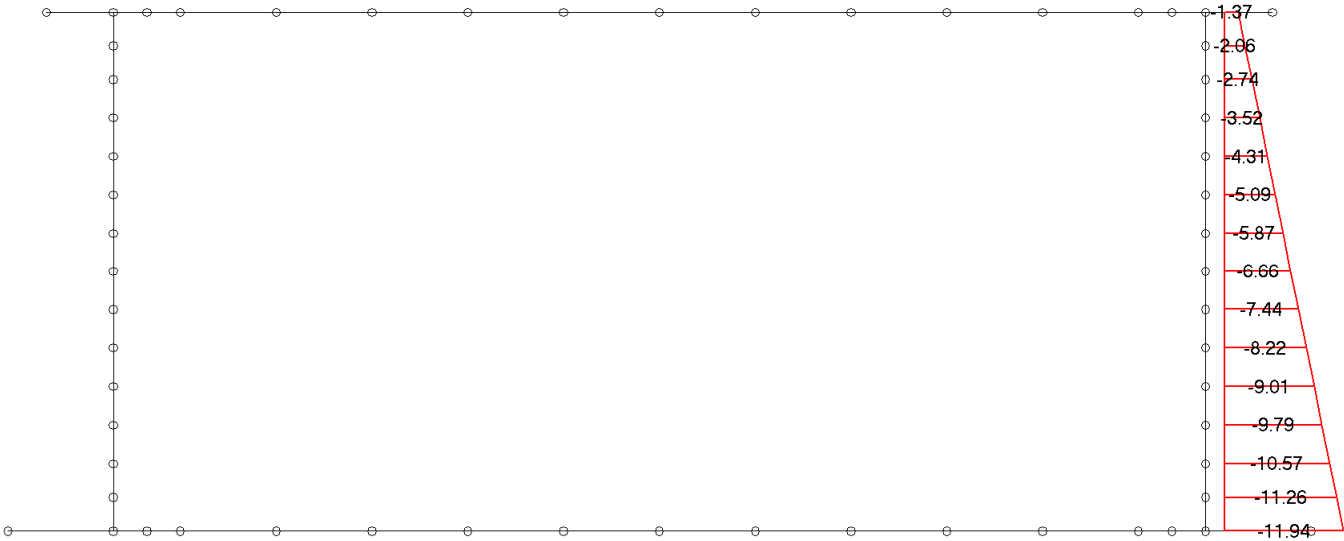
Loading di carico 34 : spinta falda esterna da sx - k = k0



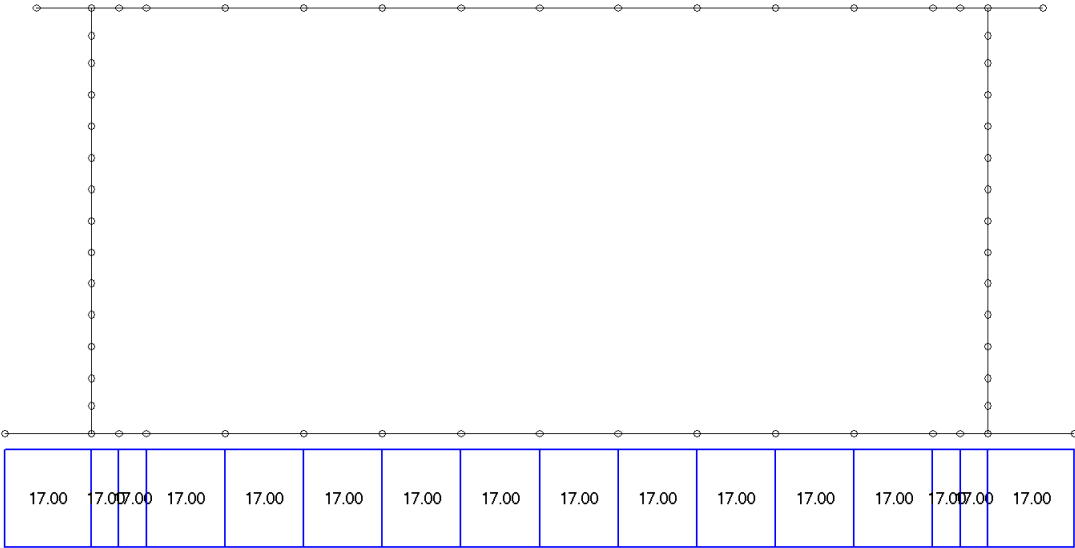
Loading di carico 35 : spinta falda esterna da dx - k = k0



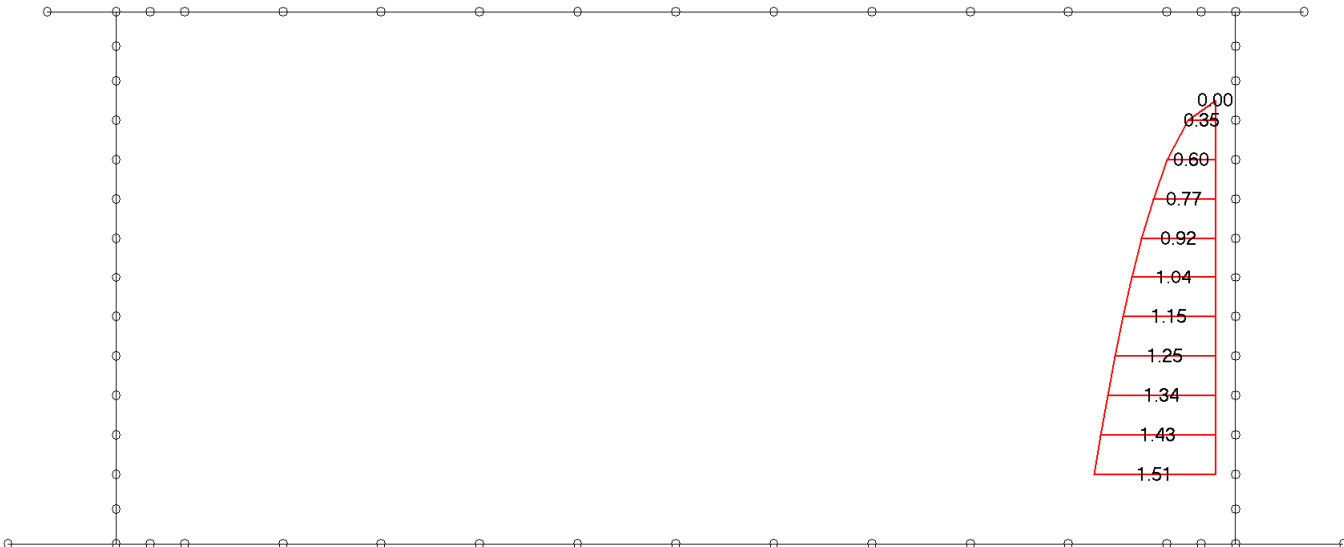
Loading di carico 36 : spinta falda esterna da sx - k = ka



Loading di carico 37 : spinta falda esterna da dx - k = ka



Loading di carico 38 : spinta di archimede



Loading di carico 39 : spinta idrodinamica in sisma

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 55 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

9 VERIFICHE DI RESISTENZA

Nel presente paragrafo si riportano le verifiche di resistenza delle solette e dei piedritti componenti la sezione scatolare:

- controllo dei tassi di lavoro di acciaio e calcestruzzo (SLE ; comb. Q.P., Freq. e Rare),
- verifica a fessurazione (SLE ; comb. Q. Perm. e Frequenti),
- verifica a rottura per presso flessione (SLU ; STR + SISMA),
- verifica di permanenza in campo elastico in sisma (SLU ; SISMA),
- verifica a rottura per taglio (SLU ; STR + SISMA).

I loadings di carico descritti nel paragrafo 6 vengono combinati con i coefficienti esposti nel paragrafo 7 come specificato nelle tabelle riportate in corrispondenza delle singole verifiche.

In particolare si determinano per le solette le combinazioni dei carichi cui corrisponde:

- il massimo momento flettente esterno (che tende le fibre esterne del tombino),
- il massimo momento flettente interno (che tende le fibre interne del tombino),
- il massimo taglio;

in aggiunta per i piedritti si determina altresì:

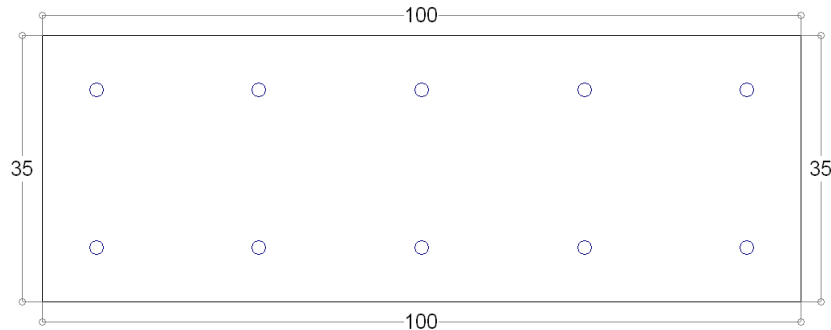
- la combinazione M/N con massima eccentricità a lato esterno,
- la combinazione M/N con massima eccentricità a lato interno.

Le verifiche sono condotte ai sensi della vigente normativa (D.M. del 14/01/2008).

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	56 di 124

9.1 Soletta superiore

GEOMETRIA DELLA SEZIONE (1 cm = 10 cm)



DESCRIZIONE DELL'ARMATURA ORDINARIA

5 $\varnothing$ 18 mm a 7.1 cm da intradosso

5 $\varnothing$ 18 mm a 27.9 cm da intradosso

AREA ARMATURE = 25.45 (cm²)

DISTANZA DA INTRADOSSO SEZIONE = 17.50 (cm)

SEZIONE SOLO CALCESTRUZZO

AREA DELLA SEZIONE = 3500.0 (cm²)

ALTEZZA DELLA SEZIONE = 35.0 (cm)

DISTANZA BARICENTRO DA INTRADOSSO = 17.5 (cm)

MOMENTO D'INERZIA BARICENTRICO = 357291.6 (cm⁴)

MODULO DI RESISTENZA SUPERIORE = 20416.66 (cm³)

MODULO DI RESISTENZA INFERIORE = 20416.66 (cm³)

SEZIONE OMOGENEIZZATA

AREA DELLA SEZIONE = 3856.257 (cm²)

ALTEZZA DELLA SEZIONE = 35.0 (cm)

DISTANZA BARICENTRO DA INTRADOSSO = 17.5 (cm)

MOMENTO D'INERZIA BARICENTRICO = 395824.3 (cm⁴)

MODULO DI RESISTENZA SUPERIORE = 22618.53 (cm³)

MODULO DI RESISTENZA INFERIORE = 22618.53 (cm³)

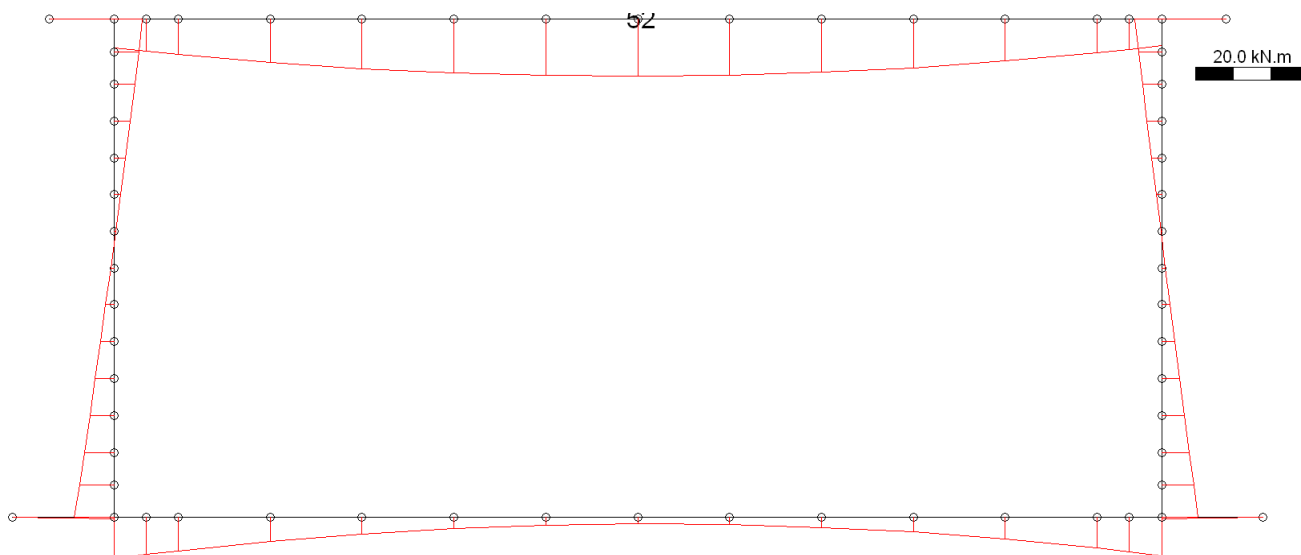
Massimo momento flettente interno

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 24 (nodo 52)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-31 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	4.56	0.00	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	3.18	0.00	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-0.25	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	-0.16	0.60	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	-0.50
26) ritiro soletta superiore	13.09	8.81	0.00	1.00
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	0.50
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.30	0.02	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	23.0	30.0	-0.3	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	29.99	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	23.04	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.699	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	104.472	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.79	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.74	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2642e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = 0.001 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo}})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 58 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

Il momento di formazione della fessura è pari a:

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = 50 \text{ kN.m} > M_d = 30 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

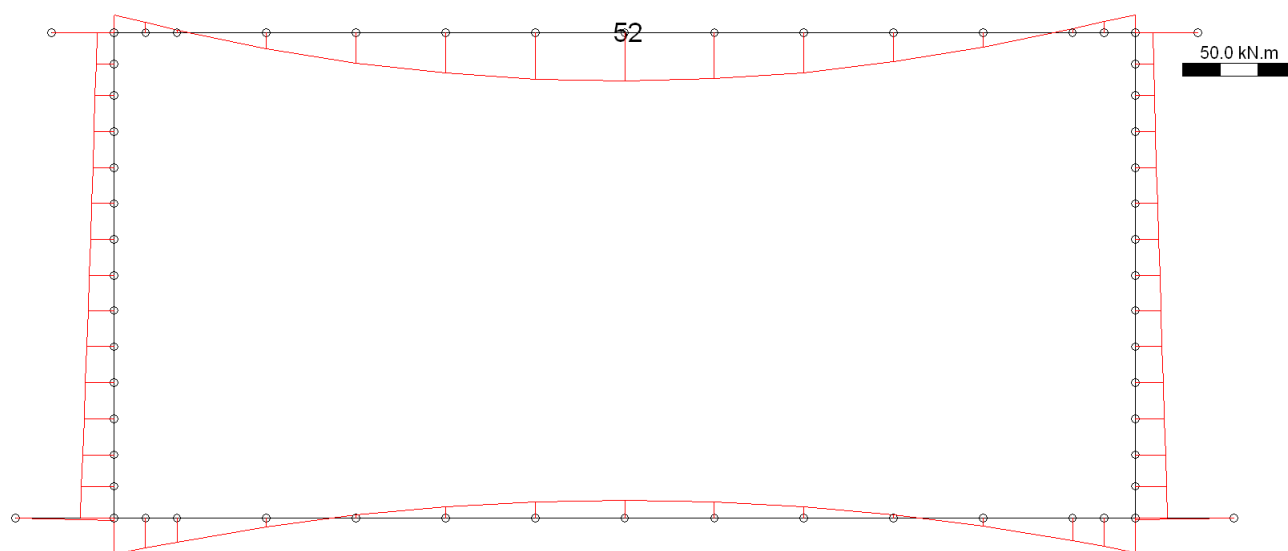
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 59 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 24 (nodo 52)

Combinazione più gravosa: SLE-F-36 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	4.56	0.00	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	3.18	0.00	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-0.25	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	-0.16	0.60	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-13.65	44.33	1.93	0.75
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	-0.50
26) ritiro soletta superiore	13.09	8.81	0.00	1.00
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	0.50
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.30	0.02	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	12.8	63.2	1.1	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	63.23	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	12.80	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-5.702	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	205.377	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.20	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.83	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2648e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 60 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t \cdot \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = 52 \text{ kN.m} < M_d = 63 \text{ kN.m}$$

Calcolo dell'ampiezza teorica delle fessure (par. C4.1.2.2.4 Circolare 02.02.2009)

Definite le seguenti grandezze:

$\alpha_e = 6.5$	(rapporto E_s / E_{cls}) ;
$k_t = 0.4$	(per carichi di lunga durata) ;
$k_1 = 0.8$	(per barre ad aderenza migliorata) ;
$k_2 = 0.5$	(nel caso di flessione) ;
$k_3 = 3.4$	
$k_4 = 0.425$	
$h = 350 \text{ mm}$	(altezza della sezione) ;
$d = 279 \text{ mm}$	(distanza baric. armatura tesa da lembo compresso) ;
$x = 82 \text{ mm}$	(distanza asse neutro da lembo compresso) ;
$c = (h - d - \phi/2) = 62 \text{ mm}$	(ricoprimento dell'armatura tesa) ;
$A_s = 1272 \text{ mm}^2$	(area dell'armatura tesa) ;
$h_{c,ef} = \min [2.5(h-d) ; (h-x)/3 ; h/2] = 89 \text{ mm}$	(altezza area tesa efficace) ;
$A_{c,eff} = h_{c,ef} \cdot 1000 = 89323 \text{ mm}^2$	(area calcestruzzo teso attorno all'armatura) ;
$\rho_{eff} = A_s / A_{c,eff} = 0.014$	(densità d'armatura tirante teso) ;
$\sigma_s = 205 \text{ N/mm}^2$	(tensione dell'armatura tesa) ;
$i = 200 \text{ mm}$	(interasse barre d'armatura tesa) ;

si calcola:

$$\varepsilon_{sm} = \text{deformazione unitaria media delle barre d'armatura} = \frac{\sigma_s - k_t \frac{f_{ctm}}{\rho_{eff}} (1 + \alpha_e \rho_{eff})}{E_s} \geq 0.6 \frac{\sigma_s}{E_s} = 0.00059$$

$$\Delta_{smax} = \text{distanza massima fra le fessure} = k_3 c + k_1 k_2 k_4 \frac{\phi}{\rho_{eff}} = 426 \text{ mm}$$

$$w_d = \text{ampiezza teorica delle fessure} = \varepsilon_{sm} \cdot \Delta_{smax} = 0.25 \text{ mm} < 0.40 \text{ mm}$$

