

**ITINERARIO RAGUSA-CATANIA**

Collegamento viario compreso tra lo Svincolo della S.S. 514 "di Chiaramonte"  
con la S.S. 115 e lo Svincolo della S.S. 194 "Ragusana"  
LOTTO 1 - Dallo svincolo n. 1 sulla S.S. 115 (compreso) allo svincolo n. 3 sulla S.P. 5 (escluso)

**PROGETTO ESECUTIVO**

COD. **PA895**

**PROGETTAZIONE: ATI SINTAGMA - GP INGEGNERIA - COOPROGETTI -GDG - ICARIA - OMNISERVICE**

PROGETTISTA RESPONSABILE DELL'INTEGRAZIONE DELLE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE:

Dott. Ing. Nando Granieri  
Ordine degli Ingegneri della Prov. di Perugia n° A351



IL GEOLOGO:

Dott. Geol. Marco Leonardi  
Ordine dei Geologi della Regione Lazio n° 1541

IL COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE:

Dott. Ing. Ambrogio Signorelli  
Ordine degli Ingegneri della Provincia di Roma n° A35111

VISTO IL RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO

Dott. Ing. Luigi Mupo

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:

MANDATARIA:

**Sintagma**  
Dott. Ing. N. Granieri  
Dott. Ing. F. Durastanti  
Dott. Ing. V. Truffini  
Dott. Arch. A. Bracchini  
Dott. Ing. L. Nani  
Dott. Ing. M. Abram  
Dott. Ing. F. Pambianco  
Dott. Ing. M. Briganti Botta  
Dott. Ing. L. Gagliardini  
Dott. Geol. G. Cerquiglioni

MANDANTI:

**GP INGEGNERIA**  
GESTIONE PROGETTI INGEGNERIA s.r.l.  
Dott. Ing. G. Guiducci  
Dott. Ing. A. Signorelli  
Dott. Ing. E. Moscatelli  
Dott. Ing. A. Bela  
**COOPROGETTI**  
Dott. Arch. E. A. E. Crimi  
Dott. Ing. M. Panfili  
Dott. Arch. P. Ghirelli  
Dott. Ing. D. Pelle  
**GEOTECHNICAL DESIGN GROUP**  
Dott. Ing. D. Carlacchini  
Dott. Ing. S. Sacconi  
Dott. Ing. C. Consorti  
**ICARIA**  
società di ingegneria  
Dott. Ing. V. Rotisciani  
Dott. Ing. G. Pulli  
Dott. Ing. F. Macchioni  
**OMNISERVICE**  
INGEGNERIA  
Dott. Ing. P. Agnello  
Dott. Ing. G. Lucibello  
Dott. Arch. G. Guastella  
Dott. Geol. M. Leonardi  
Dott. Ing. G. Parente  
Dott. Ing. L. Ragnacci  
Dott. Arch. A. Strati  
Archeol. M. G. Liseno  
Dott. Ing. F. Aloe  
Dott. Ing. A. Salvemini  
Dott. Ing. G. Verini Supplizi  
Dott. Ing. V. Piunno  
Geom. C. Sugaroni

IL RESPONSABILE DI PROGETTO:

**Dott. Ing. Danilo PELLE**  
Iscrizione all'Albo n° A3536  
alla Sezione degli Ingegneri (Sez. A)  
- Settore civile e ambientale  
ORDINE DEGLI INGEGNERI  
DELLA PROVINCIA DI REGGIO CALABRIA

**OPERE D'ARTE MINORI**  
**TOMBINO SCATOLARE 2.00X2.00 - AL KM 0+677**  
Relazione tecnica e di calcolo

CODICE PROGETTO

PROGETTO      LIV. PROG.      N. PROG.  
**L O 4 0 8 Z**    **E**    **2 1 0 1**

NOME FILE

T01TM02STRRE01B

REVISIONE

SCALA:

CODICE ELAB.

**T 0 1 T M 0 2 S T R R E 0 1**

**B**

-

D

C

B

A

REV.

REVISIONE A SEGUITO DI RAPPORTO DI VERIFICA

EMISSIONE

DESCRIZIONE

NOVEMBRE 2021

GIUGNO 2021

DATA

RAGNACCI PELLE

RAGNACCI

REDATTO

GRANIERI

PELLE

VERIFICATO

GRANIERI

GRANIERI

APPROVATO

**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b> .....	<b>8</b>
<b>2</b>	<b>NORMATIVE DI RIFERIMENTO</b> .....	<b>10</b>
<b>3</b>	<b>CARATTERISTICHE DEI MATERIALI</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>CALCESTRUZZO MAGRONE DI FONDAZIONE</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>CALCESTRUZZO OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE</b> .....	<b>12</b>
<b>3.3</b>	<b>ACCIAIO D'ARMATURA</b> .....	<b>13</b>
<b>4</b>	<b>CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO</b> .....	<b>15</b>
<b>4.1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>15</b>
<b>4.2</b>	<b>CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE</b> .....	<b>15</b>
<b>5</b>	<b>CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO</b> .....	<b>17</b>
<b>6</b>	<b>PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI</b> .....	<b>18</b>
<b>6.1</b>	<b>GENERALITA'</b> .....	<b>18</b>
<b>6.2</b>	<b>PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANALISI SISMICA</b> .....	<b>18</b>
<b>7</b>	<b>ANALISI DEI CARICHI</b> .....	<b>20</b>
<b>7.1</b>	<b>CARICHI PERMANENTI</b> .....	<b>20</b>
7.1.1	G1 Peso proprio strutturale (condizione: G1k_Strutturale) .....	20
7.1.2	G2.1 Peso permanente ricoprimento (condizione: G2.1k_Geo su soletta) .....	20
7.1.3	G2.2 Spinta statica terreno (condizione G2.2k_Spinta a riposo) .....	20
<b>7.2</b>	<b>CARICHI VARIABILI</b> .....	<b>21</b>
7.2.1	Carico mobile su manufatto (Condizione: Q1_Veicolo tandem) .....	21
7.2.2	Carichi a tergo del rilevato (condizione: Q2_Veicolo distribuito) .....	23
7.2.3	Frenatura .....	23
7.2.4	Forza centrifuga .....	23
7.2.5	Forza del vento .....	23

7.2.6	Variazioni termiche .....	24
7.2.7	E azione sismica .....	24
<b>8</b>	<b>METODO VERIFICHE.....</b>	<b>27</b>
<b>8.1</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI.....</b>	<b>27</b>
8.1.1	Verifiche di resistenza.....	27
<b>8.2</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO .....</b>	<b>27</b>
8.2.1	Verifiche delle tensioni di esercizio .....	27
8.2.2	Verifica dello stato limite di fessurazione.....	27
8.2.3	Verifica di deformabilità .....	28
<b>8.3</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA.....</b>	<b>28</b>
8.3.1	Verifiche di resistenza.....	28
<b>8.4</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI DANNO.....</b>	<b>28</b>
8.4.1	Verifiche di resistenza.....	28
<b>8.5</b>	<b>VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI OPERATIVITA' .....</b>	<b>28</b>
8.5.1	Verifiche di rigidezza.....	28
<b>9</b>	<b>COMBINAZIONI DI CARICO.....</b>	<b>29</b>
<b>10</b>	<b>RISULTATI DELLE ANALISI SEZIONE SCATOLARE .....</b>	<b>34</b>
10.1	INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....	34
10.2	PRESSIONI TERRENO .....	37
10.3	SOLLECITAZIONI RARE.....	39
10.4	SOLLECITAZIONI FREQUENTI.....	40
10.5	SOLLECITAZIONI QUASI PERMANENTI.....	41
<b>11</b>	<b>VERIFICHE.....</b>	<b>42</b>
11.1	SLU/SLV.....	42
11.1.1	Soletta fondazione - flessione.....	42

11.1.2	Soletta fondazione – taglio .....	43
11.1.3	Impalcato – flessione .....	44
11.1.4	Impalcato – taglio .....	45
11.1.5	Piedritti – flessione .....	46
11.1.6	Piedritti – taglio.....	47
<b>11.2</b>	<b>SLE</b>	<b>48</b>
11.2.1	Impalcato .....	48
11.2.2	Piedritti .....	51
11.2.3	Soletta fondazione.....	53
<b>11.3</b>	<b>SLO</b>	<b>56</b>
<b>12</b>	<b>ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE.....</b>	<b>58</b>
12.1	DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA .....	58
12.2	ELEMENTI TIPO TRAVE .....	60
12.3	ELEMENTO TIPO PILASTRO .....	62
12.4	ELEMENTO TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER.....	63
12.5	CONDIZIONI, COMBINAZIONI E ANALISI SISMICA.....	65
12.6	CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI.....	74
12.7	AZIONI TRAVI.....	78
12.8	AZIONI PILASTRI.....	84
12.9	AZIONI TRAVI DI FONDAZIONE .....	94
<b>13</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI VALLE.....</b>	<b>101</b>
13.1	PREMESSA .....	101
13.2	CARATTERISTICHE TERRENI .....	101
13.3	COMBINAZIONI DI CALCOLO .....	102
13.4	DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA .....	104

<b>13.5 ELEMENTI TIPO PILASTRO E TRAVI SU SUOLO ALLA WINKLER .....</b>	<b>106</b>
<b>13.6 RISULTATI ANALISI DINAMICA.....</b>	<b>109</b>
<b>13.7 CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI.....</b>	<b>114</b>
<b>13.8 AZIONI SUGLI ELEMENTI.....</b>	<b>116</b>
<b>13.9 INVILUPPO SOLLECITAZIONI .....</b>	<b>124</b>
<b>13.10 SOLLECITAZIONI RARE .....</b>	<b>126</b>
<b>13.11 VERIFICHE SLU/SLV.....</b>	<b>126</b>
13.11.1 Piedritti – flessione .....	126
13.11.2 Piedritti – taglio.....	128
13.11.3 Soletta – flessione.....	129
13.11.4 Soletta – taglio .....	130
<b>13.12 VERIFICHE SLE .....</b>	<b>131</b>
13.12.1 Piedritti .....	131
13.12.2 Soletta .....	133
<b>14 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE 1.....</b>	<b>136</b>
<b>14.1 PREMESSA .....</b>	<b>136</b>
<b>14.2 CARATTERISTICHE TERRENI .....</b>	<b>136</b>
<b>14.3 RISULTATI DELL'ANALISI.....</b>	<b>136</b>
14.3.1Dati di input modellazione.....	136
14.3.2Rappresentazione grafica modello .....	159
14.3.3Risultati sollecitazione .....	161
<b>14.4 VERIFICHE STRUTTURALI .....</b>	<b>165</b>
14.4.1Fondazione.....	168
14.4.2Muro d'ala destra .....	179
14.4.3Muro d'ala monte .....	189

14.4.4	Muro d'ala sinistra .....	199
14.4.5	Muro d'ala valle .....	209
<b>15</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE 2.....</b>	<b>220</b>
15.1	PREMESSA .....	220
15.2	CARATTERISTICHE TERRENI .....	220
15.3	RISULTATI DELL'ANALISI.....	220
15.3.1	Dati di input modellazione.....	220
15.3.2	Rappresentazione grafica modello .....	250
15.3.3	Risultati sollecitazione .....	252
15.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	256
15.4.1	Fondazione.....	259
15.4.2	Muro d'ala destra .....	270
15.4.3	Muro d'ala monte .....	280
15.4.4	Muro d'ala sinistra .....	290
15.4.5	Muro d'ala valle .....	300
<b>16</b>	<b>ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE 3.....</b>	<b>311</b>
16.1	PREMESSA .....	311
16.2	CARATTERISTICHE TERRENI .....	311
16.3	RISULTATI DELL'ANALISI.....	311
16.3.1	Rappresentazione grafica modello .....	323
16.3.2	Risultati sollecitazione .....	324
16.4	VERIFICHE STRUTTURALI .....	328
16.5	MURO D'ALA DESTRA.....	341
16.6	MURO D'ALA MONTE.....	351
16.7	MURO D'ALA SINISTRA.....	361

<b>16.8 MURO D'ALA VALLE .....</b>	<b>371</b>
<b>17 VERIFICHE GEOTECNICHE .....</b>	<b>382</b>
<b>17.1 APPROCCIO DI VERIFICA GEOTECNICA .....</b>	<b>382</b>
<b>17.2 VERIFICHE GEOTECNICHE TOMBINO .....</b>	<b>382</b>
17.2.1Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	382
17.2.2Verifica di portanza .....	383
17.2.3Verifica di galleggiamento .....	388
<b>17.3 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI VALLE .....</b>	<b>388</b>
17.3.1Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	388
17.3.2Verifica di portanza .....	389
17.3.3Verifica di galleggiamento .....	394
<b>17.4 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE 1 .....</b>	<b>394</b>
17.4.1Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	395
17.4.2Verifica di portanza .....	396
17.4.3Verifica di galleggiamento .....	401
<b>17.5 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE 2 .....</b>	<b>401</b>
17.5.1Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	401
17.5.2Verifica di portanza .....	402
17.5.3Verifica di galleggiamento .....	407
<b>17.6 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE 3 .....</b>	<b>408</b>
17.6.1Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica .....	408
17.6.2Verifica di portanza .....	409
17.6.3Verifica di galleggiamento .....	415
<b>18 SINTESI DEI RISULTATI.....</b>	<b>416</b>
<b>18.1 SOLETTE FONDAZIONE .....</b>	<b>416</b>

**RELAZIONE DI CALCOLO**

18.1.1	Tombino .....	416
18.1.2	Pozzetto valle .....	416
18.1.3	Pozzetto monte 1 .....	416
18.1.4	Pozzetto monte 2 .....	416
18.1.5	Pozzetto monte 3 .....	416
<b>18.2</b>	<b>PARETI.....</b>	<b>416</b>
18.2.1	Tombino .....	416
18.2.2	Pozzetto valle .....	416
18.2.3	Pozzetto monte 1 .....	416
18.2.4	Pozzetto monte 2 .....	417
18.2.5	Pozzetto monte 3 .....	417
<b>18.3</b>	<b>SOLETTA COPERTURA.....</b>	<b>417</b>
<b>18.4</b>	<b>CONTROLLO DETTAGLI COSTRUTTIVI .....</b>	<b>417</b>
<b>19</b>	<b>ACCETTABILITA' DEI CALCOLI .....</b>	<b>418</b>
<b>20</b>	<b>LICENZA SOFTWARE.....</b>	<b>420</b>

## 1 PREMESSA

La presente relazione di calcolo tratta le analisi e le verifiche strutturali dell'attraversamento idraulico posto al km 0+677 di dimensioni interne 2,00 m x 2,00 m da realizzarsi nell'ambito dell'Ammodernamento a N° 4 corsie della S.S. 5140 "Di Chiaromonte" e della S.S. 194 Ragusana dallo svincolo con la S.S. 115 allo svincolo con la S.S. 115, Lotto 1°. Il manufatto in progetto presenta una forma scatolare, costituito in cemento armato gettato in opera.

La fondazione, i piedritti e la soletta hanno uno spessore di 30 cm, le verifiche strutturali sono state effettuate considerando la sezione trasversale avente il ricoprimento massimo di terreno, che nel caso in esame è 3,00 m.

Il piano di manutenzione T01CM00CMSRE1 e la relazione sui materiali T01EG04GENSCO1 è presente in altre relazioni generali. Verifica delle fondazioni e fascicolo di calcolo sono riportate in questo elaborato.

### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,30 [m]
Spessore piedritto destro	0,30 [m]
Spessore fondazione	0,30 [m]
Spessore trasverso	0,30 [m]

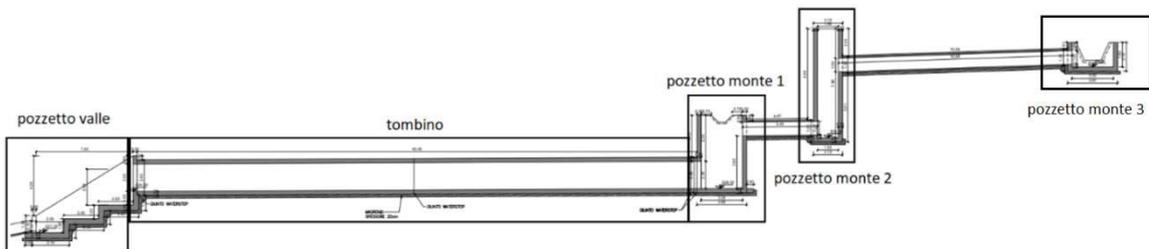


Figura 1-1 "Sezione"

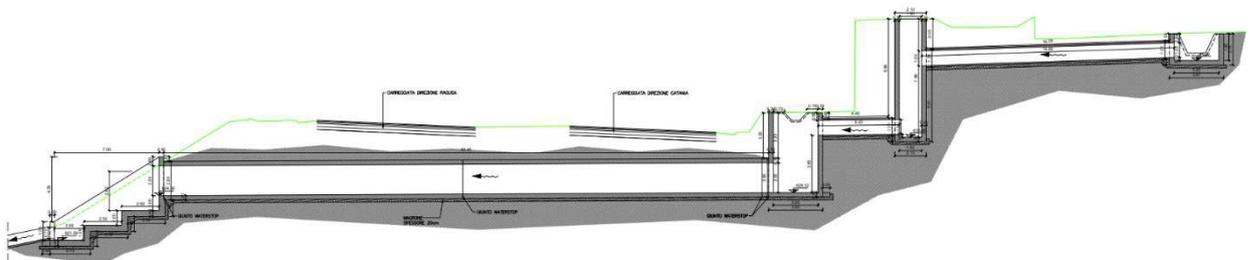


Figura 1-2 "Sezione con ricoprimento"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

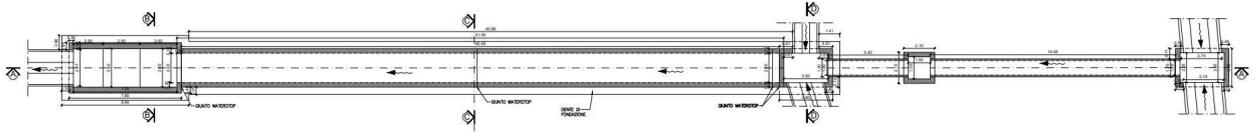


Figura 1-3 "Pianta"

## 2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO

Le analisi strutturali e le verifiche di sicurezza sono state effettuate in accordo con le prescrizioni contenute nelle seguenti normative.

- **Legge nr 1086 del 05/11/1971**  
Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio, normale e precompresso ed a struttura metallica.
- **Legge nr 64 del 02/02/1974**  
Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.
- **Norme Tecniche per le Costruzioni 2008 (D.M. 14 gennaio 2008)**
- **Circolare 617 del 02/02/2009**  
Istruzioni per l'applicazione delle Nuove Norme tecniche per le Costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- **UNI EN 206-1:2006**  
Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
- **UNI 11104:2004**  
Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione delle EN 206-1.
- **UNI EN 1990:2006 Eurocodice 0**  
Criteri generali di progettazione strutturale.
- **UNI EN 1991-1-1:2004 Eurocodice 1**  
Azioni sulle strutture – Parte 1-1: Azioni generali – Pesi per unità di volume, pesi propri e sovraccarichi per gli edifici.
- **UNI EN 1991-2:2005 Eurocodice 1**  
Azioni sulle strutture – Parte 2: Carichi da traffico sui ponti.
- **UNI EN 1992-1-1:2005 Eurocodice 2**  
Progettazione delle strutture in calcestruzzo – Parte 1-1: Regole generali e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1992-2:2006 Eurocodice 2**  
Progettazione delle strutture in calcestruzzo Parte 2: Ponti in calcestruzzo – Progettazione e dettagli costruttivi.
- **UNI EN 1997-1:2005 Eurocodice 7**  
Progettazione geotecnica – Parte 1: Regole generali.
- **UNI EN 1997-2:2007 Eurocodice 7**

Progettazione geotecnica Parte 2: Indagini e prove nel sottosuolo.

- **UNI EN 1998-1:2005 Eurocodice 8**  
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica – Parte 1: Regole generali, azioni sismiche e regole per gli edifici.
- **UNI EN 1998-2:2009 Eurocodice 8**  
Progettazione delle strutture per la resistenza sismica Parte 2: Ponti.