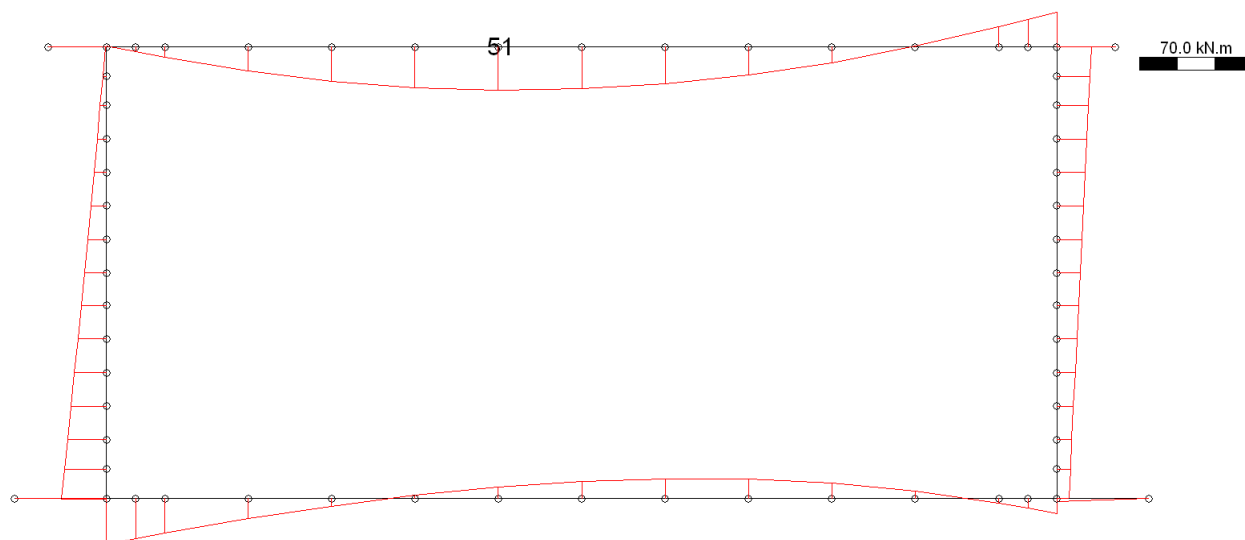
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 61 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 23 (nodo 51)

Combinazione più gravosa: SLE-R-36 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	4.29	2.19	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	2.97	1.64	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-0.02	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	-0.31	0.60	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-13.65	41.76	20.72	1.00
20) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a sx - k = k0	-1.04	0.02	-0.39	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	6.81	5.36	-21.42	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	-0.60
26) ritiro soletta superiore	13.09	8.81	0.00	1.00
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	0.60
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.30	0.02	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	17.6	79.5	2.4	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	79.49	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	17.64	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-7.166	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	258.863	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.19	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.83	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2648e+04	(cm ⁴)

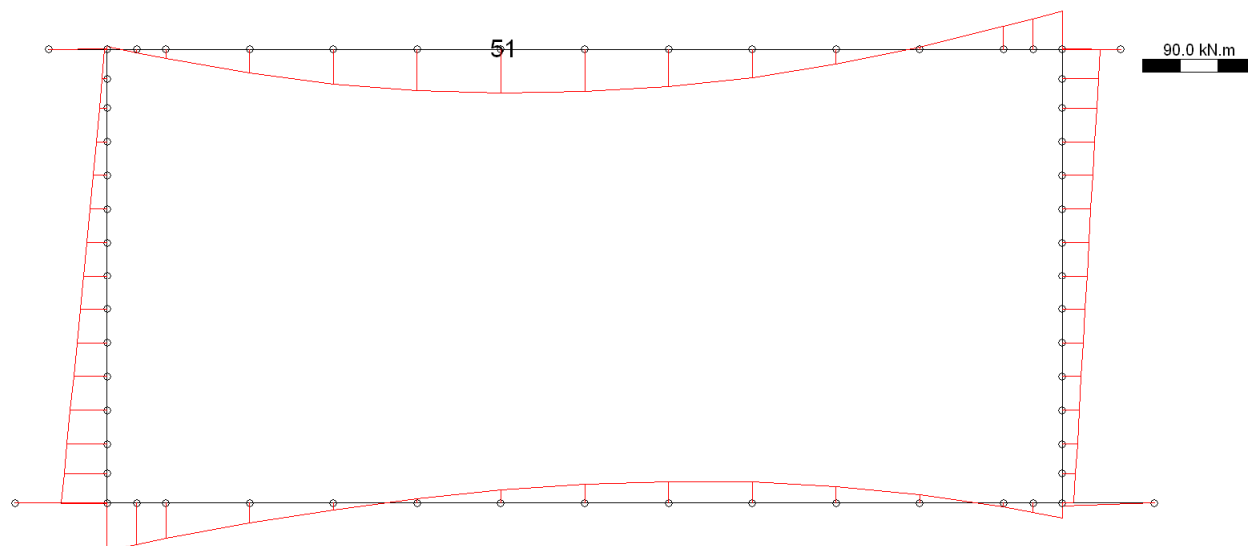
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 62 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 23 (nodo 51)

Combinazione più gravosa: STR-A1-36 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	4.29	2.19	1.35
2) peso ricoprimento	-0.31	2.97	1.64	1.35
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-0.02	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	-0.31	0.60	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-13.65	41.76	20.72	1.35
20) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a sx - k = k0	-1.04	0.02	-0.39	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	6.81	5.36	-21.42	1.35
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	-0.72
26) ritiro soletta superiore	13.09	8.81	0.00	1.20
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	0.72
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.30	0.02	0.00	1.35
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	21.1	103.6	3.3	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)

RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)

MOMENTO DI PROGETTO = 103.62 (KN.m)

SFORZO DI PROGETTO = 21.14 (KN)

MOMENTO DI ROTTURA = 133.47 (KN.m)

SFORZO DI ROTTURA = 21.15 (KN.m)

DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.61 (cm)

DOMINIO 2 , Mr/Md = 1.29

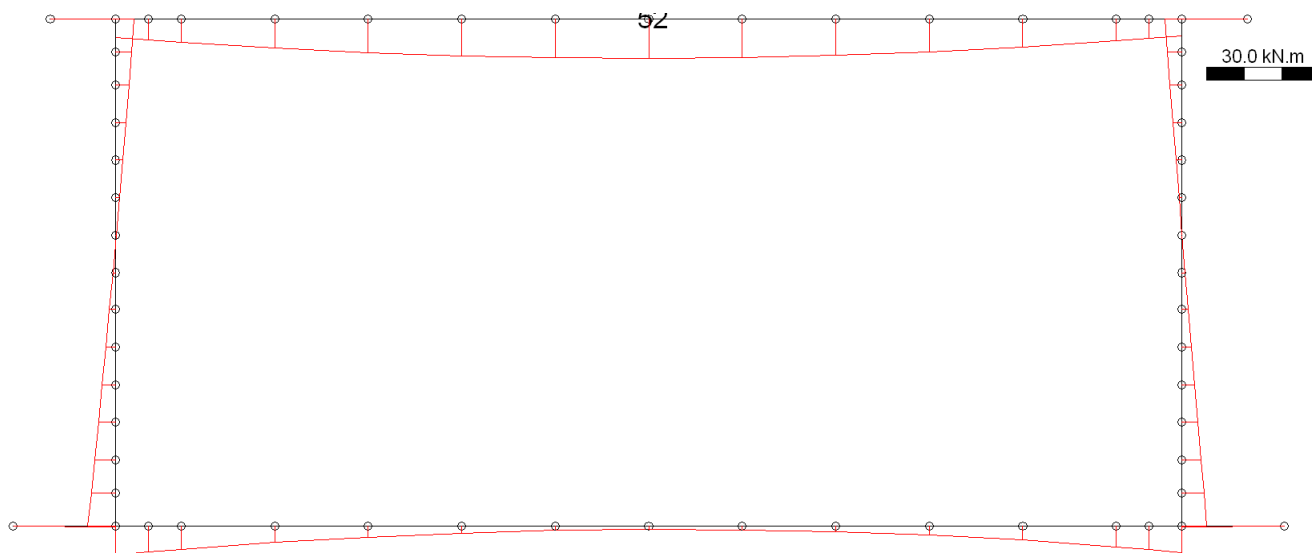
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 63 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 24 (nodo 52)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-19 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	4.56	0.00	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	3.18	0.00	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-0.25	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	-0.16	0.60	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	-0.50
26) ritiro soletta superiore	13.09	8.81	0.00	1.00
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	0.00	0.00	-1.53	-0.30
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	0.00	0.00	-0.94	0.30
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	-2.39	-0.18	-0.91	0.30
31) sisma verticale - masse strutturali	-0.18	-0.41	0.00	-1.00
32) sisma verticale - ricoprimento	0.03	-0.29	0.00	-1.00
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.30	0.02	0.00	1.00
39) spinta idrodinamica in sisma	0.19	0.02	-0.06	0.30
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	22.5	30.6	-0.5	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	30.64	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	22.53	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.763	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	106.278	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.83	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.75	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2643e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	30.64	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	22.53	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	133.30	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA	=	22.52	(KN.m)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 64 di 124
--	--	---	------------------------------	--

DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.61 (cm)

DOMINIO 2 , Mr/Md = 4.35

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	65 di 124

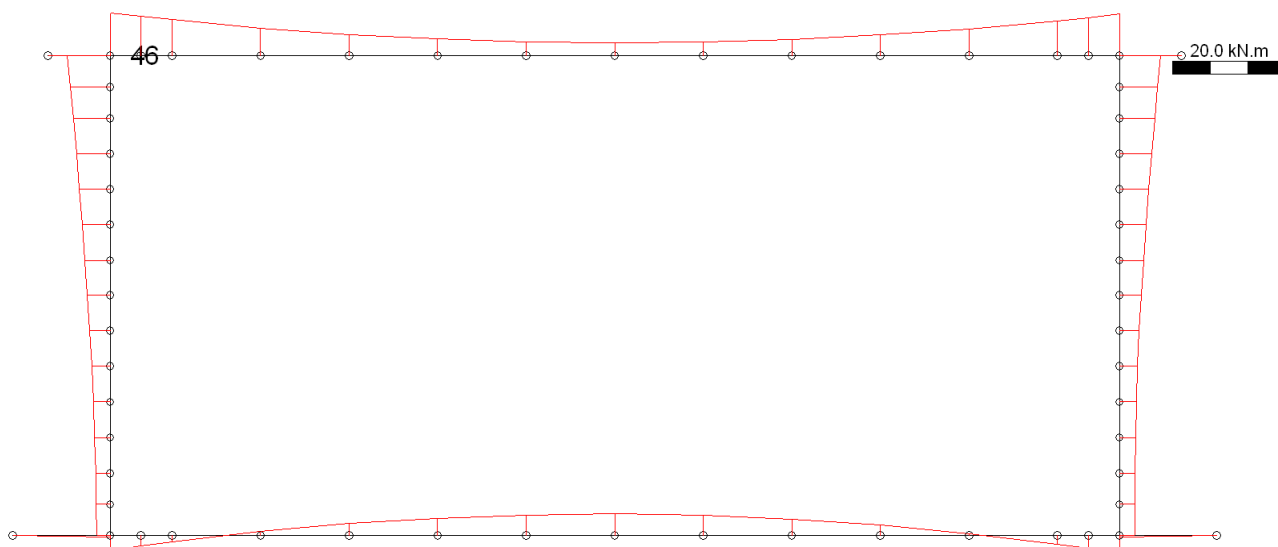
Massimo momento flettente esterno

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 19 (nodo 46)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-17 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-3.26	11.70	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	-2.70	8.79	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.65	-1.51	0.94	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-1.69	0.64	-0.60	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	0.50
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	-0.50
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-1.39	-0.78	0.47	1.00
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	-1.65	0.58	-0.56	1.00
38) spinta di archimede	0.06	0.01	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-18.1	-20.9	20.7	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-20.86	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.881	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	65.996	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.36	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.83	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2648e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo}})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 66 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

Il momento di formazione della fessura è pari a:

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -52 \text{ kN.m} > M_d = -21 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

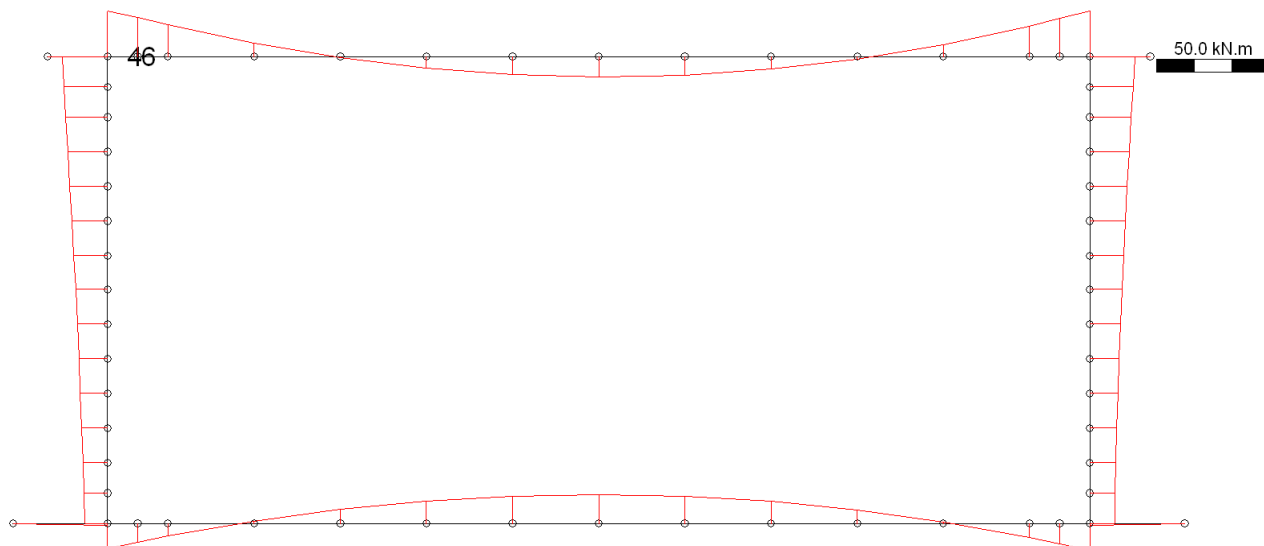
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 67 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 19 (nodo 46)

Combinazione più gravosa: SLE-F-24 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-3.26	11.70	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	-2.70	8.79	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.65	-1.51	0.94	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-1.69	0.64	-0.60	1.00
9) veicolari per max. taglio soletta (lato dx)	-13.65	-40.34	109.10	0.75
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-1.04	-0.61	0.39	0.40
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	0.50
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	-0.50
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-1.39	-0.78	0.47	1.00
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	-1.65	0.58	-0.56	1.00
38) spinta di archimede	0.06	0.01	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-28.7	-51.4	102.7	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-51.36	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-4.633	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	162.504	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.36	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.83	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2648e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 68 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm}$$

(rapporto tra azione assiale e momento flettente; N negativo se di compressione, M in modulo)

Il momento di formazione della fessura è pari a:

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -52 \text{ kN.m} > M_d = -51 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

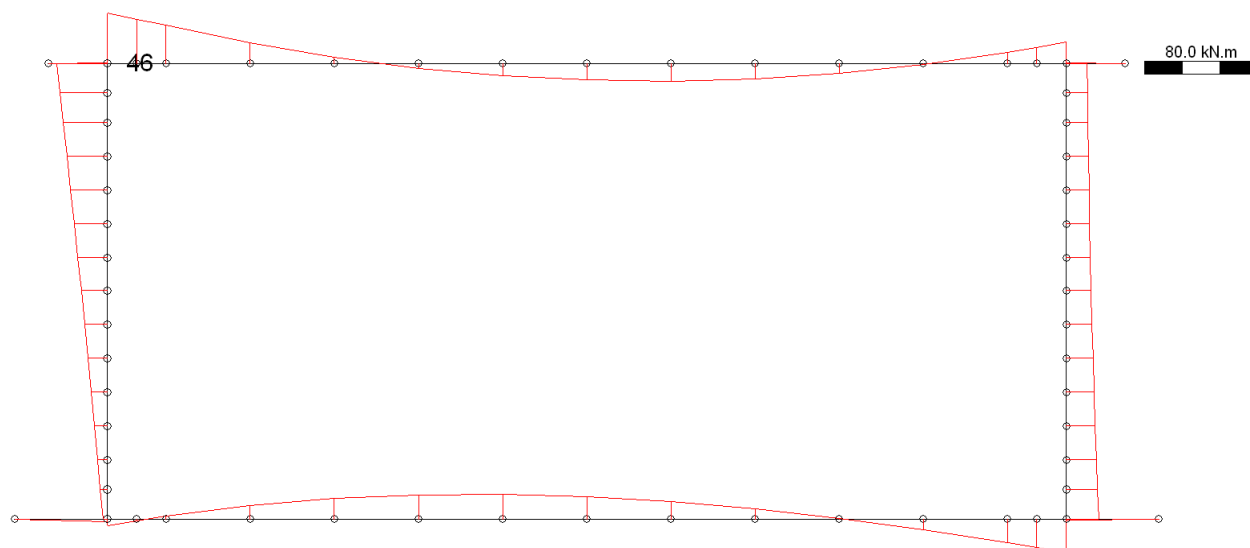
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	69 di 124

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 19 (nodo 46)

Combinazione più gravosa: SLE-R-24 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-3.26	11.70	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	-2.70	8.79	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.65	-1.51	0.94	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-1.69	0.64	-0.60	1.00
9) veicolari per max. taglio soletta (lato dx)	-13.65	-40.34	109.10	1.00
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-1.04	-0.61	0.39	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	36.46	28.65	-21.42	-1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	0.60
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	-0.60
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-1.39	-0.78	0.47	1.00
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	-1.65	0.58	-0.56	1.00
38) spinta di archimede	0.06	0.01	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-71.7	-93.2	151.7	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-93.23	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-8.409	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	294.985	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.36	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.83	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2648e+04	(cm ⁴)

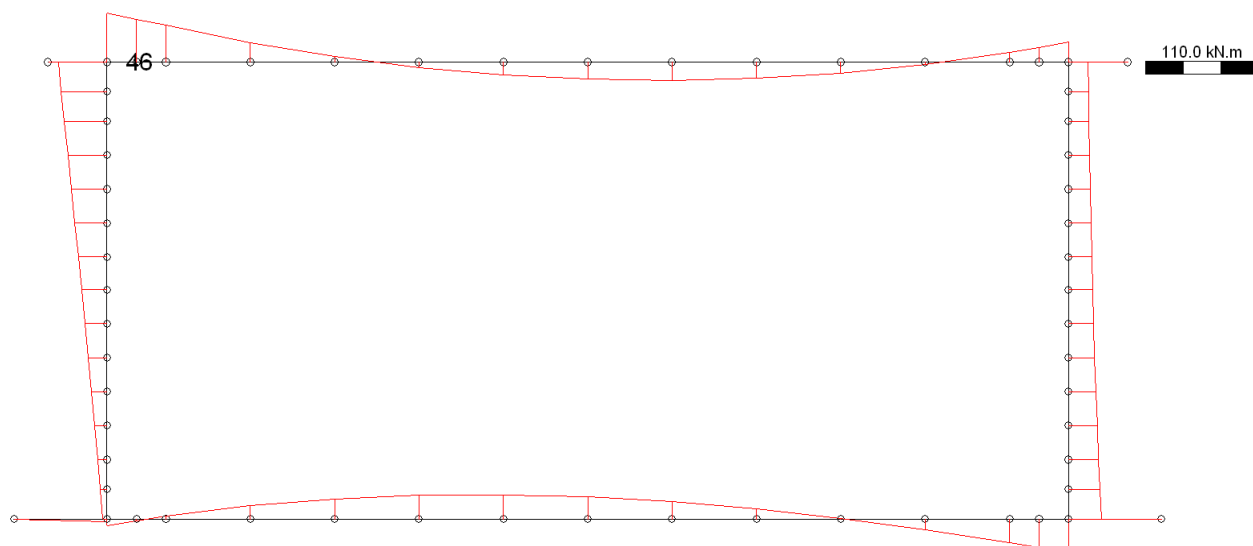
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 70 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 19 (nodo 46)

Combinazione più gravosa: STR-A1-24 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-3.26	11.70	1.35
2) peso ricoprimento	-0.31	-2.70	8.79	1.35
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.65	-1.51	0.94	1.35
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-1.69	0.64	-0.60	1.00
9) veicolari per max. taglio soletta (lato dx)	-13.65	-40.34	109.10	1.35
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-1.04	-0.61	0.39	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	36.46	28.65	-21.42	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	0.72
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	-0.72
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-1.39	-0.78	0.47	1.35
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	-1.65	0.58	-0.56	1.00
38) spinta di archimede	0.06	0.01	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-93.4	-123.8	205.2	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)
MOMENTO DI PROGETTO = -123.80 (KN.m)
SFORZO DI PROGETTO = 0.00 (KN)
MOMENTO DI ROTTURA = -135.72 (KN.m)
SFORZO DI ROTTURA = 2.64 (KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.68 (cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md = 1.10

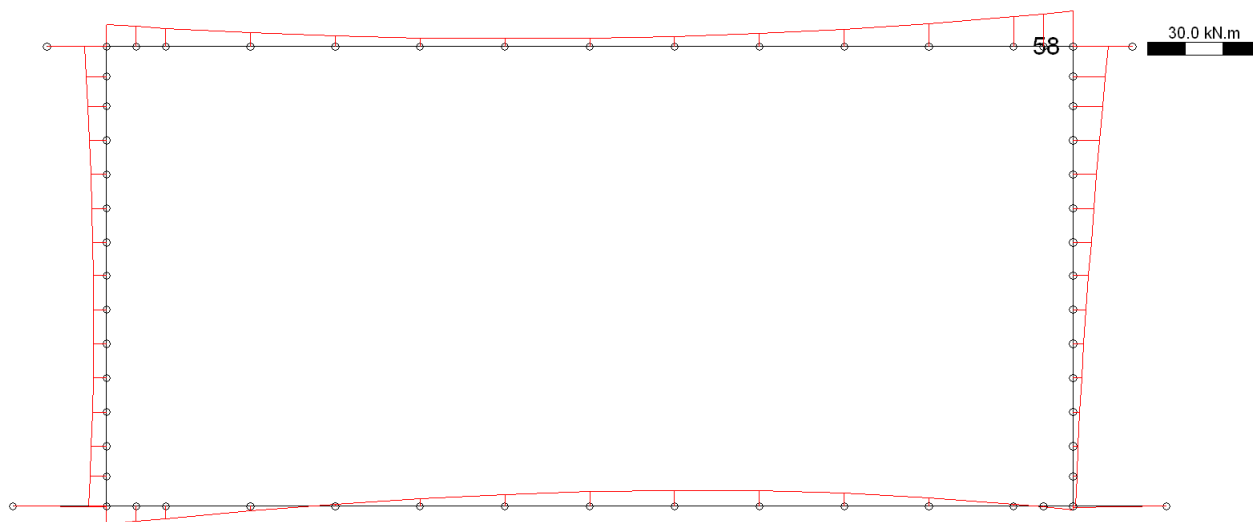
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 71 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 30 (nodo 58)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-11 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-3.26	-11.70	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	-2.70	-8.79	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-1.51	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	0.64	0.60	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	0.50
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	-0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	-2.12	-2.05	-1.53	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	-1.59	-1.25	-0.94	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	-2.39	-1.40	-0.91	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	-0.18	0.30	1.06	-0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	0.03	0.25	0.80	-0.30
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	-1.39	-0.78	-0.47	1.00
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	-1.65	0.58	0.56	1.00
38) spinta di archimede	0.06	0.01	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-24.1	-25.7	-24.7	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-25.72	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.320	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	81.371	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.36	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.83	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2648e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	-25.72	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	-135.72	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA	=	2.64	(KN.m)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 72 di 124
--	--	---	------------------------------	--

DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.68 (cm)

DOMINIO 2 , Mr/Md = 5.28

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 73 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

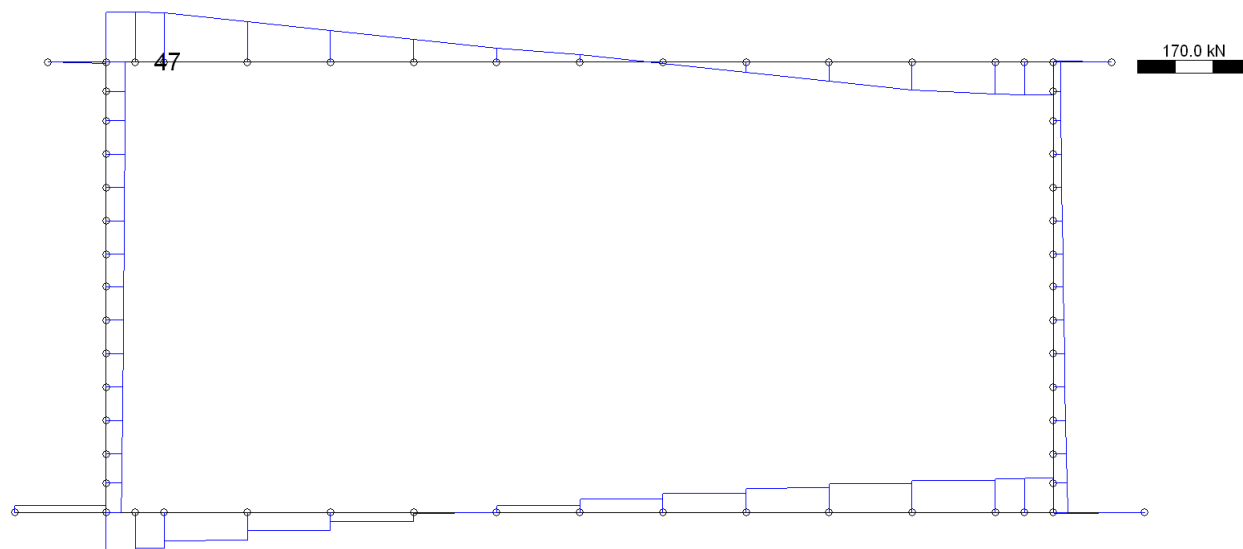
Massimo taglio

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 20 (nodo 47)

Combinazione più gravosa: STR-A1-21 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-2.27	10.94	1.35
2) peso ricoprimento	-0.31	-1.96	8.21	1.35
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.65	-1.43	0.94	1.35
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-1.69	0.59	-0.60	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-13.65	-29.46	121.72	1.35
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-1.04	-0.57	0.39	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	34.07	26.78	-21.42	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	0.72
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	0.72
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-1.39	-0.74	0.47	1.35
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	-1.65	0.53	-0.56	1.00
38) spinta di archimede	0.06	0.01	0.00	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-72.7	-76.5	220.4	



Resistenza a taglio dell'elemento dotato di armature trasversali (par. 4.1.2.1.3.2 NTC 2008):

resistenza a "taglio trazione": $V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw} / s) \cdot f_{yd} \cdot (\cotg\theta)$

resistenza a "taglio compressione": $V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \cotg\theta / (1 + \cotg^2\theta)$

In cui :

A_{sw} = area delle staffe = $\phi 10 / 20 \text{ cm} = 393 \text{ mm}^2 / \text{m}$

s = passo delle staffe = 320 mm

d = altezza utile della sezione = 279 mm

b_w = larghezza sezione = 1000 mm

f_{yd} = resistenza di progetto dell'acciaio = $450 / 1.15 \text{ Mpa} = 391 \text{ Mpa}$

f_{cd} = resistenza cilindrica di progetto del calcestruzzo = $0.85 \cdot 28 / 1.5 \text{ Mpa} = 15.87 \text{ Mpa}$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 74 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$f'_{cd} = 0.5 f_{cd}$ = resistenza di progetto ridotta del calcestruzzo = 7.93 Mpa

$\alpha_c = 1.000$ (per una compress. media pari a $\sigma_{cp} = 0.00$ Mpa, cfr. par. 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008)

sollecitazioni di progetto:

$$V_{ed} = 220 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = (\text{si assume cautelativamente}) = 0 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, assumendo $\cotg\theta = 2.50$, si ricava:

resistenza a “taglio trazione”: $V_{Rsd} = 301 \text{ kN} > V_{ed} = 220 \text{ kN}$

resistenza a “taglio compressione”: $V_{Rcd} = 687 \text{ kN} > V_{ed} = 220 \text{ kN}$

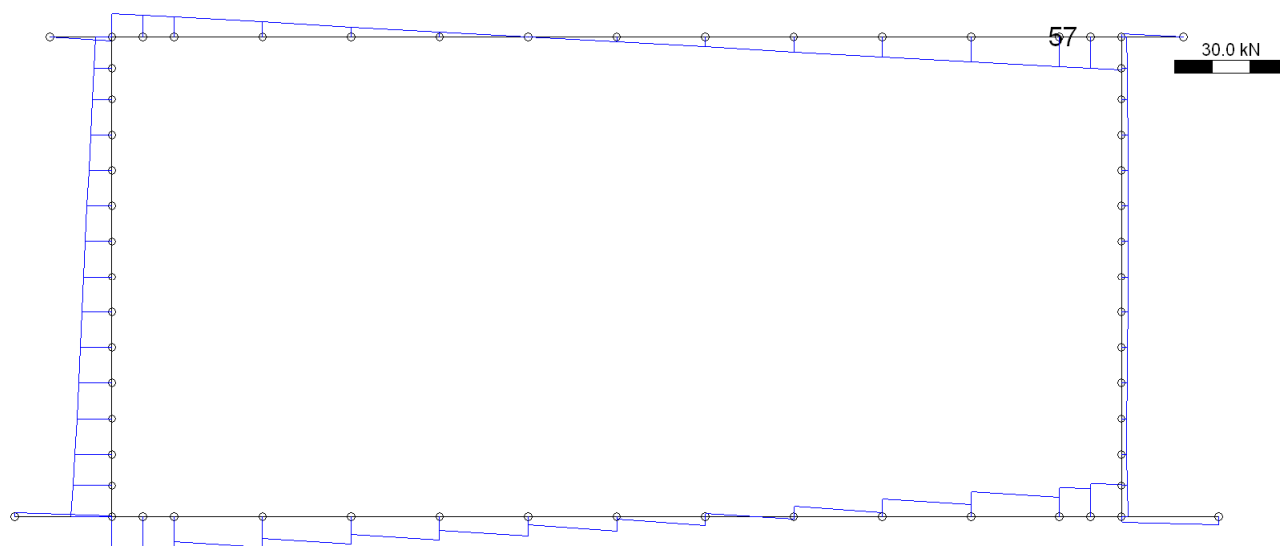
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 75 di 124
--	--	---	----------------------	--------------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 29 (nodo 57)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-7 (vedi tabella sottostante)

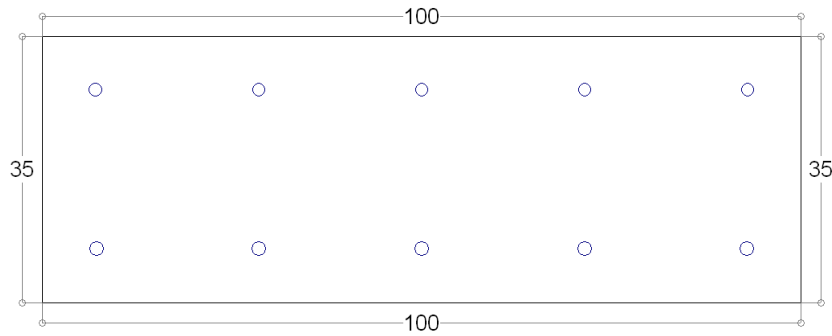
Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	1.92	-2.27	-10.94	1.00
2) peso ricoprimento	-0.31	-1.96	-8.21	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-2.65	-1.43	-0.94	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-1.69	0.59	0.60	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	-12.62	-8.50	0.00	-0.50
26) ritiro soletta superiore	13.09	8.81	0.00	1.00
27) salto termico	12.11	19.17	0.00	-0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	-1.99	-1.91	-1.53	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	-1.49	-1.17	-0.94	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	-2.39	-1.32	-0.91	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	-0.18	0.21	0.99	-0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	0.03	0.18	0.75	-0.30
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.30	0.02	0.00	1.00
39) spinta idrodinamica in sisma	0.19	-0.06	-0.06	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	5.3	-6.1	-23.5	



CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	76 di 124

9.2 Soletta inferiore

GEOMETRIA DELLA SEZIONE (1 cm = 10 cm)



DESCRIZIONE DELL'ARMATURA ORDINARIA

5 ø18 mm a 7.1 cm da intradosso
5 ø16 mm a 28. cm da intradosso
AREA ARMATURE = 22.78 (cm²)
DISTANZA DA INTRADOSSO SEZIONE = 16.32 (cm)

SEZIONE SOLO CALCESTRUZZO

AREA DELLA SEZIONE = 3500.0 (cm²)
ALTEZZA DELLA SEZIONE = 35.0 (cm)
DISTANZA BARICENTRO DA INTRADOSSO = 17.5 (cm)
MOMENTO D'INERZIA BARICENTRICO = 357291.6 (cm⁴)
MODULO DI RESISTENZA SUPERIORE = 20416.66 (cm³)
MODULO DI RESISTENZA INFERIORE = 20416.66 (cm³)

SEZIONE OMOGENEIZZATA

AREA DELLA SEZIONE = 3818.872 (cm²)
ALTEZZA DELLA SEZIONE = 35.0 (cm)
DISTANZA BARICENTRO DA INTRADOSSO = 17.40187 (cm)
MOMENTO D'INERZIA BARICENTRICO = 392038.2 (cm⁴)
MODULO DI RESISTENZA SUPERIORE = 22277.27 (cm³)
MODULO DI RESISTENZA INFERIORE = 22528.5 (cm³)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	77 di 124

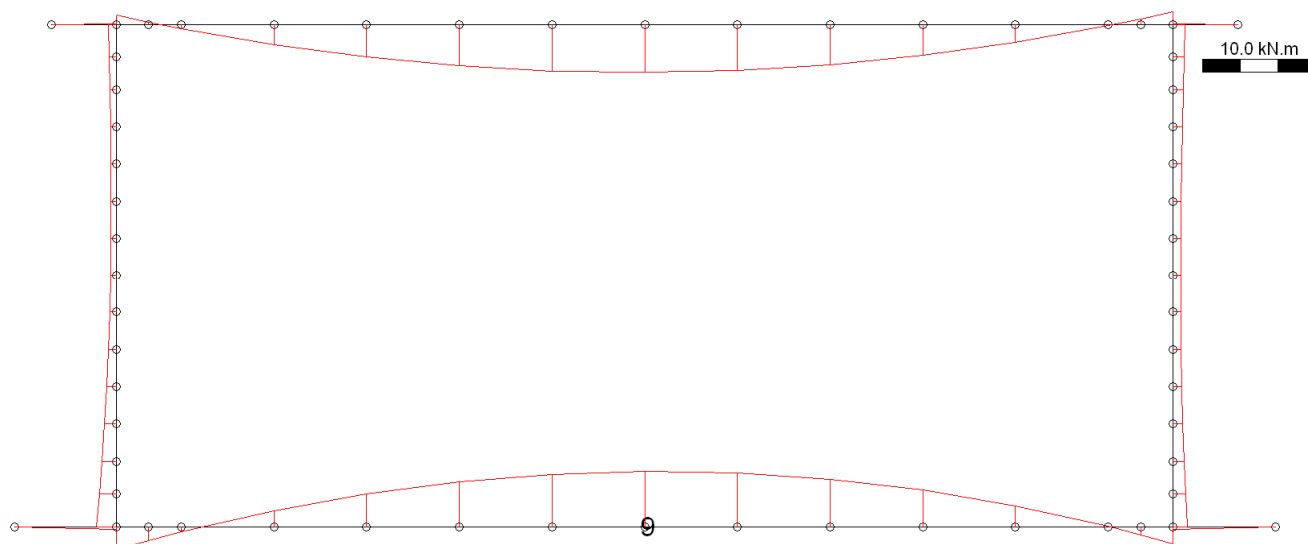
Massimo momento flettente interno

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 8 (nodo 9)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-1 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	-6.25	-2.76	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	-3.04	-0.77	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-4.37	0.25	-2.19	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-2.16	0.16	1.39	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.44	0.02	0.50
27) salto termico	-12.11	-2.78	0.01	0.50
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-7.9	-14.5	-4.3	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-14.49	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.439	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	57.021	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.69	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.22	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	7.7428e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 78 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -51 \text{ kN.m} > M_d = -14 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

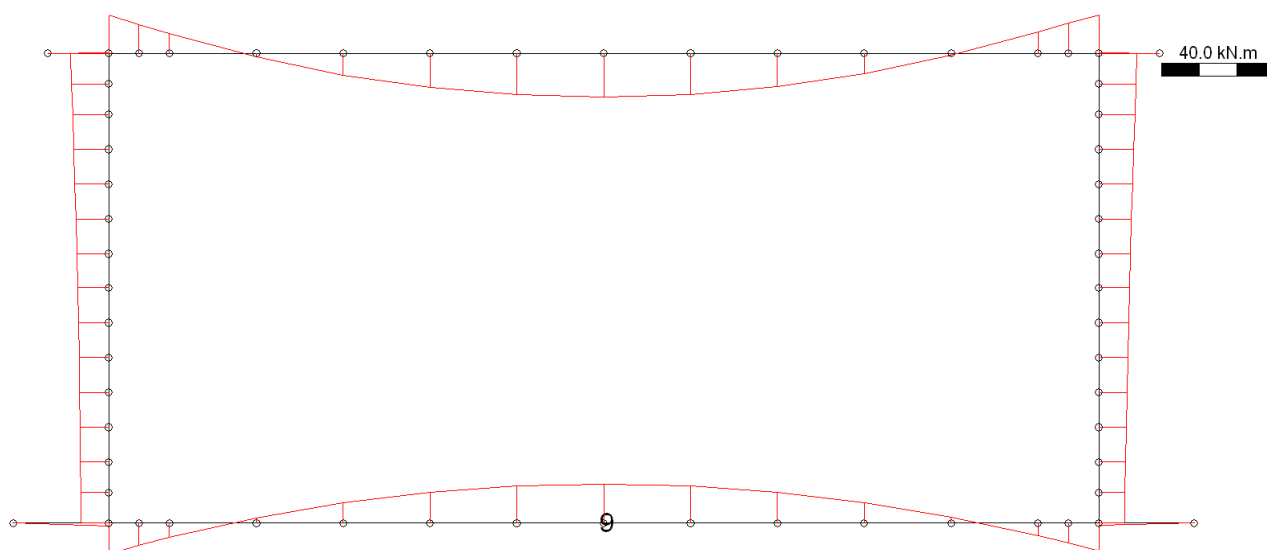
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	79 di 124