### 3 CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

#### 3.1 CALCESTRUZZO MAGRONE DI FONDAZIONE

Per tale tipologia di calcestruzzi, si è individuata una classe di esposizione **X0**. Per tale classe, la UNI 11104 impone le seguenti prescrizioni:

- Massimo rapporto acqua/cemento:.....**Nessuna prescrizione**
- Minima classe di resistenza:.....**C12/15**
- Minimo contenuto in cemento(Kg/m3):...**Nessuna prescrizione**

Alla luce di quanto esposto, di seguito le caratteristiche del calcestruzzo scelto:

<b>Rck</b>	<b>15</b>	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cubica calcestruzzo
<b>γc</b>	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
<b>acc</b>	0,85		coefficiente riduttivo resistenze di lunga durata
<b>Ecm</b>	27267	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico
<b>fck</b>	12,45	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo
<b>fcd</b>	7,06	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a compressione del calcestruzzo
<b>fcmm</b>	20,45	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo
<b>fctm</b>	1,61	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctk</b>	1,13	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctd</b>	0,75	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fbd</b>	1,69	N/mm <sup>2</sup>	resistenza tangenziale di aderenza
<b>fcfm</b>	1,93	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione per flessione

#### 3.2 CALCESTRUZZO OPERE IN FONDAZIONE E IN ELEVAZIONE

Per tale tipologia di calcestruzzi, si è individuata una classe di esposizione **XA2**, "Ambiente chimico moderatamente aggressivo". Per tale classe, la UNI 11104 impone le seguenti prescrizioni:

- Massimo rapporto acqua/cemento:..... **0,50**
- Minima classe di resistenza:.....**C32/40**
- Minimo contenuto in cemento(Kg/m3):...**340**

Alla luce di quanto esposto, di seguito le caratteristiche del calcestruzzo scelto:

<b>Rck</b>	<b>40</b>	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cubica calcestruzzo
<b>γc</b>	1,5		coefficiente parziale di sicurezza
<b>acc</b>	0,85		coefficiente riduttivo resistenze di lunga durata
<b>Ecm</b>	33643	N/mm <sup>2</sup>	modulo elastico
<b>fck</b>	33,20	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a compressione del calcestruzzo
<b>fcd</b>	18,81	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a compressione del calcestruzzo
<b>fcmm</b>	41,20	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a compressione del calcestruzzo

**RELAZIONE DI CALCOLO**

<b>fctm</b>	3,10	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica media a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctk</b>	2,17	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica caratteristica a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fctd</b>	1,45	N/mm <sup>2</sup>	resistenza cilindrica di calcolo a trazione calcestruzzo <C50/60
<b>fbd</b>	3,25	N/mm <sup>2</sup>	resistenza tangenziale di aderenza
<b>fcfm</b>	3,72	N/mm <sup>2</sup>	resistenza a trazione per flessione

**COPRIFERRO**

Al fine della protezione delle armature dalla corrosione, lo strato di ricoprimento di calcestruzzo (copriferro) deve essere dimensionato in funzione dell'aggressività dell'ambiente e della sensibilità delle armature alla corrosione, tenendo conto delle tolleranze di posa delle armature. Per consentire un omogeneo getto del calcestruzzo, il copriferro e l'interferro delle armature devono essere rapportati alla dimensione massima degli inerti impiegati.

Con riferimento al §4.1.6.1.3 delle NTC, al fine della progettazione delle armature alla corrosione il valore minimo dello strato di ricoprimento di calcestruzzo deve rispettare quanto indicato in Tabella C4.1.IV della Circolare 2 Febbraio 2009, nella quale sono distinte le tre condizioni ambientali di tabella 4.1.IV delle NTC.

Si riporta la tabella sopra citata.

C <sub>min</sub>	C <sub>o</sub>	AMBIENTE	BARRE DA C.A. ELEMENTI A PIASTRA		BARRE DA C.A. ALTRI ELEMENTI		CAVI DA C.A.P. ELEMENTI A PIASTRA		CAVI DA C.A.P. ALTRI ELEMENTI	
			C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>	C ≥ C <sub>o</sub>	C <sub>min</sub> ≤ C < C <sub>o</sub>
C25/30	C35/45	ORDINARIO	15	20	20	25	25	30	30	35
C28/35	C40/50	AGGRESSIVO	25	30	30	35	35	40	40	45
C35/45	C45/55	MOLTO AGGRESSIVO	35	40	40	45	45	50	50	50

La classe **XA2** rientra nella categoria di "condizione ambientale aggressiva". In base alla classe di calcestruzzo scelta (C32/40), ne deriva un copriferro minimo per "barre da c.a." di **35mm**. A tale valore vanno aggiunte le tolleranze di posa di **10mm**.

Ne deriva un copriferro pari a: 35+10=45mm approssimato a **50mm** in favore di sicurezza.

**3.3 ACCIAIO D'ARMATURA**

Per l'armatura degli elementi in cemento armato, viene utilizzato un acciaio B450C, caratterizzato dai seguenti valori nominali delle tensioni caratteristiche di snervamento e rottura da utilizzare nei calcoli:

Tab. 11.3.Ia

f <sub>y nom</sub>	450 N/mm <sup>2</sup>
f <sub>t nom</sub>	540 N/mm <sup>2</sup>

**RELAZIONE DI CALCOLO**

E deve rispettare i requisiti richiesti indicati nella seguente tabella.

Tab. 11.3.Ib

Caratteristiche		Requisiti	Frattile (%)
Tensione caratteristica di snervamento	$f_{yk}$	$\geq f_{y\ nom}$	5.0
Tensione caratteristica a carico massimo	$f_{tk}$	$\geq f_{t\ nom}$	5.0
	$(f_t/f_y)_k$	$\geq 1,15$ $< 1,35$	10.0
	$(f_y/f_{y\ nom})_k$	$\leq 1,25$	10.0
Allungamento	$(A_{gt})_k$	$\geq 7,5\%$	10.0
Diametro del mandrino per prove di piegamento a 90° e successivo raddrizzamento senza cricche:	$\phi < 12\ mm$	4 $\phi$	
	$12 \leq \phi \leq 16\ mm$	5 $\phi$	
	per $16 < \phi \leq 25\ mm$	8 $\phi$	
	per $25 < \phi \leq 40\ mm$	10 $\phi$	

Per l'accertamento delle caratteristiche meccaniche vale quanto indicato al § 11.3.2.3.

Le caratteristiche del materiale sono quindi di seguito riassunte.

Proprietà	Requisito
Limite di snervamento $f_y$	$\geq 450\ MPa$
Limite di rottura $f_t$	$\geq 540\ MPa$
Allungamento totale al carico massimo $A_{gt}$	$\geq 7,5\%$
Rapporto $f_t/f_y$	$1,15 \leq R_m/R_e \leq 1,35$
Rapporto $f_{y\ misurato}/f_{y\ nom}$	$\leq 1,25$
Resistenza a fatica assiale*	2 milioni di cicli
Resistenza a carico ciclico*	3 cicli/sec (deformazione 1,5÷4 %)
Idoneità al raddrizzamento dopo piega*	Mantenimento delle proprietà meccaniche
Controllo radiometrico**	superato, ai sensi del D.Lgs. 230/1995
* = prove periodiche annuali	

## 4 CRITERI DI PROGETTAZIONE E DI CALCOLO

### 4.1 GENERALITA'

Le analisi e le verifiche sull'opera sono state condotte nel pieno rispetto delle Norme Tecniche per le Costruzioni adottando, di conseguenza, un approccio di calcolo di tipo prestazionale basato sul ricorso del Metodo degli Stati Limite.

Come indicato dalle NTC2008 al 2.6.1, nelle verifiche nei confronti dello stato limite ultimo strutturali (STRU) e geotecnici (GEO), si possono adottare, in alternativa, due diversi approcci progettuali.

Si utilizza l'**approccio 2** che utilizza un'unica combinazione di gruppi di coefficienti parziali **(A1+M1+R3)**.

### 4.2 CRITERI DI MODELLAZIONE STRUTTURALE

Lo stato di sollecitazione della struttura, viene desunto da un codice di calcolo (Enexsys-Winstrand). La struttura in progetto, nonostante lo sviluppo longitudinale, viene schematizzata come un telaio piano di estensione 1 metro. Elementi orizzontali e elementi verticali sono rappresentati da elementi beam monodimensionali la cui sezione sarà data da una dimensione fissa (1 metro, ossia l'estensione del telaio analizzato) e una dimensione variabile (lo spessore degli elementi) che rappresenta la dimensione effettiva in progetto.

**Le camerette di monte e valle o intermedie, sono separate dai tombini scatolari da giunti waterstop che garantiscono continuità idraulica, ma non strutturale. Queste, quando articolate, sono state modellate tridimensionalmente. I tombini scatolari presentano invece una distribuzione spaziale costante. La modellazione piana, riferendosi alla sezione maggiormente sollecitata sia dal punto di vista dei carichi statici che dinamici, non differisce dalla modellazione intera tridimensionale, o al più ne differisce in forma lievemente conservativa non considerando le ridistribuzioni di sollecitazioni agli elementi limitrofi meno sollecitati.**

Lo schema statico assunto è quello di telaio chiuso e continuo, nel quale l'interazione con la struttura di fondazione è tenuta in conto tramite una modellazione del terreno alla Winkler.

Il coefficiente di reazione non è tuttavia una proprietà intrinseca del materiale costituente la fondazione, ma è funzione anche delle caratteristiche della struttura in appoggio sia in termini di estensione che di rigidezza.

Per tale ragione, in una prima fase, la costante di Winkler è ipotizzata. Con tale ipotesi viene eseguito un primo dimensionamento del telaio. Questo dimensionamento è sufficiente per la determinazione delle pressioni, della portanza, dei cedimenti e della costante di Winkler. Il valore così ottenuto è reinserito quindi nel modello di calcolo. Il processo iterativo viene interrotto non appena le differenze di sollecitazione sono ritenute trascurabili e/o non dimensionanti.

La caratterizzazione del terreno in cui la struttura è immersa è suddiviso nei tre strati: ricoprimento, rinfiando, e di fondazione. Per ogni strato occorre fornire i valori dei parametri fisici e meccanici più comuni (peso di volume, angolo di attrito, attrito terreno-struttura, coesione, adesione ecc).

Data la natura della infrastruttura, ossia viabilità in rilevato, il terreno di rinfiando corrisponde sempre al terreno di ricoprimento (caratteristiche da materiale di riporto).

Contrariamente, il terreno di fondazione, presenta le caratteristiche dei terreni affioranti in loco o in taluni casi è ancora definito da materiale di riporto.

## 5 CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL SITO

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RICOPRIMENTO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	3,00	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Mcm Calcarenite Fratturata	
Peso di volume	24,50	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	27,00	[°]
Coesione	0,215	[MPa]

## 6 PARAMETRI E COEFFICIENTI SISMICI

### 6.1 GENERALITA'

Per il calcolo sismico dell'opera in esame si è fatto riferimento alle indicazioni delle NTC2008 con il concetto di "pericolosità sismica di base" come elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche. Tale pericolosità è quella relativa a condizioni ideali di sito con superficie topografica orizzontale e terreno di tipo rigido (Categoria A).