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 8 (nodo 9)

Combinazione più gravosa: SLE-F-4 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	-6.25	-2.76	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	-3.04	-0.77	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-4.37	0.25	-2.19	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-2.16	0.16	1.39	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	13.65	-35.49	-7.39	0.75
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.44	0.02	0.50
27) salto termico	-12.11	-2.78	0.01	0.50
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	2.3	-41.1	-9.9	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-41.11	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	2.35	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-4.088	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	162.940	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.66	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.27	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	7.7428e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	80 di 124

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -51 \text{ kN.m} > M_d = -41 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

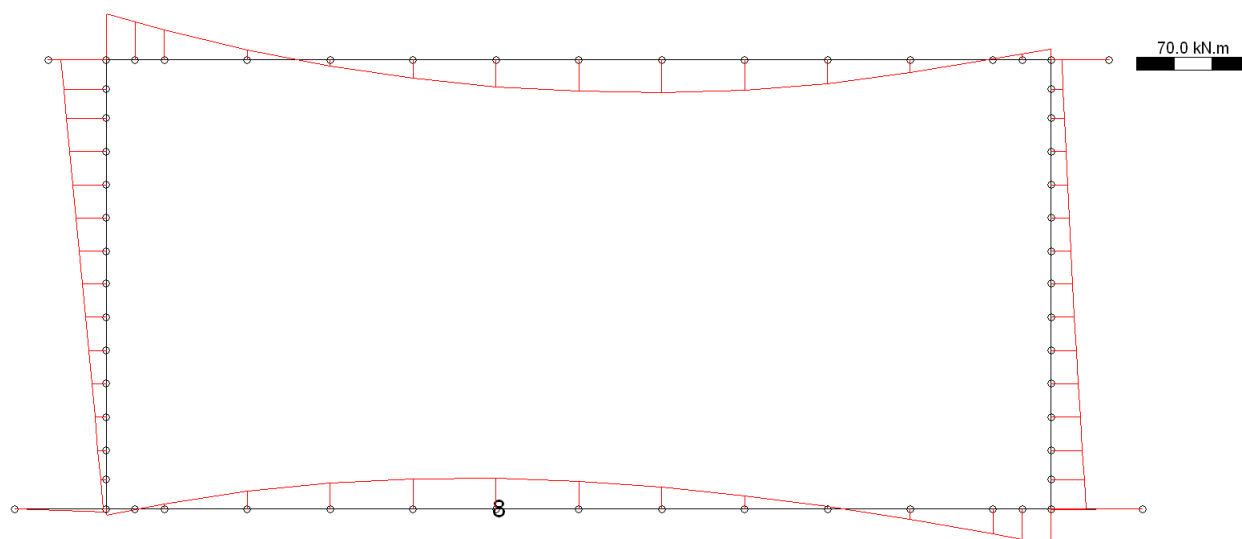
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 81 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 7 (nodo 8)

Combinazione più gravosa: SLE-R-5 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	-5.83	-6.09	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	-2.85	-2.31	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.44	-0.29	2.05	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-3.39	0.51	-1.30	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	13.65	-33.65	-24.93	1.00
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-0.58	-0.13	0.77	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	-9.62	7.49	-27.74	-1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.45	0.05	0.60
27) salto termico	-12.11	-2.78	0.02	0.60
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	15.6	-56.5	-4.0	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-56.47	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	15.55	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-5.606	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	230.479	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.49	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.26	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	7.7428e+04	(cm ⁴)

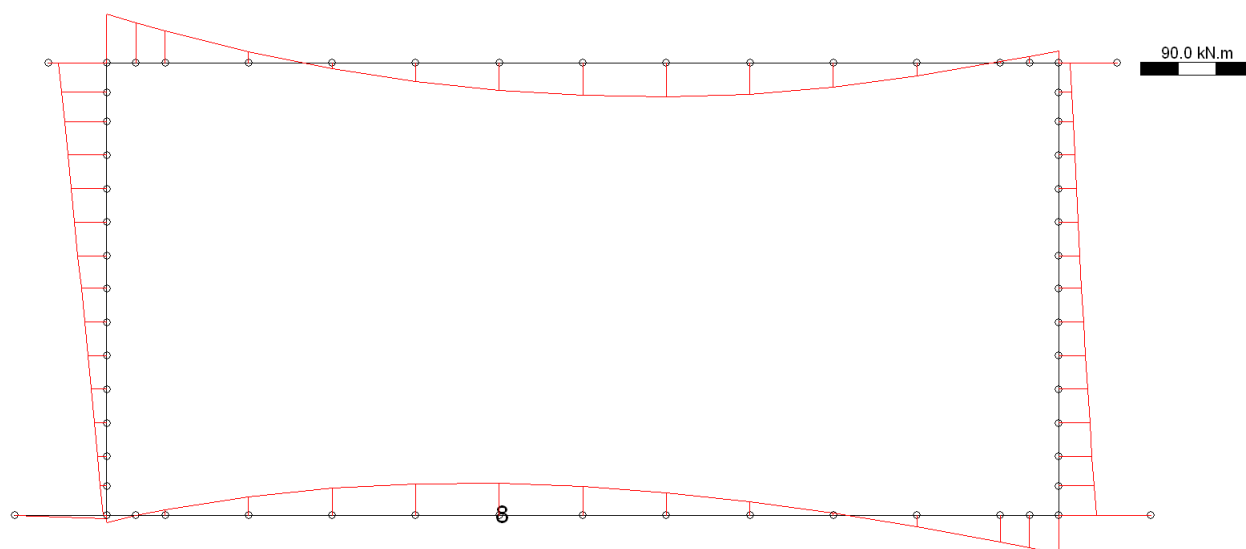
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 82 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 7 (nodo 8)

Combinazione più gravosa: STR-A1-5 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	-5.83	-6.09	1.35
2) peso ricoprimento	0.31	-2.85	-2.31	1.35
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-2.44	-0.29	2.05	1.35
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	-3.39	0.51	-1.30	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	13.65	-33.65	-24.93	1.35
21) sovrappinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-0.58	-0.13	0.77	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	-9.62	7.49	-27.74	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.45	0.05	0.72
27) salto termico	-12.11	-2.78	0.02	0.72
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	22.1	-75.4	-5.0	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO =	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO =	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO =	-75.40	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO =	22.13	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA =	-109.92	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA =	22.13	(KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO =	5.24	(cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md =	1.46	

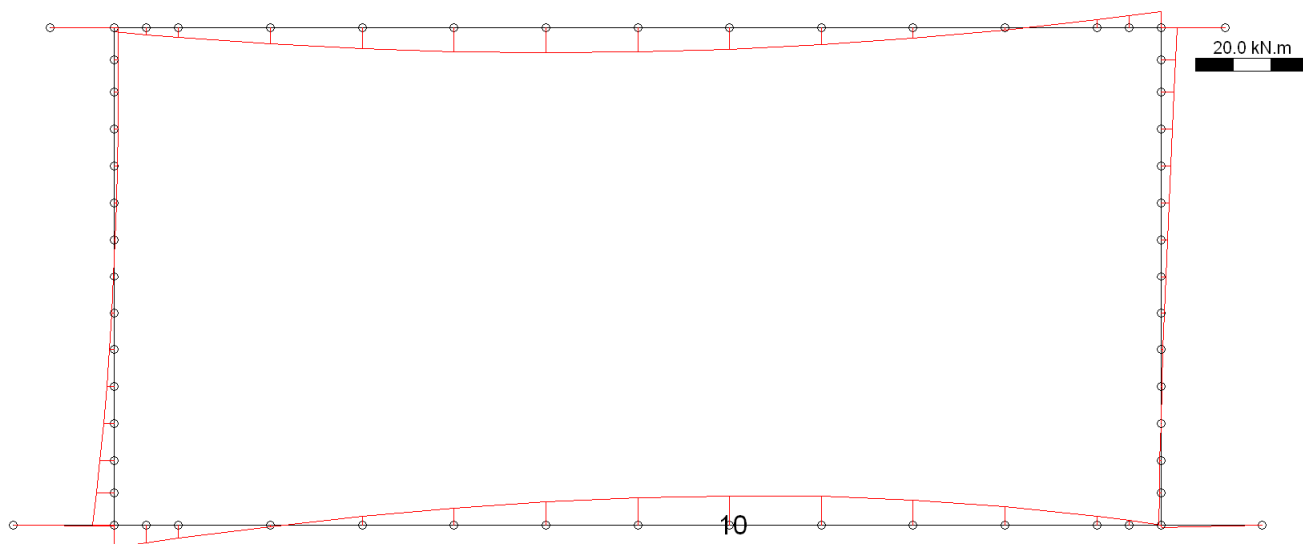
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 83 di 124
--	---	--	-----------	---------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 9 (nodo 10)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-3 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	-5.83	0.57	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	-2.85	0.77	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-3.41	-0.29	-2.18	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-2.78	0.51	1.39	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.45	-0.02	0.50
27) salto termico	-12.11	-2.78	-0.01	0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	0.30	-0.60	-2.40	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	0.14	-0.33	-1.31	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	-2.04	-0.29	-1.90	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	0.18	0.53	-0.15	-0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	-0.03	0.26	-0.07	-0.30
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-9.2	-15.5	-5.0	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-15.54	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.544	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	61.147	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.69	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.22	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	7.7428e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	-15.54	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	-112.71	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA	=	-0.24	(KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	5.32	(cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md	=	7.25	

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 84 di 124
--	---	--	-----------	---------------------

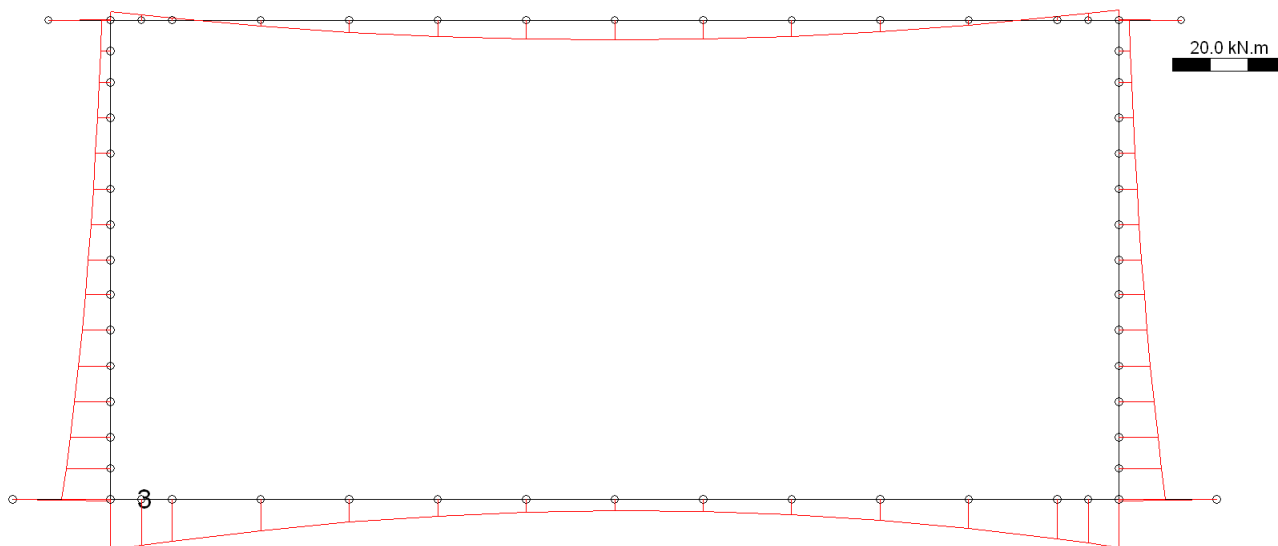
Massimo momento flettente esterno

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 3 (nodo 3)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-16 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	5.68	-16.90	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	2.47	-7.98	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-8.86	2.35	-0.38	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	0.69	-1.17	0.24	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.53	0.07	-0.50
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.85	-0.08	1.00
27) salto termico	-12.11	-2.81	0.02	-0.50
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	-5.27	1.27	-0.22	1.00
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	0.58	-1.16	0.26	1.00
38) spinta di archimede	-0.06	0.07	-0.74	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-27.9	24.0	-25.9	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	24.02	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.172	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	75.969	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.37	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.94	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2624e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 85 di 124
---	---	--	-----------	---------------------

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm}$$

(rapporto tra azione assiale e momento flettente; N negativo se di compressione, M in modulo)

Il momento di formazione della fessura è pari a:

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = 52 \text{ kN.m} > M_d = 24 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

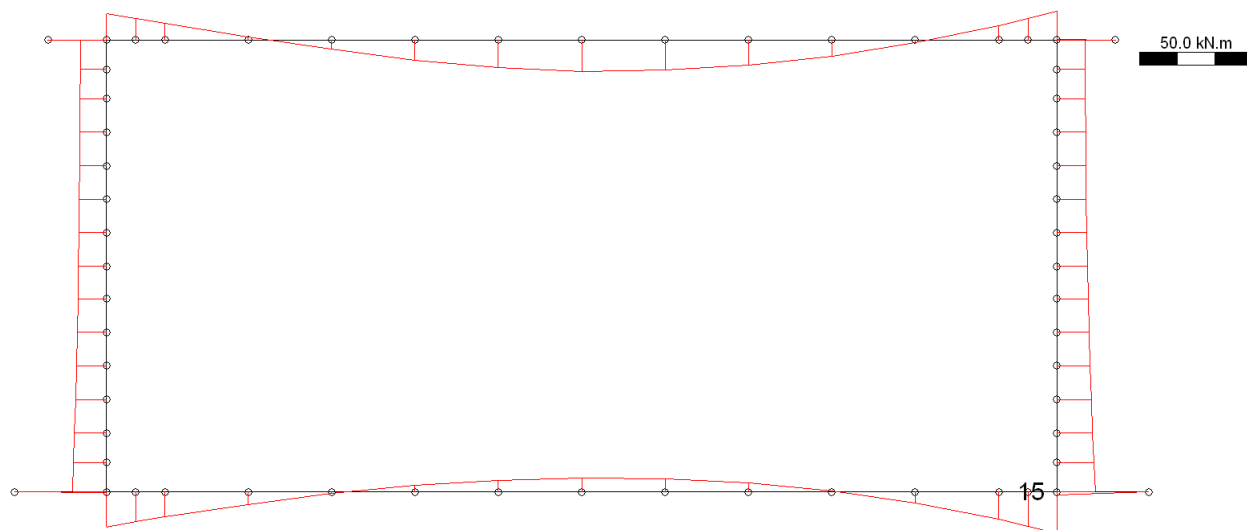
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 86 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 14 (nodo 15)

Combinazione più gravosa: SLE-F-18 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	5.68	16.90	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	2.47	7.98	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-8.86	2.35	0.38	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.69	-1.17	-0.24	1.00
7) veicolari per max. momento soletta	7.88	27.73	102.13	0.75
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-2.61	0.86	0.12	0.40
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.53	-0.07	-0.50
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.85	0.08	1.00
27) salto termico	-12.11	-2.81	-0.02	-0.50
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-5.27	1.27	0.22	1.00
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	0.58	-1.16	-0.26	1.00
38) spinta di archimede	-0.06	0.07	0.74	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-23.0	45.2	102.5	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	45.17	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-4.083	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	142.819	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.37	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.94	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2624e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 87 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$$\chi = N/M = 0.000 \text{ 1/mm}$$

(rapporto tra azione assiale e momento flettente; N negativo se di compressione, M in modulo)

Il momento di formazione della fessura è pari a:

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = 52 \text{ kN.m} > M_d = 45 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

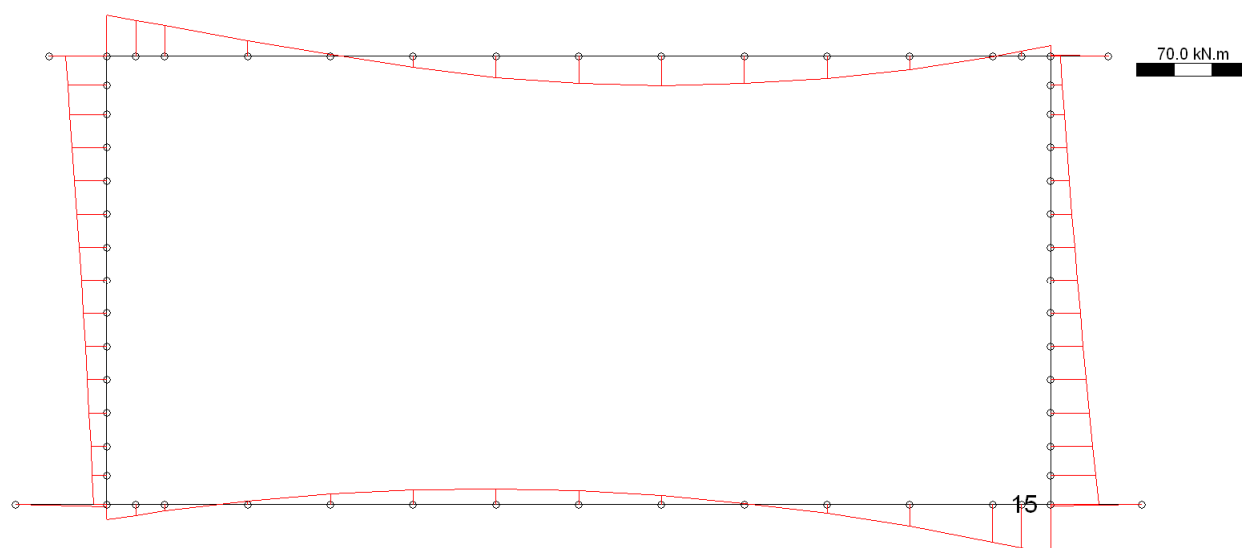
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 88 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 14 (nodo 15)

Combinazione più gravosa: SLE-R-18 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	5.68	16.90	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	2.47	7.98	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-8.86	2.35	0.38	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.69	-1.17	-0.24	1.00
7) veicolari per max. momento soletta	7.88	27.73	102.13	1.00
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-2.61	0.86	0.12	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	33.19	-26.39	-0.29	-1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.53	-0.07	-0.60
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.85	0.08	1.00
27) salto termico	-12.11	-2.81	-0.02	-0.60
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-5.27	1.27	0.22	1.00
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	0.58	-1.16	-0.26	1.00
38) spinta di archimede	-0.06	0.07	0.74	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-55.9	80.1	128.4	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	80.14	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-7.245	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	253.417	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.37	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.94	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2624e+04	(cm ⁴)

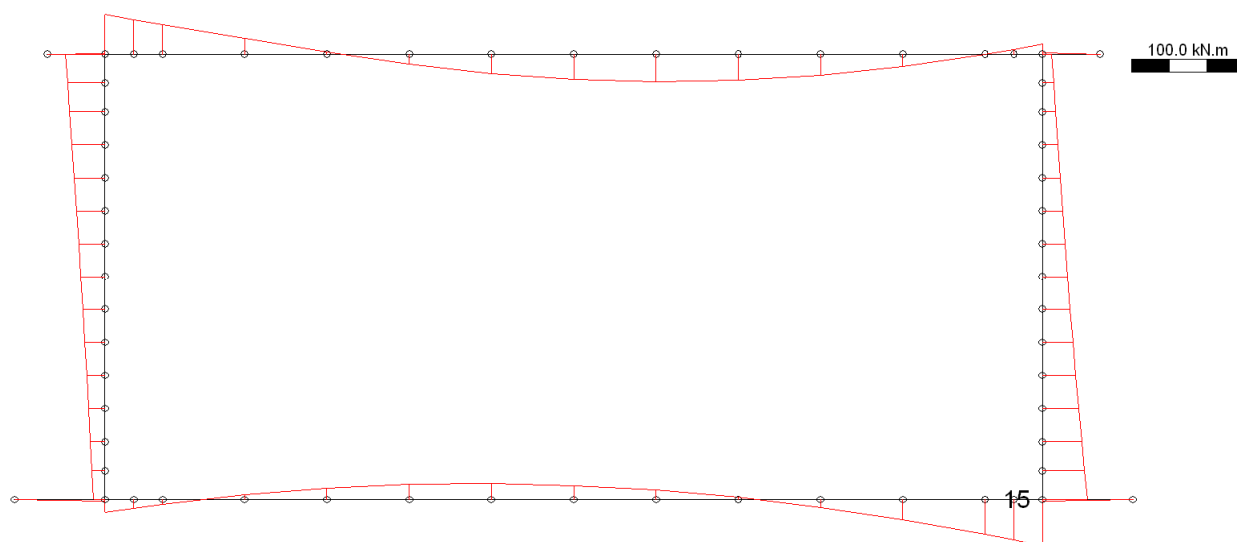
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 89 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 14 (nodo 15)

Combinazione più gravosa: STR-A1-18 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	5.68	16.90	1.35
2) peso ricoprimento	0.31	2.47	7.98	1.35
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-8.86	2.35	0.38	1.35
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.69	-1.17	-0.24	1.00
7) veicolari per max. momento soletta	7.88	27.73	102.13	1.35
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-2.61	0.86	0.12	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	33.19	-26.39	-0.29	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.53	-0.07	-0.72
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.85	0.08	1.20
27) salto termico	-12.11	-2.81	-0.02	-0.72
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-5.27	1.27	0.22	1.35
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	0.58	-1.16	-0.26	1.00
38) spinta di archimede	-0.06	0.07	0.74	1.35
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-73.8	106.7	173.5	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)
MOMENTO DI PROGETTO = 106.66 (KN.m)
SFORZO DI PROGETTO = 0.00 (KN)
MOMENTO DI ROTTURA = 134.88 (KN.m)
SFORZO DI ROTTURA = 1.01 (KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.51 (cm)
DOMINIO 2 , M_r/M_d = 1.26

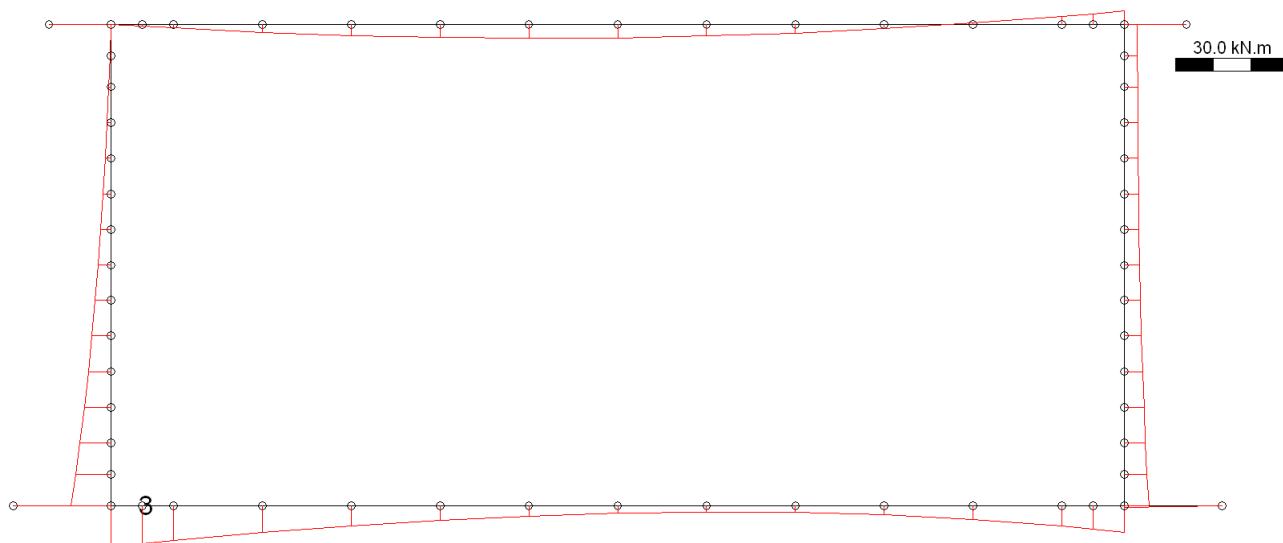
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 90 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 3 (nodo 3)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-11 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	5.68	-16.90	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	2.47	-7.98	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-8.86	2.35	-0.38	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	0.69	-1.17	0.24	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.53	0.07	-0.50
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.85	-0.08	1.00
27) salto termico	-12.11	-2.81	0.02	-0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	-3.14	2.16	-0.13	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	-1.45	1.15	-0.01	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	-6.02	1.98	-0.28	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	0.18	-0.52	1.57	-0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	-0.03	-0.22	0.72	-0.30
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	-5.27	1.27	-0.22	1.00
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	0.58	-1.16	0.26	1.00
38) spinta di archimede	-0.06	0.07	-0.74	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-38.5	29.5	-27.0	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	29.55	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.672	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	93.439	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.37	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.94	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2624e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	29.55	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.00	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	134.88	(KN.m)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 91 di 124
--	--	---	------------------------------	--

SFORZO DI ROTTURA = 1.01 (KN.m)

DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.51 (cm)

DOMINIO 2 , Mr/Md = 4.56

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 92 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

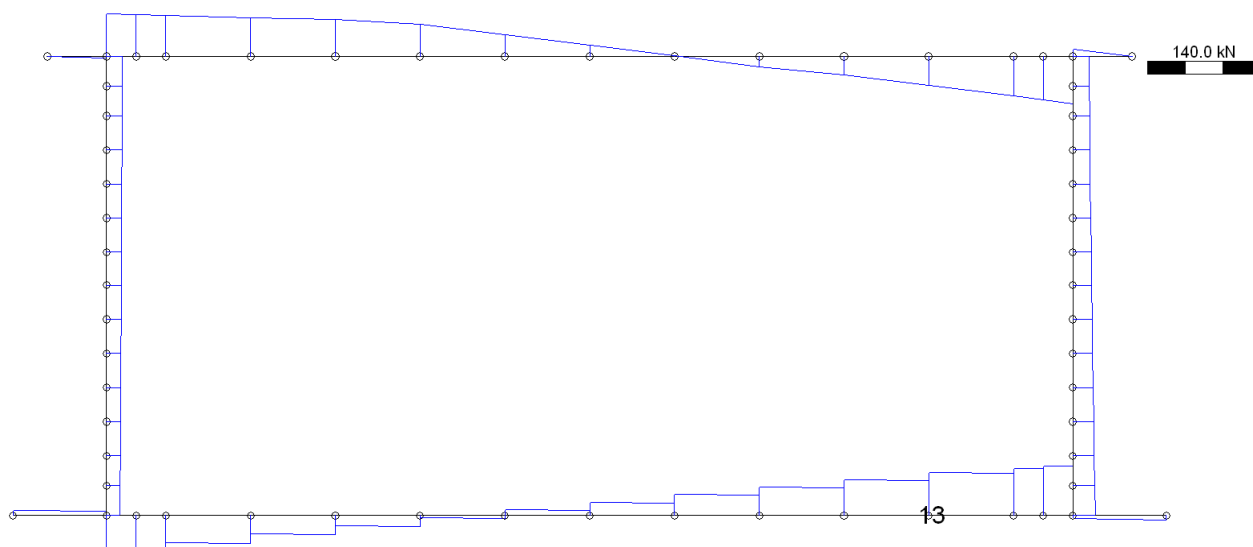
Massimo taglio

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 13 (nodo 13)

Combinazione più gravosa: STR-A1-2 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	0.41	16.11	1.35
2) peso ricoprimento	0.31	0.03	6.94	1.35
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-8.21	2.10	0.84	1.35
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.28	-1.01	-0.53	1.00
7) veicolari per max. momento soletta	7.88	-2.39	84.73	1.35
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-2.41	0.78	0.30	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	28.86	-24.42	-7.80	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.50	-0.09	-0.72
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.82	0.09	1.20
27) salto termico	-12.11	-2.80	-0.03	-0.72
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-60.6	51.9	157.2	



Resistenza a taglio dell'elemento dotato di armature trasversali (par. 4.1.2.1.3.2 NTC 2008):

resistenza a "taglio trazione": $V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot (A_{sw} / s) \cdot f_{yd} \cdot (\cotg\theta)$

resistenza a "taglio compressione": $V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot \cotg\theta / (1 + \cotg^2\theta)$

In cui :

A_{sw} = area delle staffe = $\phi 10 / 20 \text{ cm} = 393 \text{ mm}^2 / \text{m}$

s = passo delle staffe = 320 mm

d = altezza utile della sezione = 279 mm

b_w = larghezza sezione = 1000 mm

f_{yd} = resistenza di progetto dell'acciaio = $450 / 1.15 \text{ Mpa} = 391 \text{ Mpa}$

f_{cd} = resistenza cilindrica di progetto del calcestruzzo = $0.85 \cdot 28 / 1.5 \text{ Mpa} = 15.87 \text{ Mpa}$

$f'_{cd} = 0.5 f_{cd}$ = resistenza di progetto ridotta del calcestruzzo = 7.93 Mpa

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 93 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$\alpha_c = 1.000$ (per una compress. media pari a $\sigma_{cp} = 0.00$ Mpa, cfr. par. 4.1.2.1.3.2 delle NTC 2008)

sollecitazioni di progetto:

$$V_{ed} = 157 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = (\text{si assume cautelativamente}) = 0 \text{ kN}$$

Nel caso in esame, assumendo $\cotg\theta = 2.50$, si ricava:

resistenza a “taglio trazione”: $V_{Rsd} = 301 \text{ kN} > V_{ed} = 157 \text{ kN}$

resistenza a “taglio compressione”: $V_{Rcd} = 687 \text{ kN} > V_{ed} = 157 \text{ kN}$

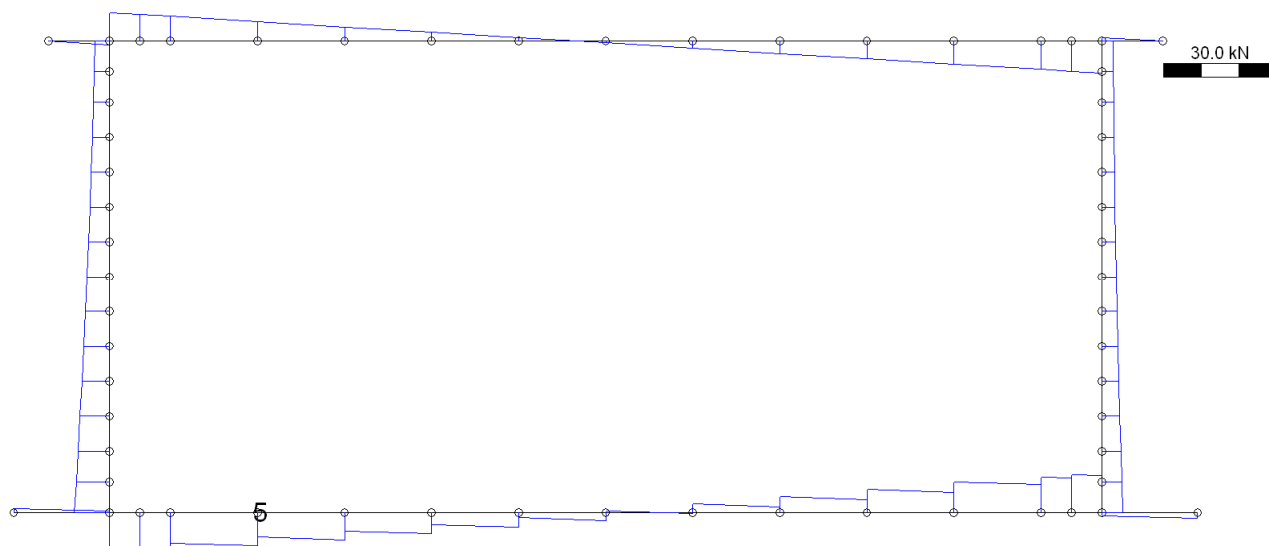
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 94 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 4 (nodo 5)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-15 (vedi tabella sottostante)

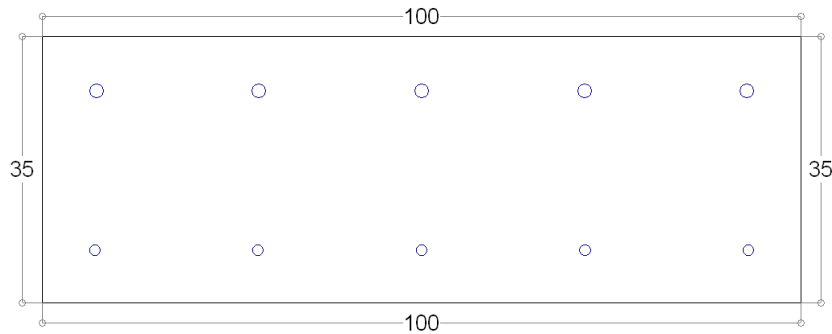
Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-1.92	0.41	-16.11	1.00
2) peso ricoprimento	0.31	0.03	-6.94	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-8.21	2.10	-0.84	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	0.28	-1.01	0.53	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	12.62	-8.50	0.09	-0.50
26) ritiro soletta superiore	-13.09	8.82	-0.09	1.00
27) salto termico	-12.11	-2.80	0.03	-0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	-2.73	1.98	-0.71	0.30
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	-1.26	1.07	-0.34	0.30
30) sisma orizzontale da sx - sovraspinta terre	-5.55	1.79	-0.69	0.30
31) sisma verticale - masse strutturali	0.18	-0.04	1.36	-1.00
32) sisma verticale - ricoprimento	-0.03	0.00	0.63	-1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-25.9	17.5	-26.0	



CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	95 di 124

9.3 Piedritti

GEOMETRIA DELLA SEZIONE (1 cm = 10 cm)



DESCRIZIONE DELL'ARMATURA ORDINARIA

5 $\varnothing 14$ mm a 6.9 cm da intradosso

5 $\varnothing 18$ mm a 27.9 cm da intradosso

AREA ARMATURE = 20.42 (cm²)

DISTANZA DA INTRADOSSO SEZIONE = 19.98 (cm)

SEZIONE SOLO CALCESTRUZZO

AREA DELLA SEZIONE = 3500.0 (cm²)

ALTEZZA DELLA SEZIONE = 35.0 (cm)

DISTANZA BARICENTRO DA INTRADOSSO = 17.5 (cm)

MOMENTO D'INERZIA BARICENTRICO = 357291.6 (cm⁴)

MODULO DI RESISTENZA SUPERIORE = 20416.66 (cm³)

MODULO DI RESISTENZA INFERIORE = 20416.66 (cm³)

SEZIONE OMOGENEIZZATA

AREA DELLA SEZIONE = 3785.885 (cm²)

ALTEZZA DELLA SEZIONE = 35.0 (cm)

DISTANZA BARICENTRO DA INTRADOSSO = 17.68762 (cm)

MOMENTO D'INERZIA BARICENTRICO = 388532.4 (cm⁴)

MODULO DI RESISTENZA SUPERIORE = 22442.46 (cm³)

MODULO DI RESISTENZA INFERIORE = 21966.35 (cm³)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 96 di 124
--	---	--	-----------	---------------------

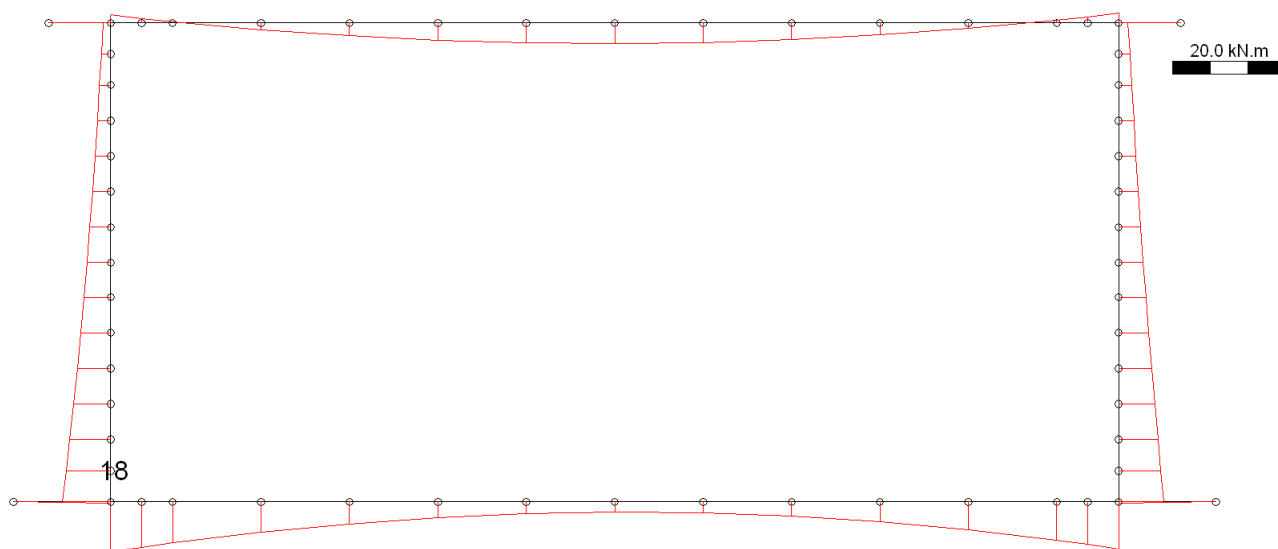
Massimo momento flettente esterno

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 35 (nodo 18)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-1 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.62	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.00	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-1.64	9.13	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	1.12	-1.69	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	7.44	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	-7.72	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	3.88	12.11	-0.50
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-32.9	-23.5	22.4	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-23.53	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-32.92	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.139	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	60.781	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	9.64	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.54	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2644e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = -0.001 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 97 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -56 \text{ kN.m} > M_d = -24 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