Le indicazioni sulla pericolosità sismica di base dell'intero territorio nazionale è fornita dalla predetta normativa, in termini di:

- **ag** accelerazione orizzontale massima del terreno;
- **Fo** valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- **T\*c** periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale;

Tali valori sono forniti per ciascun nodo del reticolo di riferimento con maglia di circa 10km e per ciascun periodo di ritorno  $T_R$ . Il periodo di ritorno è ricavabile mediante la seguente relazione.

$$T_R = -(V_R) / (\ln(1 - P_{VR}))$$

Dove

- $V_R$  Vita di riferimento per l'azione sismica
- $P_{VR}$  Probabilità di superamento nel periodo di riferimento

La vita di riferimento è funzione della vita nominale tramite la classe d'uso. La probabilità di superamento è funzione dello stato limite considerato. Gli stati limite analizzati sono SLV, SLD e SLO.

Gli spettri di progetto associati ai vari stati limite di interesse, sono determinati a partire dai parametri di pericolosità sismica sopra esposti (determinati in funzione del tempo di ritorno), dai coefficienti di amplificazione stratigrafica  $S_s$  e topografica  $S_T$ .

### 6.2 PARAMETRI PER LA DETERMINAZIONE DELL'ANALISI SISMICA

#### CATEGORIA DI SOTTOSUOLO E CONDIZIONI TOPOGRAFICHE (PAR. 3.2.2 NTC08)

Per la definizione dello spettro utilizzato nel calcolo sismico, sono stati considerati i seguenti parametri.

Identificazione sito:.....Tombino km 0+677  
Comune:.....Ragusa  
Provincia:.....Ragusa  
Latitudine:.....36.9454°  
Longitudine:.....14.6511°

Categoria di sottosuolo:.....	A
Categoria topografica:.....	T1
Zona sismica amministrativa.....	2

La categoria di sottosuolo è desunta dall'elaborato **T01GE03GEORE01**

#### VITA NOMINA E CLASSE D'USO (2.4.2 NTC08)

Vita nominale:.....	50anni
Classe d'uso:.....	IV
Cu.....	2
Vita di riferimento:.....	100anni

#### TIPOLOGIA STRUTTURALE E FATTORE DI STRUTTURA

Per la determinazione del fattore di struttura per l'opera in esame si è fatto riferimento a quanto le NTC08 prevedono per i ponti.

Nel caso in oggetto, la struttura è stata assimilata a delle spalle connesse in maniera rigida all'impalcato con i piedritti che sostengono un terreno rigido naturale per più dell'80% dell'altezza (p.to 7.9.5.6.2). Si tratta pertanto di strutture che si muovono col terreno ai sensi della Tabella 7.9.I, caratterizzate da peridi di vibrazione in direzione orizzontale molo bassi e per le quali si assume un valore **di  $q_0=q=1,0$** .

Per strutture con tali proprietà, le forze di inerzia possono essere determinate considerando un'accelerazione pari a  **$a_g * S$** .

## 7 ANALISI DEI CARICHI

### 7.1 CARICHI PERMANENTI

#### 7.1.1 G1 Peso proprio strutturale (condizione: G1k\_Structurale)

Il peso strutturale è calcolato automaticamente dal software di calcolo strutturale e quindi è tenuto in conto automaticamente durante la fase di progettazione

#### 7.1.2 G2.1 Peso permanente ricoprimento (condizione: G2.1k\_Geo su soletta)

Il carico sulla calotta è stato determinato mediante il metodo della *pressione geostatica* secondo il quale la pressione in calotta viene calcolata come prodotto tra il peso del volume di terreno per l'altezza del ricoprimento (tale carico tiene conto anche dell'eventuale pavimentazione, considerando uno spessore di ricoprimento  $H_{\text{rinterro}}$  comprensivo del suddetto).

$$G2.1 = P_v = \gamma_{\text{rinterro}} \times H_{\text{rinterro}} \times L_{\text{telaio}} = P_v \times L_{\text{telaio}} = 20 \times 3 \times 1 = 60,0 \text{ kN/m}$$

#### 7.1.3 G2.2 Spinta statica terreno (condizione G2.2k\_Spinta a riposo)

Si assume che sui piedritti agisca la spinta calcolata in condizioni di riposo.

Il coefficiente di spinta a riposo è espresso dalla relazione:

$$K_0 = 1 - \sin \phi$$

Dove  $\phi$  rappresenta l'angolo d'attrito interno del terreno di rinfianco.

Quindi la pressione laterale, ad una generica profondità  $z$  e la spinta totale sulla parete di altezza  $H$  valgono:

$$\sigma = \gamma z K_0 + P_v K_0$$

$$S = 1/2 \gamma H^2 K_0 + P_v K_0 H$$

Dove  $P_v$  è la pressione verticale agente in corrispondenza della calotta.

Di seguito si riporta il calcolo di suddetta spinta.

Dati geometrici opera		
h	2,4 m	altezza
hr	3 m	ricoprimento misurato dall'estradosso della soletta
H	5,4 m	altezza di spinta terreno
$\Delta q$	0 KN/m <sup>2</sup>	sovraccarico

Le proprietà del terreno di rinfianco/rinterro

Caratteristiche del terreno		
$\phi$	35 °	angolo di attrito
$\gamma_{\text{sat}}$	20 KN/m <sup>3</sup>	peso di volume terreno saturo
$\gamma_w$	0 KN/m <sup>3</sup>	peso acqua
$z_w$	-20 m	quota falda

**RELAZIONE DI CALCOLO**

$H_w$	0 m	altezza di spinta falda
$\gamma'$	20 KN/m <sup>3</sup>	peso efficace

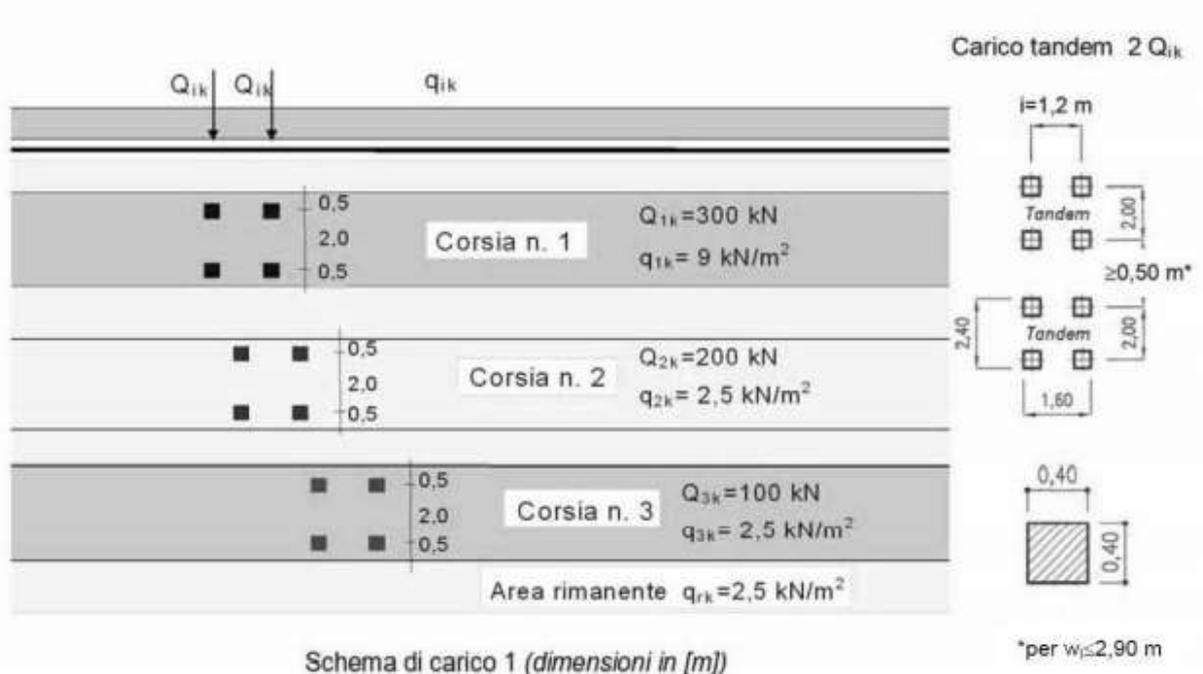
La spinta a riposo vale quindi, con riferimento ad ogni elemento di lunghezza 0,4m con il quale sono stati discretizzati i piedritti

<i>Spinta Statica su elementi bidimensionali</i>						
h mesh	h <sub>i</sub> [m]	$\sigma_{w,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{h,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{h,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma_{q,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$\sigma'_{tot,i}$ [KN/m <sup>2</sup> ]
0,30	0,15	0,00	0,00	44,80	0,00	<b>45</b>
	0,45	0,00	0,00	42,24	0,00	<b>42</b>
	0,75	0,00	0,00	39,68	0,00	<b>40</b>
	1,05	0,00	0,00	37,12	0,00	<b>37</b>
	1,35	0,00	0,00	34,56	0,00	<b>35</b>
	1,65	0,00	0,00	32,00	0,00	<b>32</b>
	1,95	0,00	0,00	29,44	0,00	<b>29</b>
	2,25	0,00	0,00	26,88	0,00	<b>27</b>

## 7.2 CARICHI VARIABILI

### 7.2.1 Carico mobile su manufatto (Condizione: Q1\_Veicolo tandem)

Le azioni variabili da traffico definite nello Schema di Carico 1 sono costituite da carichi concentrati e da carichi uniformemente distribuiti.



Dato che la sezione è parallela all'asse stradale e dato che viene analizzato un telaio di larghezza perpendicolare all'asse stradale pari ad 1 metri, si considera una sola corsia di carico ed in particolare la corsia di carico numero 1 con valori di carico distribuito e carico tandem pari rispettivamente a:

$$q1k=9kN/mq$$

$$Q1k=300kN$$

Si precisa che secondo il testo Unico del 14 gennaio 2008, i carichi mobili includono gli effetti dinamici.

I carichi concentrati si assumono uniformemente distribuiti sulla superficie della rispettiva impronta. La diffusione attraverso il ricoprimento si considera pari a 30°. La diffusione attraverso la soletta e fino a metà della stessa si considera invece pari a 45°.

I due assi da 300kN vengono ripartiti e trasmessi sulla soletta considerando una diffusione attraverso ricoprimento e soletta.

Il valore del carico tandem complessivo è pari a 600kN. Tale carico è ripartito su una impronta di carico i cui lati, a quota asse soletta, sono visionabili nel foglio di calcolo sotto riportato.

In senso trasversale impronte di carico di due veicoli posti in due corsie convenzionali affiancate si sovrappongono. A favore di sicurezza si prendono in considerazione le prime due corsie convenzionali i cui carichi per ruota sono rispettivamente di 150kN e 100kN.

I carichi distribuiti riferiti agli assi tandem delle due corsie di carico sono quindi sommati e usati nelle verifiche.

Assieme al carico concentrato agente sulle impronte delle ruote agisce anche un carico uniformemente distribuito con intensità pari a 9kN/mq.