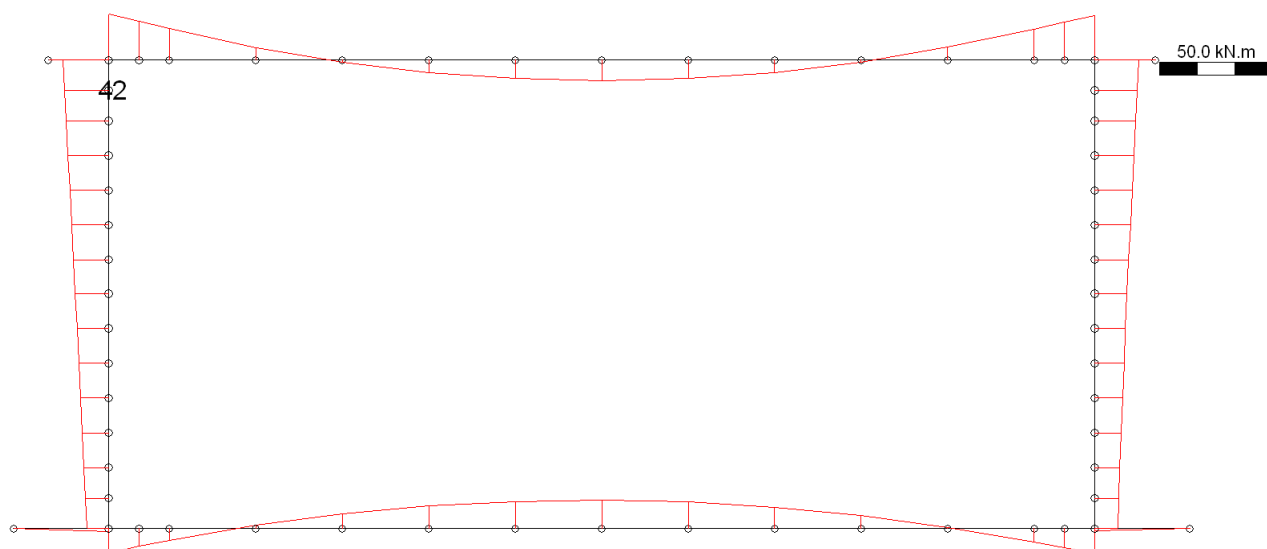
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 98 di 124
--	--	---	------------------	----------------------------

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-F-37 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-0.94	-1.36	-2.65	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.60	0.83	-1.43	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-124.24	-49.57	-13.65	0.75
21) sovrappinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-0.39	-0.55	-1.04	0.40
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	0.50
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	-0.50
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.00	-0.01	0.30	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-118.2	-58.4	-25.2	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-58.41	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-118.19	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-5.288	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	136.490	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	10.25	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.16	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2773e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = -0.002 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; N negativo se di compressione, M in modulo})$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 99 di 124
---	--	---	----------------------	--------------------------------

Il momento di formazione della fessura è pari a:

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -59 \text{ kN.m} > M_d = -58 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

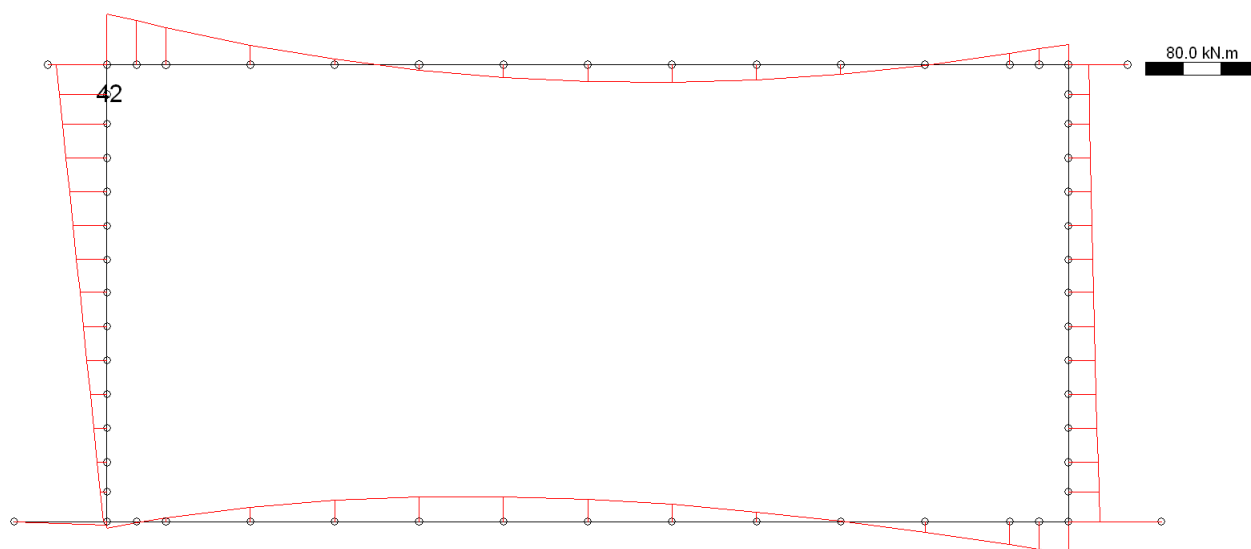
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	100 di 124

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-R-37 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-0.94	-1.36	-2.65	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.60	0.83	-1.43	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-124.24	-49.57	-13.65	1.00
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-0.39	-0.55	-1.04	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	26.71	43.61	-1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	0.60
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	-0.60
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.00	-0.01	0.30	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-170.9	-100.4	-75.3	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-100.39	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-170.91	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-9.122	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	246.990	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	9.95	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.36	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2696e+04	(cm ⁴)

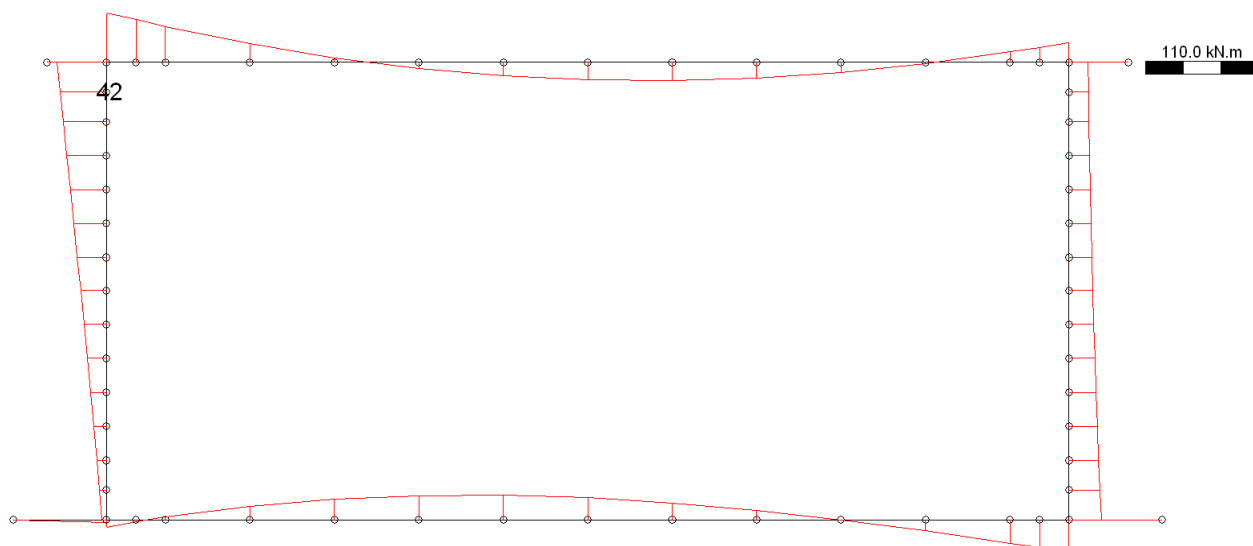
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 101 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: STR-A1-21 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.35
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.35
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-0.94	-1.36	-2.65	1.35
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.60	0.83	-1.43	1.00
8) veicolari per max. taglio soletta (lato sx)	-124.24	-49.57	-13.65	1.35
21) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = k0	-0.39	-0.55	-1.04	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	26.71	43.61	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	0.72
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	-0.72
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-0.47	-0.70	-1.39	1.35
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	0.56	0.77	-1.50	1.00
38) spinta di archimede	0.00	0.00	0.06	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-231.0	-133.7	-102.7	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)
MOMENTO DI PROGETTO = -133.69 (KN.m)
SFORZO DI PROGETTO = -231.02 (KN)
MOMENTO DI ROTTURA = -162.84 (KN.m)
SFORZO DI ROTTURA = -231.99 (KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 6.32 (cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md = 1.22

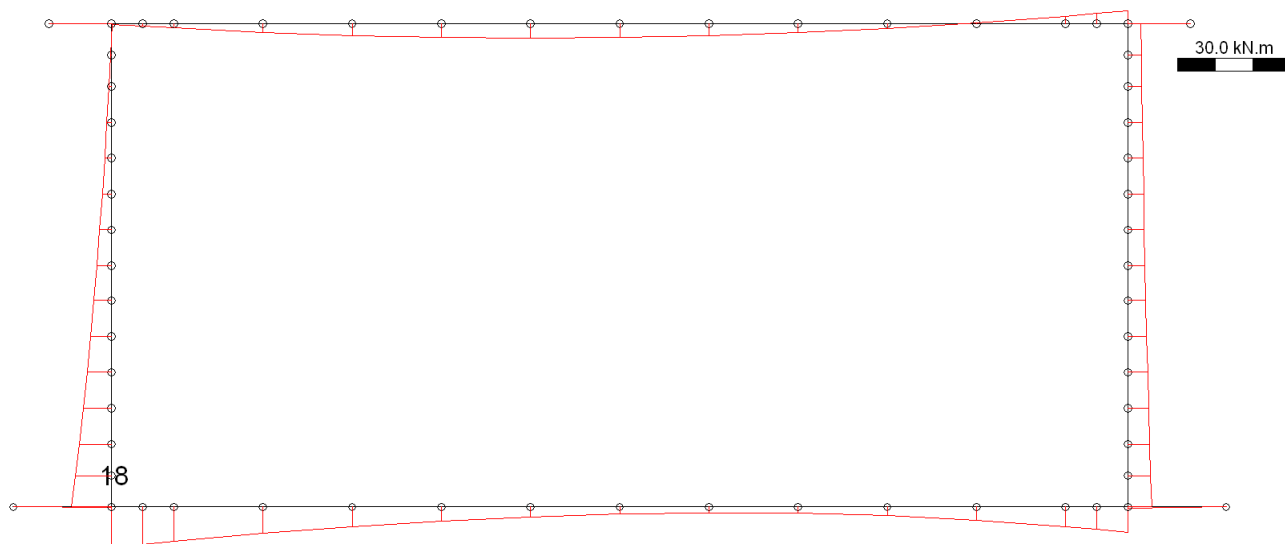
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 102 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 35 (nodo 18)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-3 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.62	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.00	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-1.64	9.13	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	1.12	-1.69	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	7.44	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	-7.72	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	3.88	12.11	-0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	1.53	-1.96	4.13	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	0.94	-1.07	1.91	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	0.91	-1.51	6.54	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	2.06	0.60	-0.18	-0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	0.95	0.27	0.03	-0.30
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-30.5	-28.3	35.0	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-28.34	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-30.45	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.578	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	76.950	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	9.33	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.69	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2612e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	-28.34	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-30.45	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	-137.88	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA	=	-30.36	(KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	5.47	(cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md	=	4.87	

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 103 di 124
--	---	--	-----------	----------------------

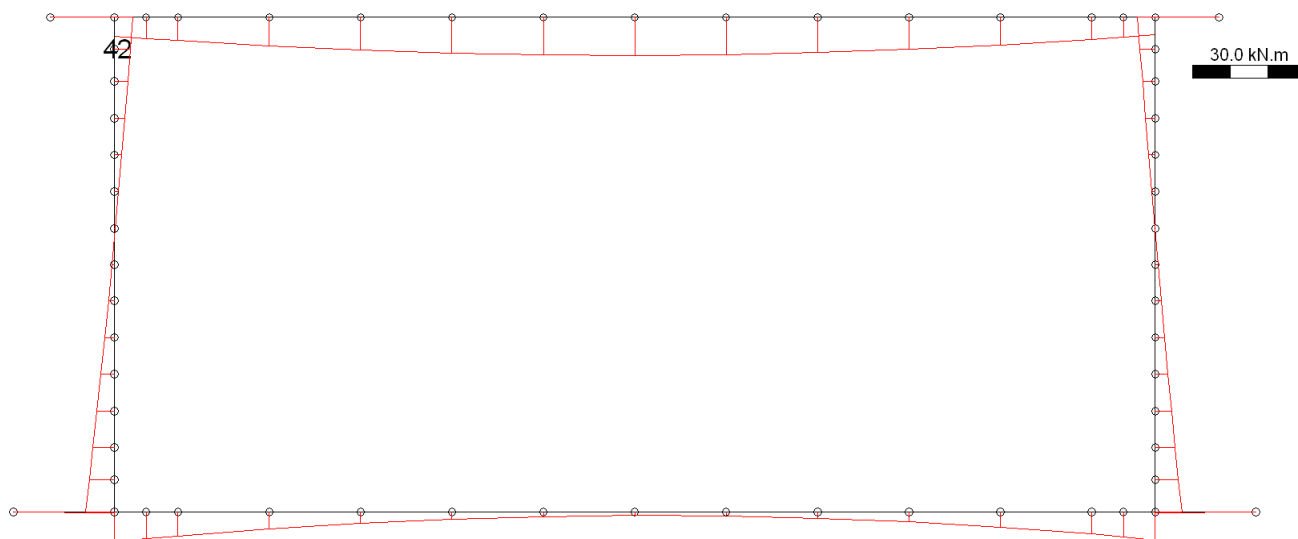
Massimo momento flettente interno

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-1 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	1.30	-2.25	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	-0.86	-1.69	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	0.50
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-24.2	13.1	23.1	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	13.13	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-24.17	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.407	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	50.011	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.34	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.08	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	6.2909e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = -0.002 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 104 di 124
---	--	---	----------------------	---------------------------------

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = 57 \text{ kN.m} > M_d = 13 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

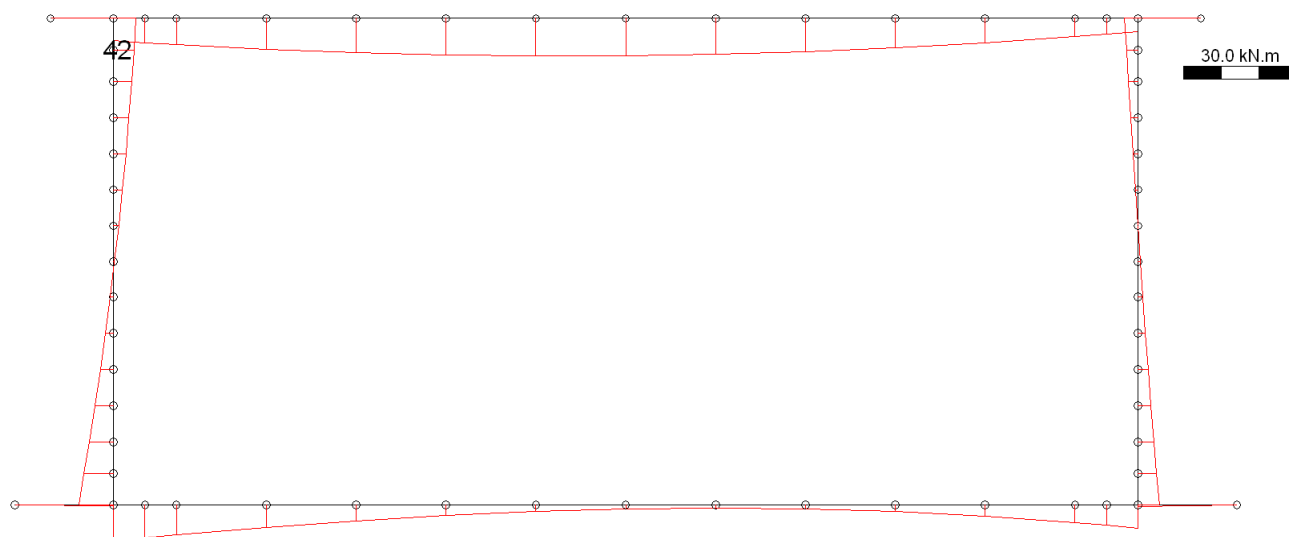
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 105 di 124
--	---	--	-----------	----------------------

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-F-10 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	1.30	-2.25	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	-0.86	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	4.22	-5.32	0.75
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	0.50
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-22.0	16.3	19.2	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	16.30	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-21.96	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.766	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	67.396	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.93	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.34	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	6.2861e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = -0.001 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	A	106 di 124

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = 55 \text{ kN.m} > M_d = 16 \text{ kN.m}$$

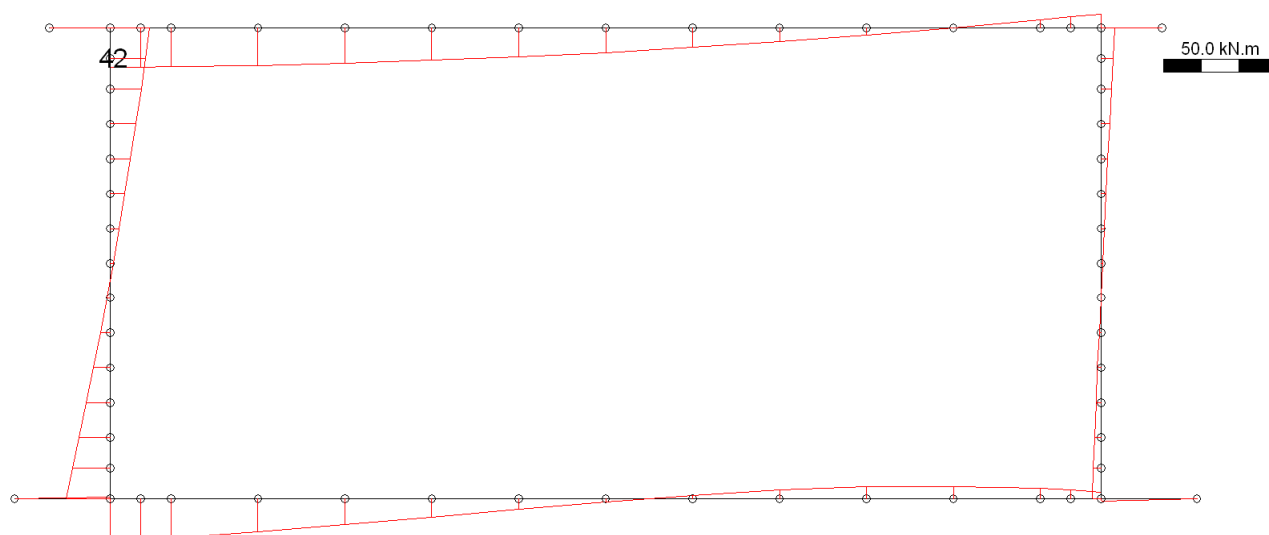
Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-R-10 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	1.30	-2.25	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	-0.86	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	4.22	-5.32	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	26.71	43.61	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	-0.60
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	0.60
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	0.2	46.6	63.9	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	46.61	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.20	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-5.200	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	234.815	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.01	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.61	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	6.2836e+04	(cm ⁴)