Il foglio di calcolo di seguito esposto riporta in forma numerica quanto fin ora detto.

#### CARICO SU SOLETTA

##### DATI GEOMETRICI DI INPUT

H	3 m	altezza ricoprimento
$\varphi$	30 °	angolo diffusione ricoprimento
$\varphi$	0,52 rad	angolo diffusione ricoprimento
S	0,3 m	spessore soletta
$\varphi'$	45 °	angolo diffusione soletta
$\varphi'$	0,79 rad	angolo diffusione soletta
L	1,00 m	larghezza interessa telaio

##### DATI RELATIVI AI CARICHI

s	0,4 m	larghezza impronta
i_t	2 m	interasse trasversale

**RELAZIONE DI CALCOLO**

i <sub>l</sub>	1,2 m	interasse longitudinale
Q1k	300 kN	carico tandem principale
Q2k	200 kN	carico tandem secondario
q1k	9 kN/m <sup>2</sup>	carico distribuito principale
q2k	2,5 kN/m <sup>2</sup>	carico distribuito secondario

**DATI DI CALCOLO**

L <sub>t</sub>	6,46 m	lunghezza trasversale proiezione impronte
L <sub>j</sub>	5,66 m	lunghezza longitudinale proiezione impronte
Q1	16,39 kN/m <sup>2</sup>	carico relativo al carico tandem Q1k
Q2	10,92 kN/m <sup>2</sup>	carico relativo al carico tandem Q2k
Q1+Q2	27,31 kN/m <sup>2</sup>	carico sovrapposto in favore di sicurezza
Qk	27,31 kN/m	carico tandem finale da applicare a soletta
qk	9,00 kN/m	carico distribuito finale da applicare a soletta

### 7.2.2 Carichi a tergo del rilevato (condizione: Q2\_Veicolo distribuito)

La spinta delle terre dovuta all'azione dei sovraccarichi accidentali posti sul rilevato a tergo dei piedritti dello scatolare viene valutata con riferimento ad un sovraccarico di 9kN/mq agente sul rilevato a tergo dello scatolare.

Tale carico viene applicato solo a tergo del piedritto di sinistra, onde massimizzare lo sbilanciamento delle forze per la verifica della struttura scatolare. Il carico a cui si fa riferimento è proprio il carico qk visionabile nel excel sopra riportato.

### 7.2.3 Frenatura

Per quanto riguarda l'azione di frenatura, definita al paragrafo 5.1.3.5 del D.M.14/01/08, viene considerata azione trascurabile ai fini del dimensionamento dei tombini.

### 7.2.4 Forza centrifuga

Poiché la sezione dello scatolare considerata nel modello di calcolo è parallela all'asse stradale, l'azione centrifuga non presenta componente trasversale per lo scatolare.

### 7.2.5 Forza del vento

Poiché la sezione dello scatolare considerata nel modello di calcolo è parallela all'asse stradale, l'azione del vento non presenta componente trasversale per lo scatolare.

### 7.2.6 Variazioni termiche

Trattandosi di un manufatto interrato, si ritiene trascurabile l'effetto delle variazioni termiche, con ordine di grandezza nettamente inferiore all'entità delle sollecitazioni in gioco.

### 7.2.7 Azione sismica

L'azione sismica è tenuta in conto tramite due contributi, E1 ed E2 descrivibili come segue.

Le azioni sismiche di progetto considerate sono:

- E1 – gli incrementi sismici della spinta esercitata dal terrapieno a tergo della spalla;
- E2 – le azioni sismiche dovute alle masse strutturali.

#### 7.2.7.1 E1 – incremento sismico di spinta piedritti (condizione: E\_Spinta sismica+X\_SLV/SLO)

Spinta del terreno nel caso di strutture rigide.

Nel caso di strutture rigide completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, nonché nel caso di muri verticali con terrapieno a superficie orizzontale, l'incremento dinamico di spinta può essere calcolato per via pseudo-statica.

Nell'analisi pseudo-statica, l'azione sismica è rappresentata da una forza statica equivalente pari al prodotto delle forze di gravità per un opportuno coefficiente sismico.

Nelle verifiche allo stato limite ultimo, il valore del coefficiente sismico orizzontale  $k_h$  è valutato mediante l'espressione:

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

Dove:

$a_{max}$  = accelerazione orizzontale massima attesa al sito =  $S_s \cdot S_T \cdot a_g$

$a_g$  = accelerazione orizzontale massima attesa su sito di riferimento rigido

$S_s \cdot S_T$  = coefficienti di amplificazione stratigrafica e topografica

Per elementi che non sono in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno, il coefficiente  $\beta_m$  assume valore unitario.

Con tali ipotesi, sono stati calcolati due incrementi di pressione, una relativa alla condizione di stato limite di *salvaguardia della vita* e una relativa alla condizione di stato limite di *operatività*.

Salvaguardia della vita: \_SLV

Dati sismici		
$a_g$	0,286	accelerazione massima del sito su suolo rigido / g
Categoria sottosuolo	A	
$F_0$	2,361	valore massimo del fattore di amplificazione spettro
$S_T$	1	coefficiente di amplificazione topografica
$S_s$	1	coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S = S_s S_T$	1	
$\beta$	1	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

<b>Spinte sismiche</b>		
$K_h = agS\beta$	0,29	coefficiente di spinta sismica
$S_E = K_h\gamma H^2$	<b>32,95 KN/m</b>	spinta sismica terreno applicata su 1/2 h

<b>Spinta Statica su elementi bidimensionali</b>		<b>Spinta sismica</b>
h mesh	hi [m]	$\sigma' E_i$ [KN/m <sup>2</sup> ]
0,30	0,15	<b>14</b>
	0,45	<b>14</b>
	0,75	<b>14</b>
	1,05	<b>14</b>
	1,35	<b>14</b>
	1,65	<b>14</b>
	1,95	<b>14</b>
	2,25	<b>14</b>

Operatività\_SLO

<b>Dati sismici</b>		
ag	0,054	accelerazione massima del sito su suolo rigido / g
Categoria sottosuolo	A	
$F_0$	2,513	valore massimo del fattore di amplificazione spettro
$S_T$	1	coefficiente di amplificazione topografica
$S_S$	1	coefficiente di amplificazione stratigrafica
$S = S_S S_T$	1	
$\beta$	1	

<b>Spinte sismiche</b>		
$K_h = agS\beta$	0,06	coefficiente di spinta sismica
$S_E = K_h\gamma H^2$	<b>6,34 KN/m</b>	spinta sismica terreno applicata su 1/2 h

<b>Spinta Statica su elementi bidimensionali</b>		<b>Spinta sismica</b>
h mesh	hi [m]	$\sigma' E_i$ [KN/m <sup>2</sup> ]
0,30	0,15	<b>3</b>
	0,45	<b>3</b>
	0,75	<b>3</b>
	1,05	<b>3</b>
	1,35	<b>3</b>

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1,65	<b>3</b>
	1,95	<b>3</b>
	2,25	<b>3</b>

**7.2.7.2 E2 – azioni sismiche dovute alle masse**

L'azione sismica è tenuta in conto tramite Analisi Lineare Dinamica così come indicato al 7.3.3.1. delle NTC2008.

Così come indicato dalla normativa tecnica, sono stati considerati un numero di modi tale da considerare almeno l'85% di massa partecipante e comunque tutti i modi con massa partecipante significativa, indicati come quelli a massa superiore al 5%.

Le due azioni derivanti dal sisma sopra descritte, ossia **E1** ed **E2**, sono state applicate in una sola direzione, in particolare la direzione +x, parallela alla sezione dello scatolare e all'asse stradale.

**L'omissione dell'analisi in direzione -x è legata alla simmetria dell'opera che conduce ad un comportamento equivalente nelle due direzioni e quindi a stessi fattori di sicurezza.**

**L'omissione dell'analisi in direzione +y/-y è legata alla modellazione e relativa verifica piana (piano x-z) dello scatolare, che risulta essere a favore di sicurezza non considerando le inevitabili ridistribuzioni di forze agli elementi vicini.**

## 8 METODO VERIFICHE

### 8.1 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE ULTIMI

#### 8.1.1 Verifiche di resistenza

La verifica di resistenza delle sezioni nei vari elementi strutturali, viene condotta tenendo conto delle condizioni più gravose che si individuano dall'involuppo delle sollecitazioni agenti nelle diverse combinazioni di carico.

Le verifiche si basano sul concetto dei coefficienti di sicurezza parziali e considerando una sola famiglia di combinazioni (indicata come **A1 -M1-R3**) in conseguenza dell'utilizzo dell'**approccio 2** della normativa. Si ricorda brevemente come il caso **A1 – M1 – R3** prevede che vengano incrementate le azioni permanenti e variabili con i coefficienti ( $\gamma_G, \gamma_Q$ ) e vengono lasciate inalterate le caratteristiche di resistenza del terreno. Le combinazioni ottenute sono rilevanti per stabilire sia le capacità strutturali delle opere che interagiscono con il terreno sia le verifiche rilevanti per il dimensionamento geotecnico.

### 8.2 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

#### 8.2.1 Verifiche delle tensioni di esercizio

Valutate le azioni interne nelle varie parti della struttura, dovute alle combinazioni rare e quasi permanenti delle azioni, si calcolano le massime tensioni sia nel conglomerato cementizio sia nelle armature; si deve verificare che tali tensioni siano inferiori ai massimi valori consentiti si seguito riportati.

Verifica della tensione massima di compressione del conglomerato cementizio nelle condizioni di esercizio.

La massima tensione di compressione del conglomerato cementizio  $\sigma_c$ , deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_c < 0,6f_{ck} \quad \text{per la combinazione rara}$$

$$\sigma_c < 0,45f_{ck} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

Verifica della tensione massima dell'acciaio in condizione di esercizio.

Per l'acciaio, la tensione massima,  $\sigma_s$ , per effetto delle azioni dovute alle combinazioni rare deve rispettare la limitazione seguente:

$$\sigma_s < 0,8f_{yk}$$

#### 8.2.2 Verifica dello stato limite di fessurazione

In base alla classe di esposizione individuata, XA2, classificata come condizione ambientale aggressiva, ed in base alla tipologia di armatura utilizzata, armatura poco sensibile, si individuano due verifiche entrambe di controllo di apertura delle fessure. In particolare si deve verificare che:

$$a_{p.fessure} < w_2 = 0,3\text{mm} \quad \text{per la combinazione frequente}$$

$$a_{p.fessure} < w_1 = 0,2\text{mm} \quad \text{per la combinazione quasi permanente}$$

### 8.2.3 Verifica di deformabilità

Si verifica che l'inflessione della soletta superiore non superi 1/250 della luce.

## 8.3 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI SALVAGUARDIA DELLA VITA

### 8.3.1 Verifiche di resistenza

Si ripropongono verifiche di resistenza così come eseguito per le verifiche allo stato limite ultimo, ma con azioni derivanti dalle forze indotte dall'azione sismica.

## 8.4 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI DANNO

### 8.4.1 Verifiche di resistenza

Avendo progettato con un fattore di comportamento  $q$  pari ad 1, lo spettro relativo all'SLV risulta necessariamente sempre maggiore di quello all'SLD. Perciò il soddisfacimento delle verifiche di resistenza all'SLV implica il soddisfacimento delle verifiche all'SLD.

## 8.5 VERIFICHE AGLI STATI LIMITE DI OPERATIVITA'

### 8.5.1 Verifiche di rigidità

Per le costruzioni ricadenti in classe d'uso IV, si deve controllare che l'azione sismica di progetto non produca danni agli elementi costruttivi senza funzione strutturale tali da rendere temporaneamente non operativa la costruzione.

Questa condizione si può ritenere soddisfatta quando gli spostamenti di interpiano ottenuti dall'analisi in presenza dell'azione sismica di progetto relativa allo SLO siano inferiori ai 2/3 dei limiti indicati per classi d'uso I e II.

Il limite scelto è pari a:

$$dr < 2/3 * 0,005h$$

Dove:

dr spostamento d'interpiano

h altezza d'interpiano

## 9 COMBINAZIONI DI CARICO

Le combinazioni e i coefficienti moltiplicativi delle singole azioni vengono definiti in base a quanto indicato al paragrafo 5.1.3.12. del D.M.14/01/08 per quello che riguarda le strutture assimilabili a ponti/viadotti e che sorreggono carichi variabili da traffico.

**Tabella 5.1.IV – Valori caratteristici delle azioni dovute al traffico**

Gruppo di azioni	Carichi sulla carreggiata					Carichi su marciapiedi e piste ciclabili
	Carichi verticali			Carichi orizzontali		Carichi verticali
	Modello principale (Schemi di carico 1, 2, 3, 4, 6)	Veicoli speciali	Folla (Schema di carico 5)	Frenatura $q_3$	Forza centrifuga $q_4$	Carico uniformemente distribuito
1	Valore caratteristico					Schema di carico 5 con valore di combinazione $2,5 \text{ kN/m}^2$
2 a	Valore frequente			Valore caratteristico		
2 b	Valore frequente				Valore caratteristico	
3 (*)						Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
4 (**)			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$			Schema di carico 5 con valore caratteristico $5,0 \text{ kN/m}^2$
5 (***)	Da definirsi per il singolo progetto	Valore caratteristico o nominale				
(*) Ponti di 3ª categoria						
(**) Da considerare solo se richiesto dal particolare progetto (ad es. ponti in zona urbana)						
(***) Da considerare solo se si considerano veicoli speciali						

**RELAZIONE DI CALCOLO**

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

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00
<sup>(1)</sup> Equilibrio che non coinvolga i parametri di deformabilità e resistenza del terreno; altrimenti si applicano i valori di GEO. <sup>(2)</sup> Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti. <sup>(3)</sup> 1,30 per instabilità in strutture con precompressione esterna <sup>(4)</sup> 1,20 per effetti locali					

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Tabella 5.1.VI - Coefficienti  $\psi$  per le azioni variabili per ponti stradali e pedonali**

Azioni	Gruppo di azioni (Tabella 5.1.IV)	Coefficiente $\psi_0$ di combinazione	Coefficiente $\psi_1$ (valori frequenti)	Coefficiente $\psi_2$ (valori quasi permanenti)
Azioni da traffico (Tabella 5.1.IV)	Schema 1 (Carichi tandem)	0,75	0,75	0,0
	Schemi 1, 5 e 6 (Carichi distribuiti)	0,40	0,40	0,0
	Schemi 3 e 4 (carichi concentrati)	0,40	0,40	0,0
	Schema 2	0,0	0,75	0,0
	2	0,0	0,0	0,0
	3	0,0	0,0	0,0
Vento $q_5$	4 (folla)	----	0,75	0,0
	5	0,0	0,0	0,0
	Vento a ponte scarico			
	SLU e SLE	0,6	0,2	0,0
Neve $q_5$	Esecuzione	0,8	----	0,0
	Vento a ponte carico	0,6		
Temperatura	SLU e SLE	0,0	0,0	0,0
	esecuzione	0,8	0,6	0,5
	$T_k$	0,6	0,6	0,5

Come sopra esposto, si è fatto riferimento all'approccio 2 e quindi a coefficienti A1 – M1 – R3.

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 9

**Condizione**

- 1 G1k\_Strutturale
- 2 G2.1k\_Geo su calotta
- 3 G2.2k\_Spinta a riposo
- 4 Q1\_Veicolo tandem
- 5 Q2\_Veicolo distribuito
- 6 E\_Spinta sismica+X\_SLV
- 7 E\_Spinta sismica+X\_SLO
- 8 Sisma OSLU
- 9 Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico numero**

1	SLU_TANDEM
2	SLU_DISTRIBUITO

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
1	1.35	1.35	1.35	1.5	0.6
2	1.35	1.35	1.35	1.125	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

3	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	6	8
3	1	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

4	RARA_TANDEM
5	RARA_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
4	1	1	1	1	0.4
5	1	1	1	0.75	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

6	FRE_TANDEM
7	FRE_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
6	1	1	1	0.75	
7	1	1	1		0.4

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

8 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2 3**

8 1 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

9 Sisma 0

**Comb.\Cond 1 2 3 9**

9 1 1 1 1

## 10 RISULTATI DELLE ANALISI SEZIONE SCATOLARE

### 10.1 INVILUPPO SOLLECITAZIONI

#### Inviluppo sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 2 3	<b>-120.94 [kN]</b>	Comb. 1	Max trave 9 10	119.64 [kN]	Comb. 1
Pressioni sul terreno	Min trave 10 11	0.123 [MPa]	Comb. 2	Max trave 1 2	0.020 [MPa]	Comb. 3
Momento flettente	Min trave 2 3	<b>-46.56 [kNm]</b>	Comb. 2	Max trave 6 7	28.55 [kNm]	Comb. 1
Momento torcente	Min trave 2 3	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max trave 1 2	0.00 [kNm]	Comb. 3

#### Inviluppo sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 33 34	44.47 [kN]	Comb. 8	Max asta 33 34	<b>68.23 [kN]</b>	Comb. 2
Taglio piano 1-2	Min asta 33 34	<b>-166.01 [kN]</b>	Comb. 1	Max asta 26 27	163.96 [kN]	Comb. 1
Taglio piano 1-3	Min asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 2	Max asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 29 30	-49.60 [kNm]	Comb. 1	Max asta 33 34	<b>52.28 [kNm]</b>	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 27	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 33 34	0.00 [kNm]	Comb. 2

#### Inviluppo sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X30

Sforzo normale	Min asta 26 24	68.05 kN]	Comb. 3	Max asta 13 10	<b>190.31 [kN]</b>	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	-68.23 [kN]	Comb. 2	Max asta 12 2	<b>75.58 [kN]</b>	Comb. 3
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 2	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	-48.16 [kNm]	Comb. 1	Max asta 34 25	<b>52.28 [kNm]</b>	Comb. 2
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 2

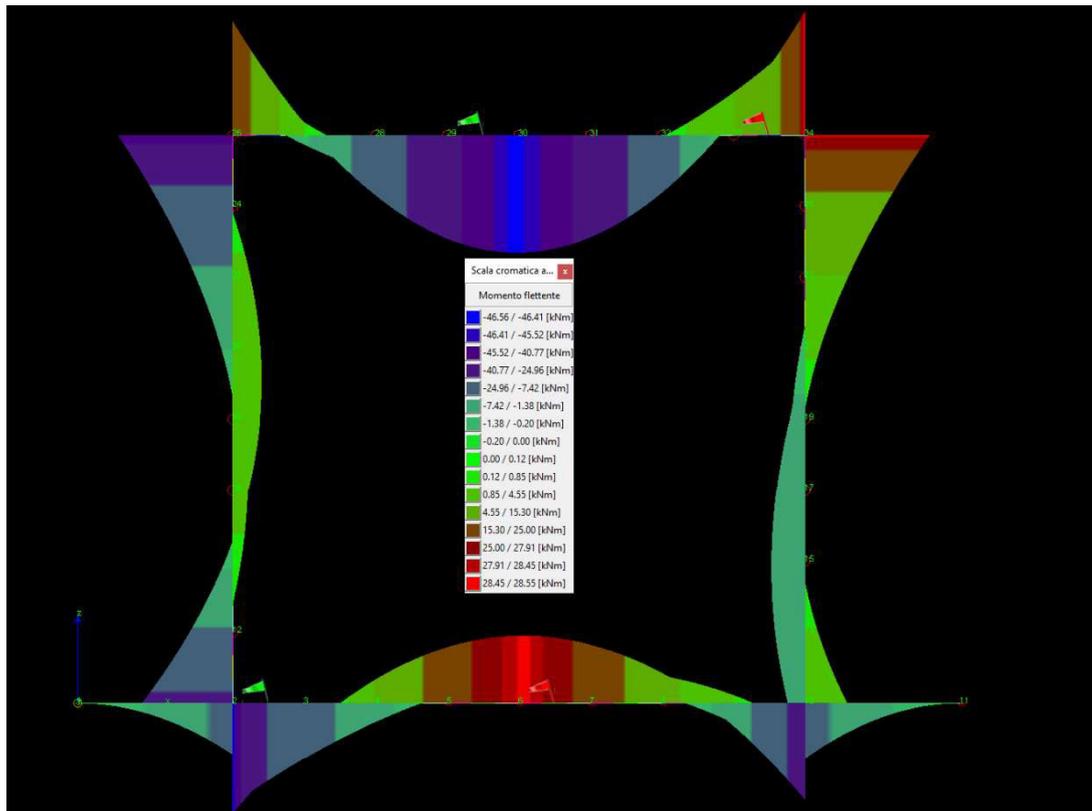


Figura 10-1"Diagramma involuppo momenti flettenti"