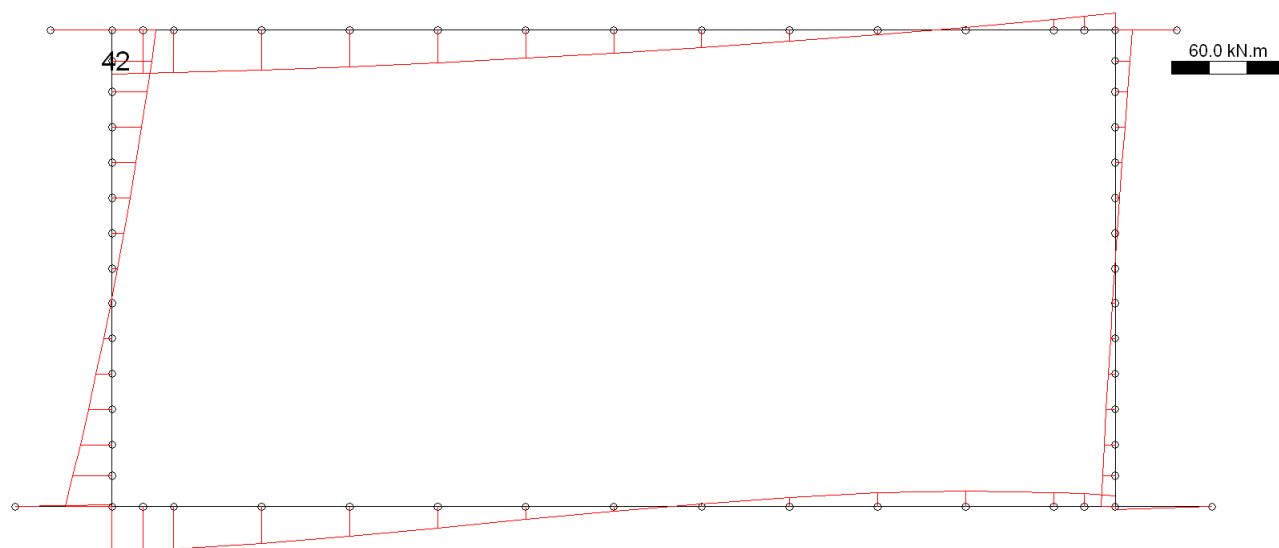
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 108 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: STR-A1-26 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	1.30	-2.25	1.35
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	-0.86	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	4.22	-5.32	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	26.71	43.61	1.35
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	-0.72
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	13.09	1.20
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	0.72
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	0.47	0.64	-1.26	1.35
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	-0.56	-0.83	-1.65	1.00
38) spinta di archimede	0.00	0.00	0.06	1.35
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	9.1	62.5	78.8	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)
MOMENTO DI PROGETTO = 62.53 (KN.m)
SFORZO DI PROGETTO = 9.13 (KN)
MOMENTO DI ROTTURA = 90.52 (KN.m)
SFORZO DI ROTTURA = 9.09 (KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 4.95 (cm)
DOMINIO 2 , M_r/M_d = 1.45

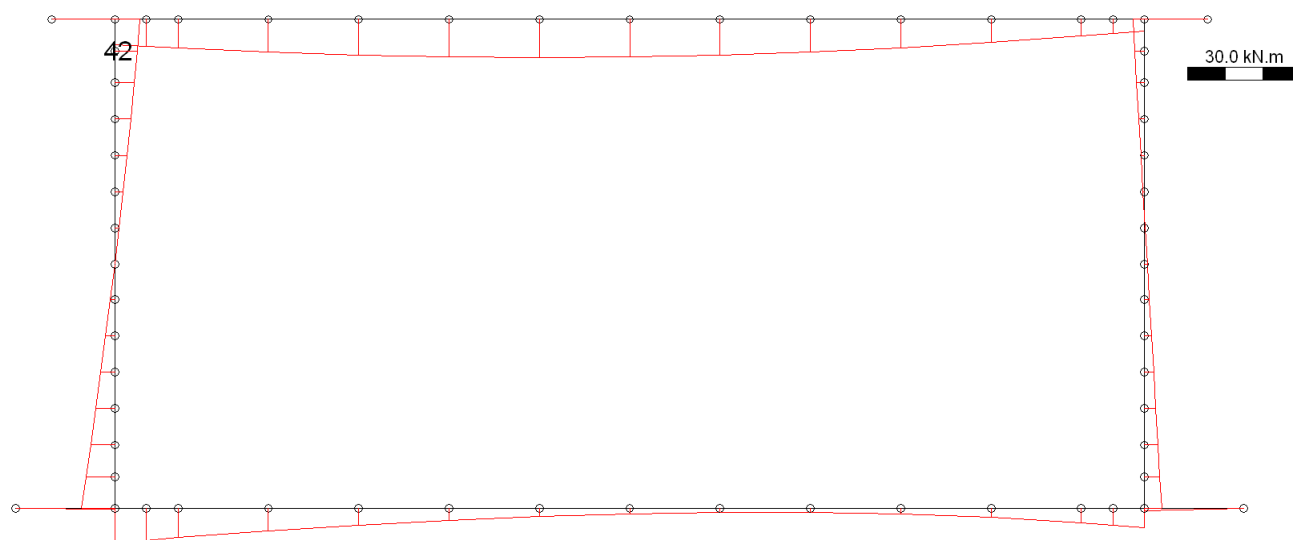
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 109 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-5 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	1.30	-2.25	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	-0.86	-1.69	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	1.53	1.96	2.54	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	0.94	1.17	1.91	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	0.91	1.29	-1.77	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	1.27	0.40	-0.18	0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	0.95	0.31	0.03	0.30
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.00	-0.01	0.30	1.00
39) spinta idrodinamica in sisma	0.06	0.09	0.19	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-20.1	17.8	26.3	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	17.84	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-20.07	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.944	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	76.439	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.76	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.42	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	6.2850e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	17.84	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-20.07	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	94.22	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA	=	-20.08	(KN.m)

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 110 di 124
--	--	---	------------------------------	---

DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.06 (cm)

DOMINIO 2 , Mr/Md = 5.28

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 111 di 124
---	--	---	----------------------	---------------------------------

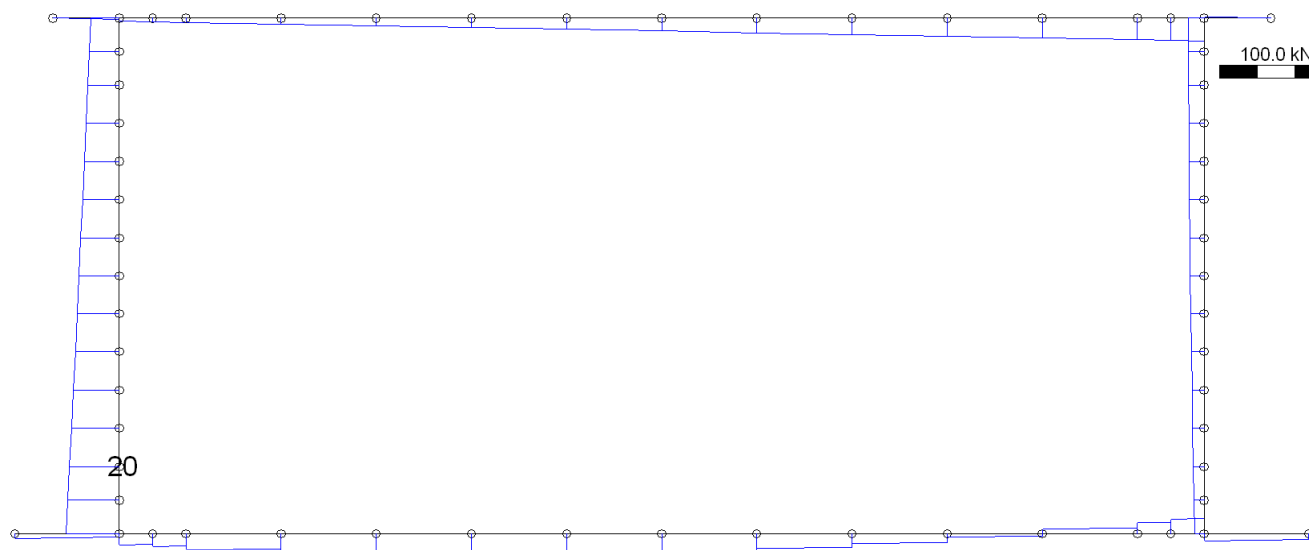
Massimo taglio

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 37 (nodo 20)

Combinazione più gravosa: STR-A1-26 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.45	1.92	1.35
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.03	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-0.90	7.90	1.35
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	0.97	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	-3.25	17.48	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	-20.72	43.61	1.35
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	6.34	-12.62	-0.72
26) ritiro soletta superiore	0.00	-6.57	13.09	1.20
27) salto termico	0.00	4.94	12.11	0.72
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	0.47	-0.42	4.51	1.35
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	-0.56	0.97	-1.65	1.00
38) spinta di archimede	0.00	-0.06	0.06	1.35
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-7.6	-52.9	131.8	



Resistenza a taglio dell'elemento privo di armature (par. 4.1.2.1.3.1 NTC 2008):

$$V_{Rd} = [0.18k(100\rho_1f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0.15\sigma_{cp}] \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0.15\sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

In cui :

f_{ck} = resistenza caratteristica cilindrica = 28 Mpa

γ_c = 1.5

b_w = larghezza sezione = 1000 mm

d = altezza utile della sezione = 279 mm

A_{sl} = area armatura longitudinale tesa = 1272 mm²

$$k = 1 + (200/d)^{1/2} = 1.85 \quad (\leq 2)$$

$$\rho_1 = A_{sl} / (b_w \cdot d) = \text{rapporto geom. di armatura longitudinale} = 0.005 \quad (\leq 0.02)$$

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 112 di 124
---	---	---	----------------------	---------------------------------

$$\sigma_{cp} = N_{ed}/A_c = \text{tensione media di compressione} = 0.02 \text{ Mpa} \quad (\leq 0.2 f_{ck}/\gamma_c)$$

$$v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.465$$

sollecitazioni di progetto:

$$V_{ed} = 132 \text{ kN}$$

$$N_{ed} = (\text{coefficienti di combinazione unitari}) = 9 \text{ kN}$$

Risulta in base alle formule precedenti: $V_{Rd} = 146 \text{ kN} > V_{ed} = 132 \text{ kN}$

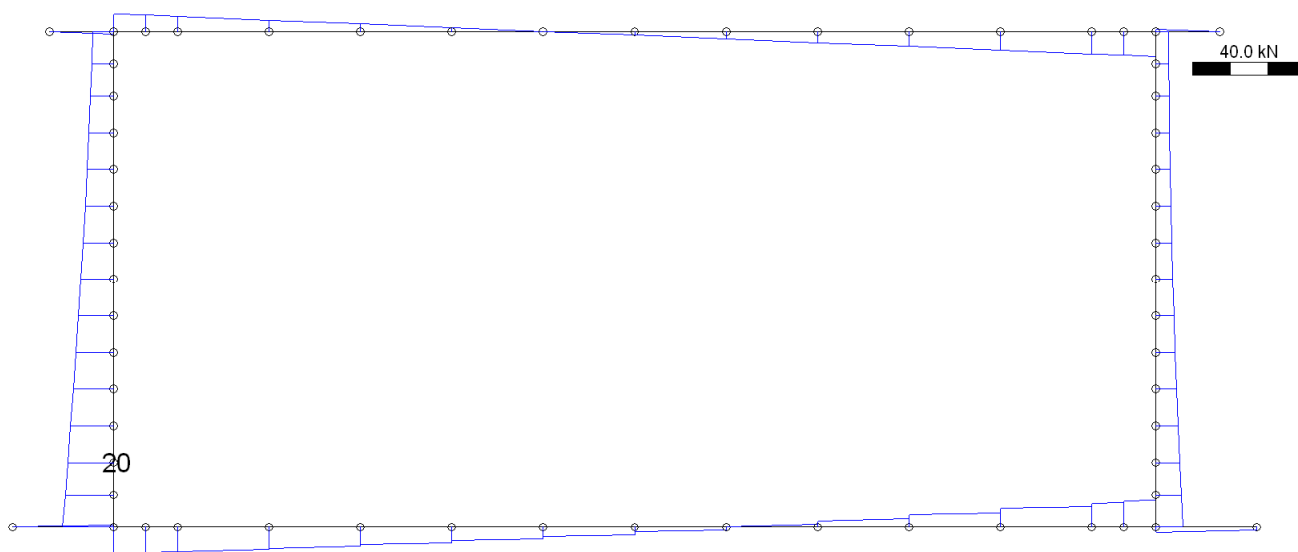
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 113 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 37 (nodo 20)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-11 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.45	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.03	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-0.90	7.90	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	0.97	-1.69	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	6.34	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	-6.57	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	4.94	12.11	0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	1.53	-1.60	4.13	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	0.94	-0.91	1.91	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	0.91	-0.97	5.92	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	2.06	0.59	-0.18	-0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	0.95	0.28	0.03	-0.30
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	0.47	-0.42	4.51	1.00
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	-0.56	0.97	-1.65	1.00
38) spinta di archimede	0.00	-0.06	0.06	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-30.5	-19.9	48.2	



CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 114 di 124
--	---	--	-----------	----------------------

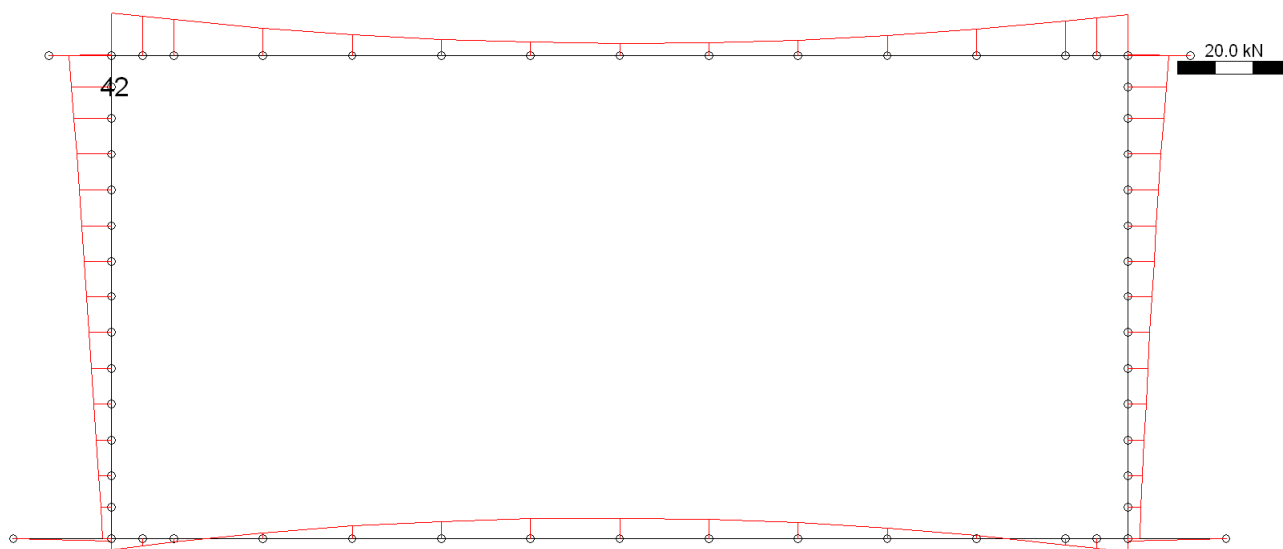
Coppia M/N con massima eccentricità esterna

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-32 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-0.94	-1.36	-2.65	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.60	0.83	-1.43	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	0.50
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	-0.50
33) spinta idrostatica acque interne al tombino	0.00	-0.01	0.30	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-24.9	-21.0	-14.5	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-21.01	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-24.86	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-1.912	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	56.130	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	9.43	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.65	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2620e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = -0.001 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 115 di 124
---	--	---	----------------------	---------------------------------

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -56 \text{ kN.m} > M_d = -21 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

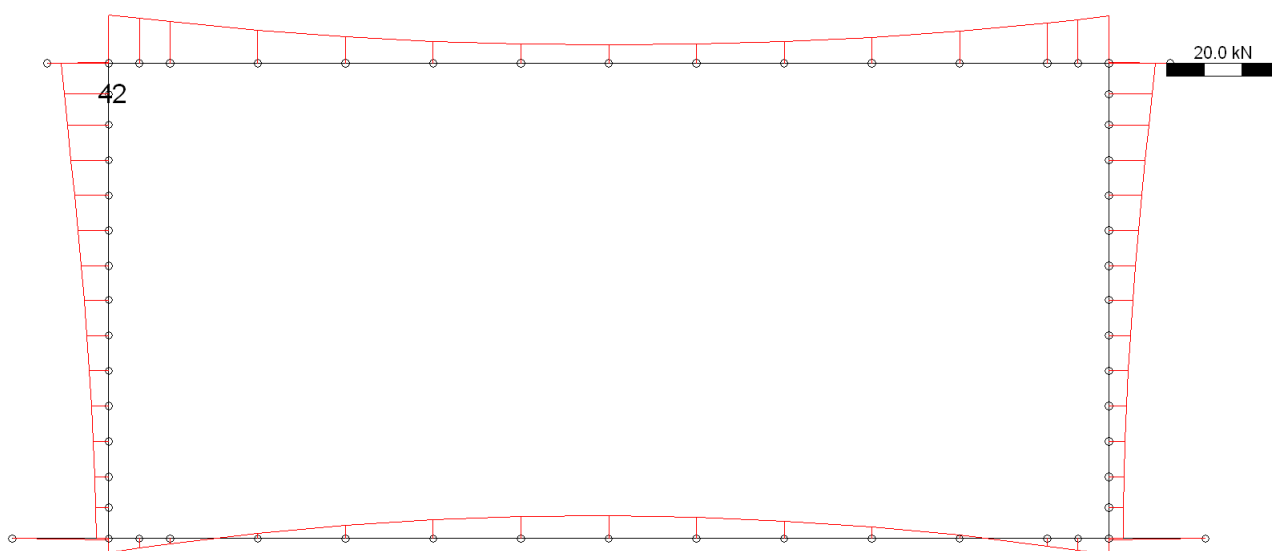
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 116 di 124
--	---	--	-----------	----------------------

Combinazioni Frequenti (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-F-65 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
4) spinta terre su piedritto dx - k = k0	-0.94	-1.36	-2.65	1.00
5) spinta terre su piedritto sx - k = ka	0.60	0.83	-1.43	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	0.60
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	-0.60
35) spinta falda esterna da dx - k = k0	-0.47	-0.70	-1.39	1.00
36) spinta falda esterna da sx - k = ka	0.56	0.77	-1.50	1.00
38) spinta di archimede	0.00	0.00	0.06	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-24.8	-23.5	-20.1	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-23.48	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-24.77	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.140	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	63.880	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	9.33	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.69	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2612e+04	(cm ⁴)

Verifica a fessurazione (par. 4.1.2.2.4.1 NTC 2008)

Si procede al calcolo del momento di formazione della fessura:

$$f_{ctm} = 0.30 \cdot f_{ck}^{2/3} = 2.77 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{resistenza media a trazione})$$

$$\sigma_t = f_{ctm} / 1.2 = 2.31 \text{ N/mm}^2 \quad (\text{tensione corrispondente al momento di formazione della fessura})$$

$$\chi = N/M = -0.001 \text{ 1/mm} \quad (\text{rapporto tra azione assiale e momento flettente; } \underline{N \text{ negativo se di compressione, } M \text{ in modulo})}$$

Il momento di formazione della fessura è pari a:

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 117 di 124
---	--	---	----------------------	---------------------------------

$$M_{fess} = segno(M_d) \cdot \sigma_t * \left(\frac{\chi}{A_{omog}} + \frac{1}{W_{omog}} \right)^{-1} = -55 \text{ kN.m} > M_d = -23 \text{ kN.m}$$

Il momento di formazione della fessura è superiore al momento di progetto.

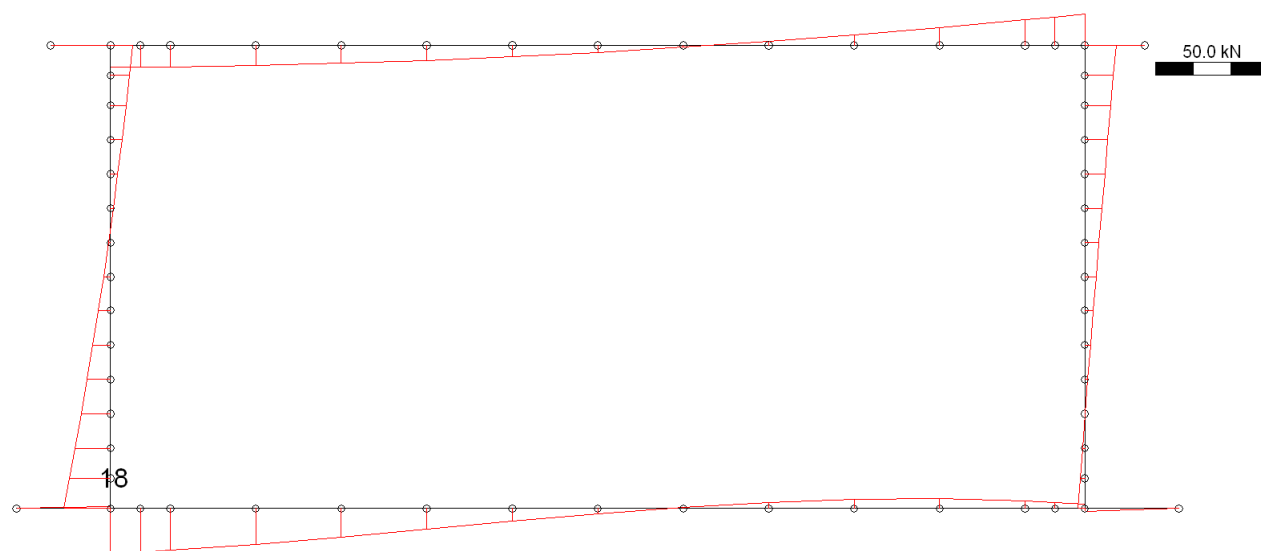
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 118 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 35 (nodo 18)

Combinazione più gravosa: SLE-R-10 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.62	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.00	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-1.64	9.13	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	1.12	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	-4.84	18.91	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	-24.53	43.61	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	7.44	-12.62	-0.60
26) ritiro soletta superiore	0.00	-7.72	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	3.88	12.11	-0.60
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-8.6	-54.0	85.0	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-54.03	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-8.55	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-4.915	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	166.995	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	8.54	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.90	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2588e+04	(cm ⁴)

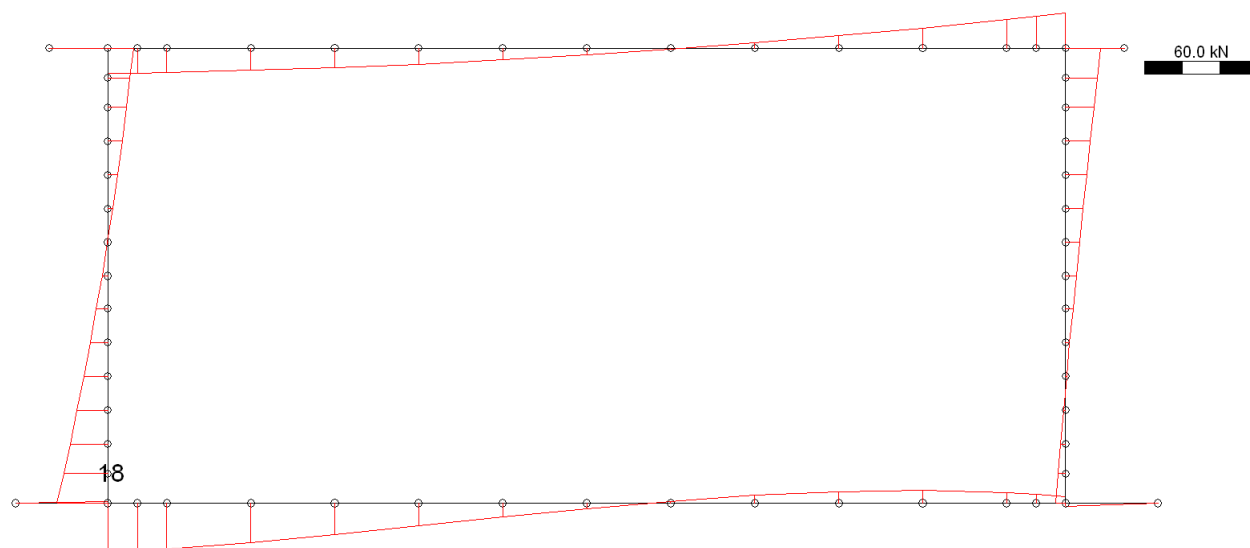
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 119 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 35 (nodo 18)

Combinazione più gravosa: STR-A1-26 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.62	1.92	1.35
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.00	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-1.64	9.13	1.35
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	1.12	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	-4.84	18.91	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	-24.53	43.61	1.35
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	7.44	-12.62	-0.72
26) ritiro soletta superiore	0.00	-7.72	13.09	1.20
27) salto termico	0.00	3.88	12.11	-0.72
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	0.47	-0.85	5.32	1.35
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	-0.56	1.11	-1.65	1.00
38) spinta di archimede	0.00	-0.06	0.06	1.35
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-7.6	-70.2	119.0	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)
MOMENTO DI PROGETTO = -70.23 (KN.m)
SFORZO DI PROGETTO = -7.58 (KN)
MOMENTO DI ROTTURA = -134.98 (KN.m)
SFORZO DI ROTTURA = -7.60 (KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 5.38 (cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md = 1.92

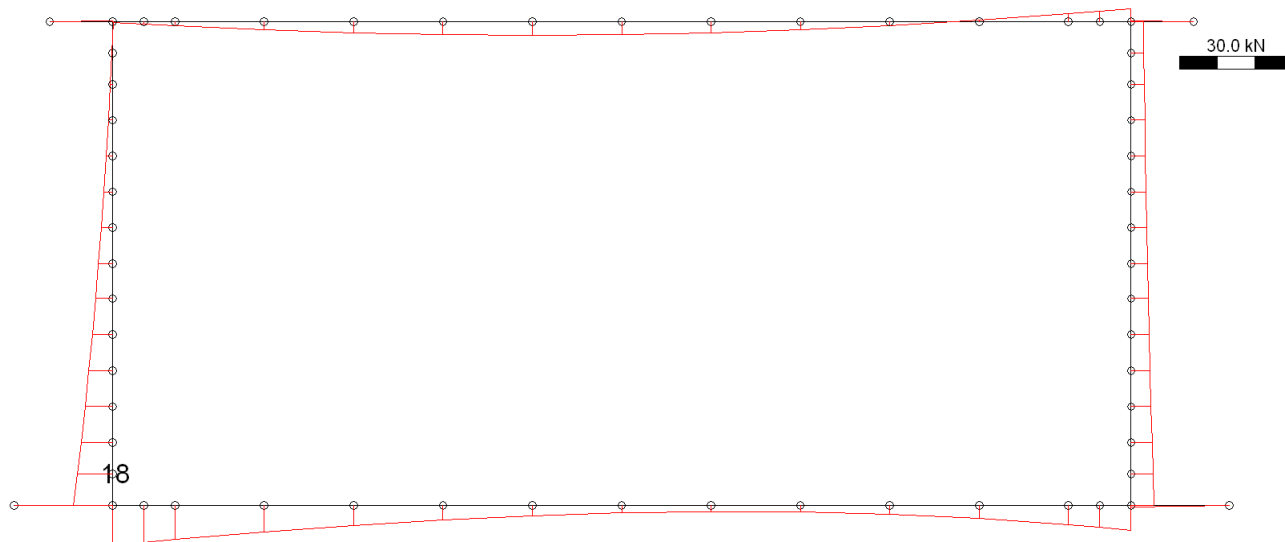
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 120 di 124
--	---	--	-----------	----------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 35 (nodo 18)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-1 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-22.75	-6.62	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.00	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	-1.64	9.13	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	1.12	-1.69	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	7.44	-12.62	-0.50
26) ritiro soletta superiore	0.00	-7.72	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	3.88	12.11	-0.50
28) sisma orizzontale da sx - masse strutturali	1.53	-1.96	4.13	1.00
29) sisma orizzontale da sx - ricoprimento	0.94	-1.07	1.91	1.00
30) sisma orizzontale da sx - sovrappinta terre	0.91	-1.51	6.54	1.00
31) sisma verticale - masse strutturali	2.06	0.60	-0.18	0.30
32) sisma verticale - ricoprimento	0.95	0.27	0.03	0.30
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	-28.6	-27.8	34.9	



VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	-27.81	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-28.64	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-2.532	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	75.995	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	9.30	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	24.71	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	9.2609e+04	(cm ⁴)

VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO	=	15.87	(N/mm ²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO	=	391.30	(N/mm ²)
MOMENTO DI PROGETTO	=	-27.81	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	-28.64	(KN)
MOMENTO DI ROTTURA	=	-137.67	(KN.m)
SFORZO DI ROTTURA	=	-28.69	(KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	5.47	(cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md	=	4.95	

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 121 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Coppia M/N con massima eccentricità interna

Combinazioni Quasi Permanenti (SLE)

La combinazione di verifica coincide con la combinazione che genera il massimo momento flettente.

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-Q-1

Combinazioni Frequenti (SLE)

La combinazione di verifica coincide con la combinazione che genera il massimo momento flettente.

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

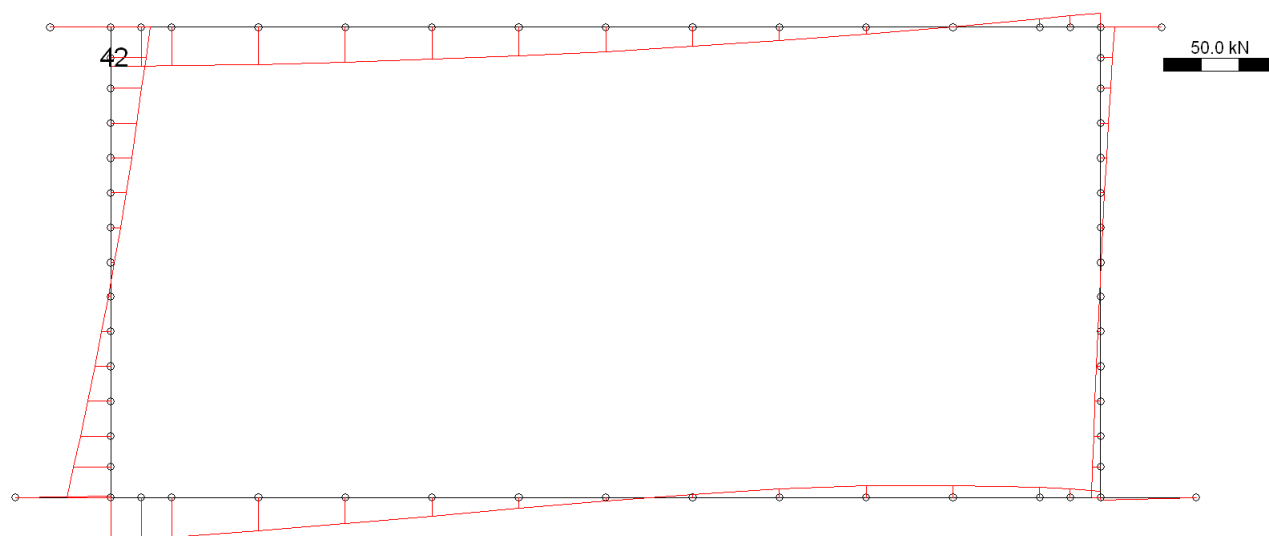
Combinazione più gravosa: SLE-F-10

Combinazioni Rare (SLE)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SLE-R-26 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	1.92	1.00
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	-0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	0.94	1.30	-2.25	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	-0.60	-0.86	-1.69	1.00
12) sovraspinta veicolari - tandem a sx - k = k0	2.94	4.22	-5.32	1.00
24) frenatura/accelerazione convogli	21.42	26.71	43.61	1.00
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	-12.62	-0.60
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	13.09	1.00
27) salto termico	0.00	18.11	12.11	0.60
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	0.47	0.64	-1.26	1.00
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	-0.56	-0.83	-1.65	1.00
38) spinta di archimede	0.00	0.00	0.06	1.00
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	0.1	46.4	61.1	



CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 122 di 124
--	---	--	-----------	----------------------

VERIFICA IN SEZIONE PARZIALIZZATA

MOMENTO DI PROGETTO	=	46.43	(KN.m)
SFORZO DI PROGETTO	=	0.11	(KN)
COMPRESSIONE MASSIMA CLS	=	-5.179	(N/mm ²)
TRAZIONE MASSIMA ACCIAIO	=	233.852	(N/mm ²)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO	=	7.01	(cm)
BRACCIO DI LEVA INTERNO	=	25.61	(cm)
INERZIA SU ASSE NEUTRO	=	6.2836e+04	(cm ⁴)

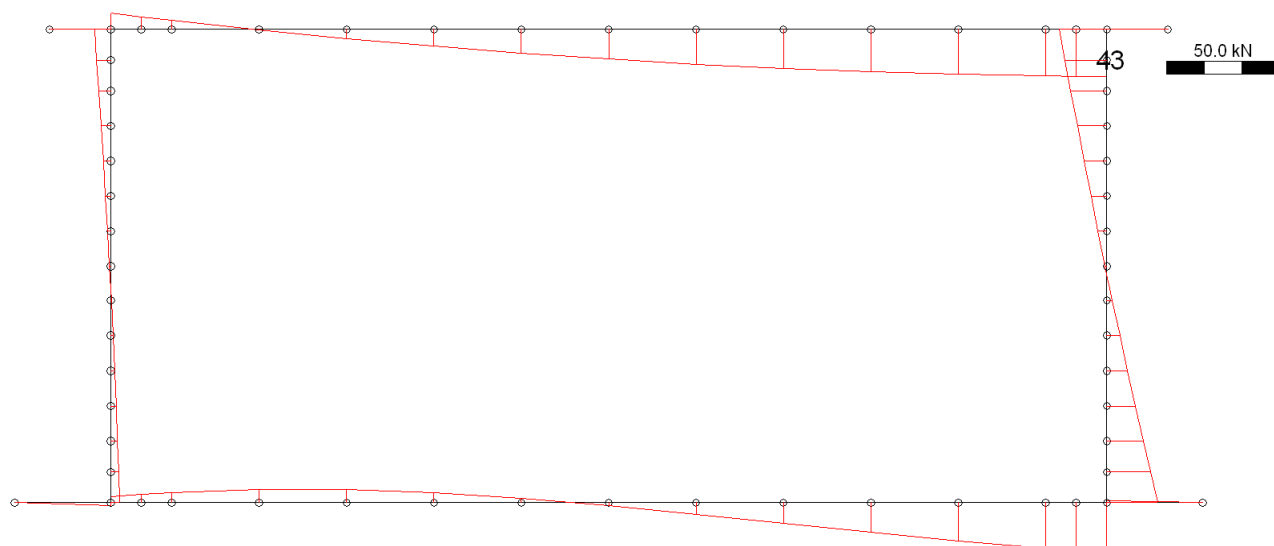
CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005 _A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 123 di 124
--	--	---	------------------	-----------------------------

Combinazioni STR-A1 (SLU)

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 58 (nodo 43)

Combinazione più gravosa: STR-A1-20 (vedi tabella sottostante)

Loading	N [kN/m]	M [kN.m/m]	V [kN/m]	coeff. comb.
1) peso proprio	-14.00	-4.36	-1.92	1.35
2) peso ricoprimento	-10.51	-3.37	0.31	1.00
3) spinta terre su piedritto sx - k = k0	-0.94	-1.36	2.65	1.00
6) spinta terre su piedritto dx - k = ka	0.60	0.83	1.43	1.35
23) sovraspinta per q = 7.2 kN/mq a dx - k = ka	0.25	0.36	0.49	1.35
24) frenatura/accelerazione convogli	-21.42	-26.71	43.61	-1.35
25) riscaldamento soletta superiore	0.00	-7.39	12.62	-0.72
26) ritiro soletta superiore	0.00	7.67	-13.09	1.20
27) salto termico	0.00	18.11	-12.11	0.72
34) spinta falda esterna da sx - k = k0	-0.47	-0.70	1.39	1.00
37) spinta falda esterna da dx - k = ka	0.56	0.77	1.50	1.35
38) spinta di archimede	0.00	0.00	-0.06	1.35
Sollec. di verifica:	Nd [kN/m]	Md [kN.m/m]	Vd [kN/m]	
	0.0	55.0	-86.1	



VERIFICA A ROTTURA

RESISTENZA DI PROGETTO CALCESTRUZZO = 15.87 (N/mm²)
RESISTENZA DI PROGETTO ACCIAIO = 391.30 (N/mm²)
MOMENTO DI PROGETTO = 54.95 (KN.m)
SFORZO DI PROGETTO = 0.00 (KN)
MOMENTO DI ROTTURA = 91.68 (KN.m)
SFORZO DI ROTTURA = 0.00 (KN.m)
DIST. ASSE NEUTRO DA BORDO COMPRESSO = 4.98 (cm)
DOMINIO 2 , Mr/Md = 1.67

CONSORZIO COSTRUTTORI TEEM 	Doc. N. B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005_A.doc	CODIFICA DOCUMENTO B10831_E_B_AB8_MAJ03_0_ON_RC_005	REV. A	FOGLIO 124 di 124
---	--	---	----------------------	---------------------------------

Combinazioni Sisma-A1 (SLU)

La combinazione di verifica coincide con la combinazione che genera il massimo momento flettente.

Asta in cui si registra la sollecitazione massima: 57 (nodo 42)

Combinazione più gravosa: SIS-A1-5