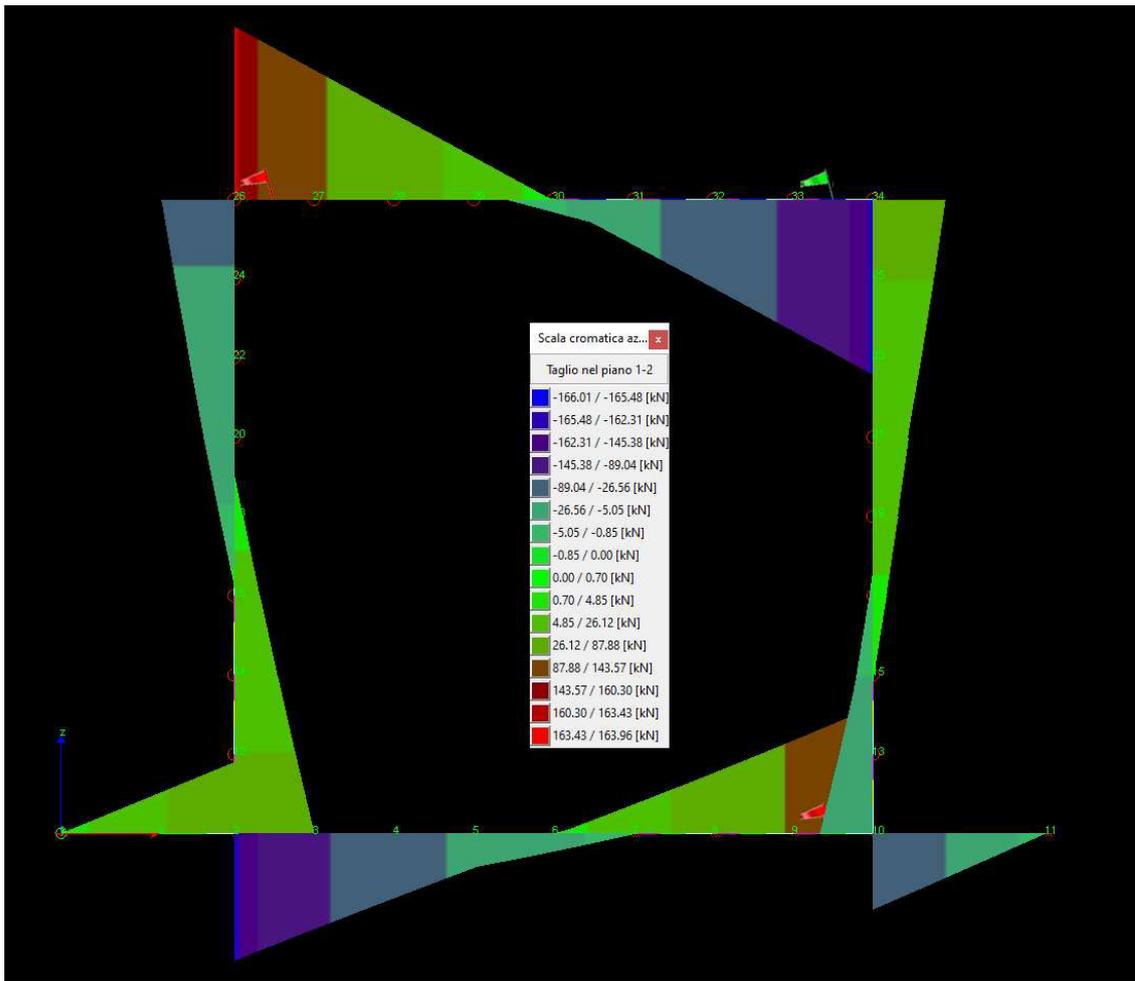


Figura 10-2 "Involuppo diagramma taglio"

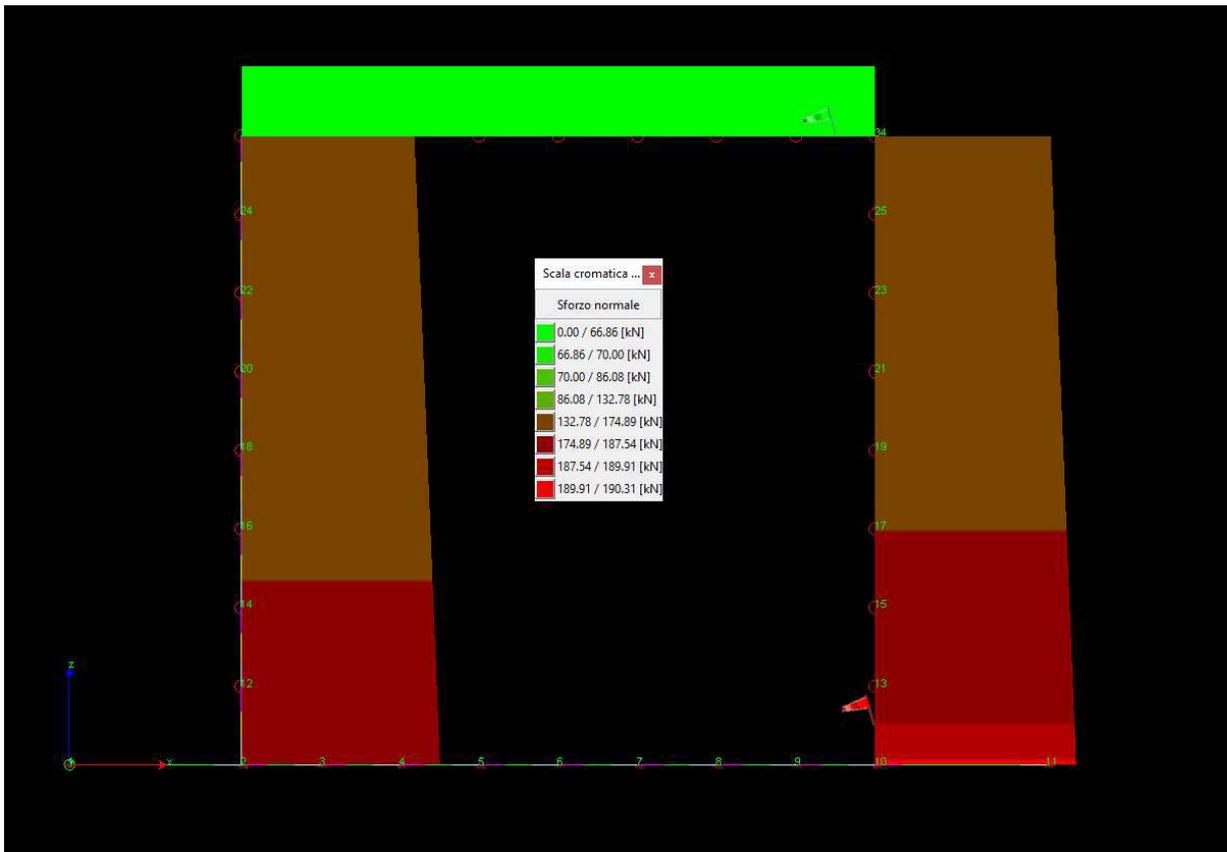


Figura 10-3 "Diagramma involuppo sforzo normale"

## 10.2 PRESSIONI TERRENO

### Pressioni massime su terreno di fondazione

#### Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Elemento	Combinazione		P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	2	<b>-0.123</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 5 6	2	-0.105

#### Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Elemento	Combinazione		P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	3	<b>-0.101</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 1 2	3	-0.020

#### Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Elemento	Combinazione		P [MPa]
----------	--------------	--	------------

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	5	<b>-0.088</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 5 6	5	-0.076

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 1 2	6	-0.076
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 5 6	7	-0.061

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	8	-0.062
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 7	8	-0.059

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	9	<b>-0.071</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 1 2	9	-0.052

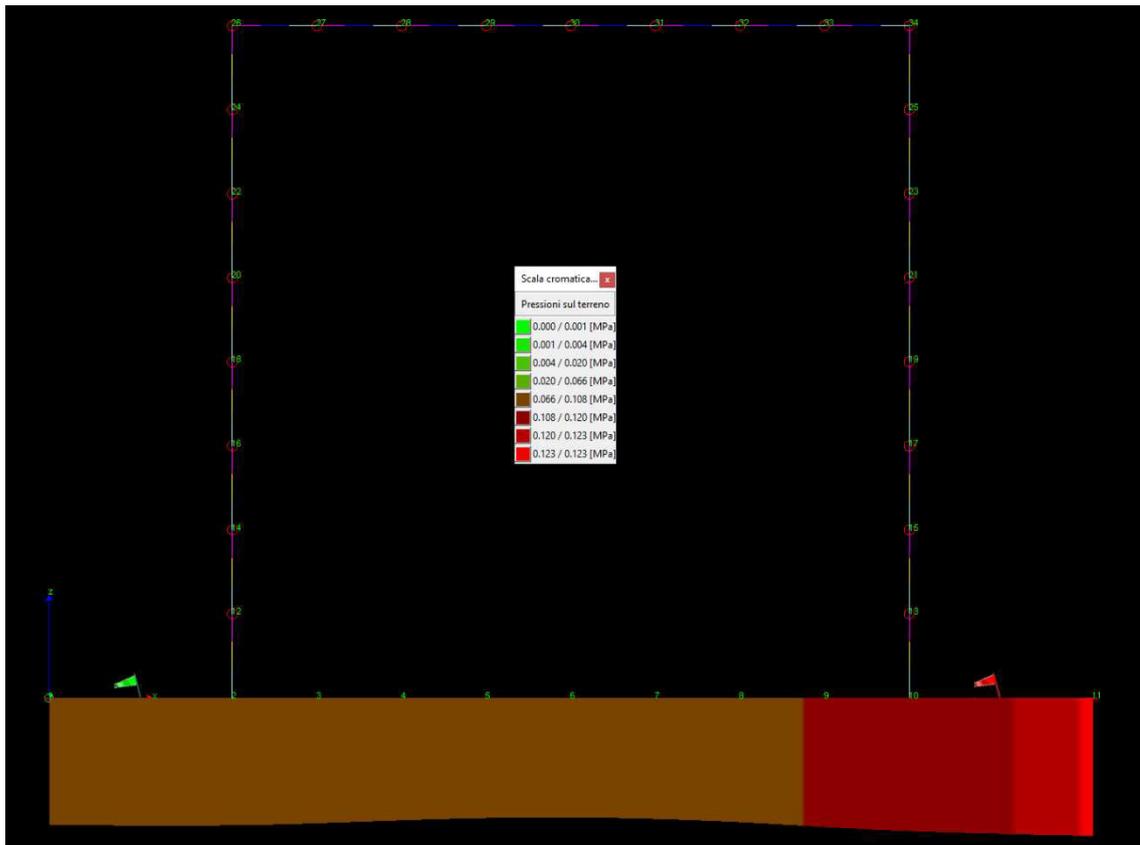


Figura 10-4 "Diagramma involuopo pressioni terreno"

### 10.3 SOLLECITAZIONI RARE

#### Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 2 3	<b>-86.98 [kN]</b>	Comb. 4	Max trave 9 10	86.11 [kN]	Comb. 4
Pressioni sul terreno	Min trave 10 11	0.088 [MPa]	Comb. 5	Max trave 5 6	0.076 [MPa]	Comb. 5
Momento flettente	Min trave 2 3	<b>-33.55 [kNm]</b>	Comb. 5	Max trave 6 7	20.29 [kNm]	Comb. 4
Momento torcente	Min trave 2 3	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max trave 1 2	0.00 [kNm]	Comb. 5

#### Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X30

Sforzo normale	Min asta 33 34	48.67 [kN]	Comb. 4	Max asta 33 34	<b>49.94 [kN]</b>	Comb. 5
Taglio piano 1-2	Min asta 33 34	<b>-118.78 [kN]</b>	Comb. 4	Max asta 26 27	117.41 [kN]	Comb. 4
Taglio piano 1-3	Min asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 5	Max asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 4
Momento torcente	Min asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 4
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 29 30	-35.26 [kNm]	Comb. 4	Max asta 33 34	<b>37.53 [kNm]</b>	Comb. 5

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 27	-0.00 [kNm]	Comb. 5	Max asta 33 34	0.00 [kNm]	Comb. 5
-------------------------	----------------	-------------	---------	----------------	------------	---------

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X40

Sforzo normale	Min asta 26 24	114.67 [kN]	Comb. 5	Max asta 13 10	<b>136.78 [kN]</b>	Comb. 4
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	<b>-49.94 [kN]</b>	Comb. 5	Max asta 34 25	<b>49.94 [kN]</b>	Comb. 5
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 5	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 5
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	-34.78 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	<b>37.53 [kNm]</b>	Comb. 5
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 4	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 5

**10.4 SOLLECITAZIONI FREQUENTI**

Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X40

Taglio	Min trave 2 3	<b>-78.77 [kN]</b>	Comb. 6	Max trave 9 10	<b>78.77 [kN]</b>	Comb. 6
Pressioni sul terreno	Min trave 1 2	0.076 [MPa]	Comb. 6	Max trave 5 6	0.061 [MPa]	Comb. 7
Momento flettente	Min trave 9 10	<b>-28.70 [kNm]</b>	Comb. 6	Max trave 6 7	17.81 [kNm]	Comb. 6
Momento torcente	Min trave 2 3	-0.00 [kNm]	Comb. 7	Max trave 1 2	0.00 [kNm]	Comb. 7

Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X40

Sforzo normale	Min asta 33 34	45.80 [kN]	Comb. 7	Max asta 33 34	<b>46.63 [kN]</b>	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 33 34	<b>-105.58 [kN]</b>	Comb. 6	Max asta 26 27	<b>105.58 [kN]</b>	Comb. 6
Taglio piano 1-3	Min asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 7	Max asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 30 31	-30.86 [kNm]	Comb. 6	Max asta 26 27	<b>32.48 [kNm]</b>	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 27	-0.00 [kNm]	Comb. 7	Max asta 33 34	0.00 [kNm]	Comb. 7

Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X40

Sforzo normale	Min asta 26 24	84.64 [kN]	Comb. 7	Max asta 13 10	<b>123.58 [kN]</b>	Comb. 6
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	<b>-46.63 [kN]</b>	Comb. 6	Max asta 34 25	<b>46.63 [kN]</b>	Comb. 6
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 6
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 7
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	<b>-32.48 [kNm]</b>	Comb. 6	Max asta 34 25	<b>32.48 [kNm]</b>	Comb. 6
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 6	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 6

## 10.5 SOLLECITAZIONI QUASI PERMANENTI

### Sollecitazioni fondazione

Trave di fondazione Sezione numero 1 Rett. FONDAZIONE 100X30

Taglio	Min trave 2 3	-63.58 [kN]	Comb. 8	Max trave 9 10	<b>63.58 [kN]</b>	Comb. 8
Pressioni sul terreno	Min trave 10 11	0.062 [MPa]	Comb. 8	Max trave 6 7	0.059 [MPa]	Comb. 8
Momento flettente	Min trave 9 10	<b>-25.03 [kNm]</b>	Comb. 8	Max trave 6 7	12.63 [kNm]	Comb. 8
Momento torcente	Min trave 9 10	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max trave 10 11	0.00 [kNm]	Comb. 8

### Sollecitazioni impalcato

Trave Sezione numero 1 Rett. IMPALCATO 100X40

Sforzo normale	Min asta 33 34	44.47 [kN]	Comb. 8	Max asta 33 34	<b>44.47 [kN]</b>	Comb. 8
Taglio piano 1-2	Min asta 33 34	<b>-81.00 [kN]</b>	Comb. 8	Max asta 26 27	<b>81.00 [kN]</b>	Comb. 8
Taglio piano 1-3	Min asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 33 34	-0.00 [kN]	Comb. 8
Momento torcente	Min asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 33 34	-0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 30 31	-21.87 [kNm]	Comb. 8	Max asta 26 27	<b>26.73 [kNm]</b>	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 27	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 33 34	0.00 [kNm]	Comb. 8

### Sollecitazioni piedritti

Trave Sezione numero 2 Rett. PIEDRITTI 100X40

Sforzo normale	Min asta 34 25	81.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 13 10	<b>99.00 [kN]</b>	Comb. 8
Taglio piano 1-2	Min asta 26 24	<b>-44.47 [kN]</b>	Comb. 8	Max asta 34 25	<b>44.47 [kN]</b>	Comb. 8
Taglio piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kN]	Comb. 8	Max asta 34 25	0.00 [kN]	Comb. 8
Momento torcente	Min asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 26 24	<b>-26.73 [kNm]</b>	Comb. 8	Max asta 34 25	<b>26.73 [kNm]</b>	Comb. 8
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 26 24	-0.00 [kNm]	Comb. 8	Max asta 34 25	0.00 [kNm]	Comb. 8

## 11 VERIFICHE

### 11.1 SLU/SLV

#### 11.1.1 Soletta fondazione - flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

**Titolo:** Soletta

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	5
2	15,71	25

**Tipo Sezione**

Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**

S.L.U. Metodo n

N <sub>Ed</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/> kN
M <sub>xEd</sub>	<input type="text" value="46,56"/>	<input type="text" value="0"/> kNm
M <sub>yEd</sub>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

**P.to applicazione N**

Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**

S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**

Retta  Deviata

**Materiali**

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/>
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="18,13"/>
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/> ?
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="12,25"/>
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0,7333"/>
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="2,114"/>

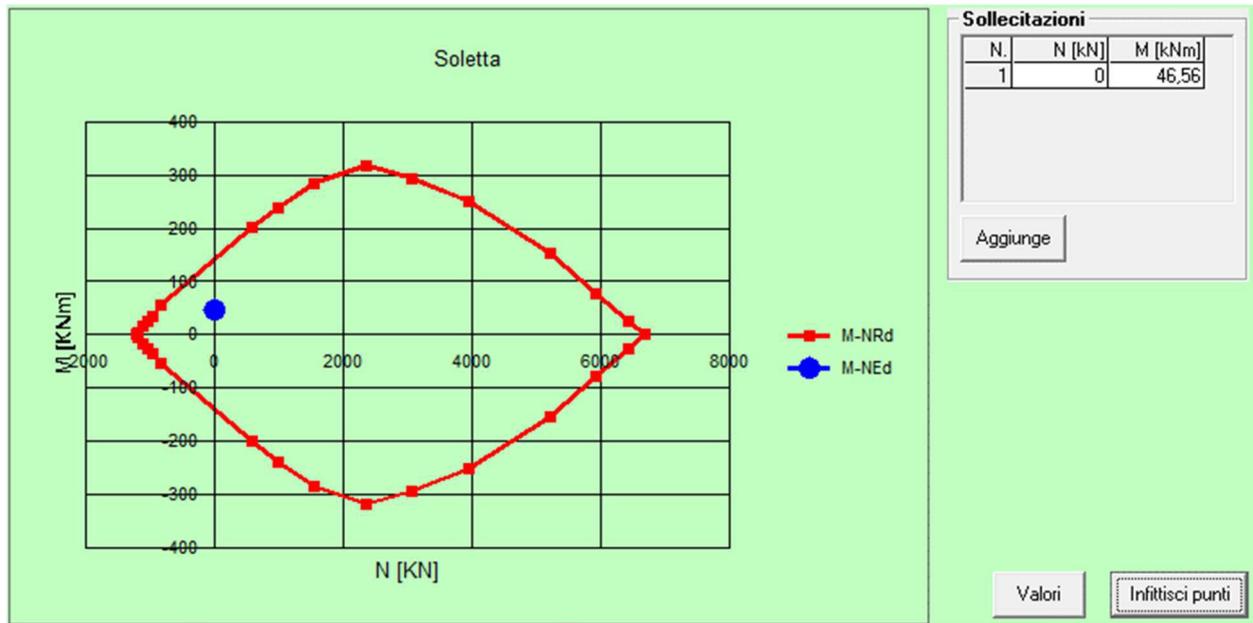
M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub>  ‰  
ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso



### 11.1.2 Soletta fondazione – taglio

**Verifica a taglio**

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	$V_{Ed}$	120940	N
resistenza calcestruzzo	$R_{ck}$	40	N/mm <sup>2</sup>
	$f_{ck}$	33,2	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	$\gamma_c$	1,5	
altezza	$h$	300	mm
copriferro	$c$	50	mm
altezza utile	$d$	250	mm
larghezza minima sezione	$b_w$	1000	mm
armatura longitudinale	$A_{sl}$	1570	mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	$A_c$	300000	mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	$N_{Ed}$	0	N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	$k$	1,8944272	
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	$v_{min}$	0,5258404	

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	$\rho_1$	0,00628	
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	$\sigma_{cp}$	0	N/mm <sup>2</sup>

rapporto geometrico di  
armatura longitudinale  
tensione media di  
compressione della sezione

Resistenza a taglio	$V_{Rd}$	156422,21	N
---------------------	----------	-----------	---

$$V_{Rd} = \{(0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

**11.1.3 Impalcato – flessione**

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 8Ø20 = 25,13cmq Afs=8Ø20 = 25,13cmq

**Titolo :** Impalcato

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	25,13	5
2	25,13	25

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N <sub>Ed</sub>	68,23	0	kN
M <sub>xEd</sub>	52,28	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	67,5 ‰	ε <sub>c2</sub>	2 ‰
f <sub>yd</sub>	391,3 N/mm²	ε <sub>cu</sub>	3,5 ‰
E <sub>s</sub>	200 000 N/mm²	f <sub>cd</sub>	18,13
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0,8
ε <sub>syd</sub>	1,957 ‰	σ <sub>c,adm</sub>	12,25
σ <sub>s,adm</sub>	255 N/mm²	τ <sub>co</sub>	0,7333
		τ <sub>c1</sub>	2,114

M<sub>xRd</sub>  kN m

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>c</sub>  ‰

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x  x/d

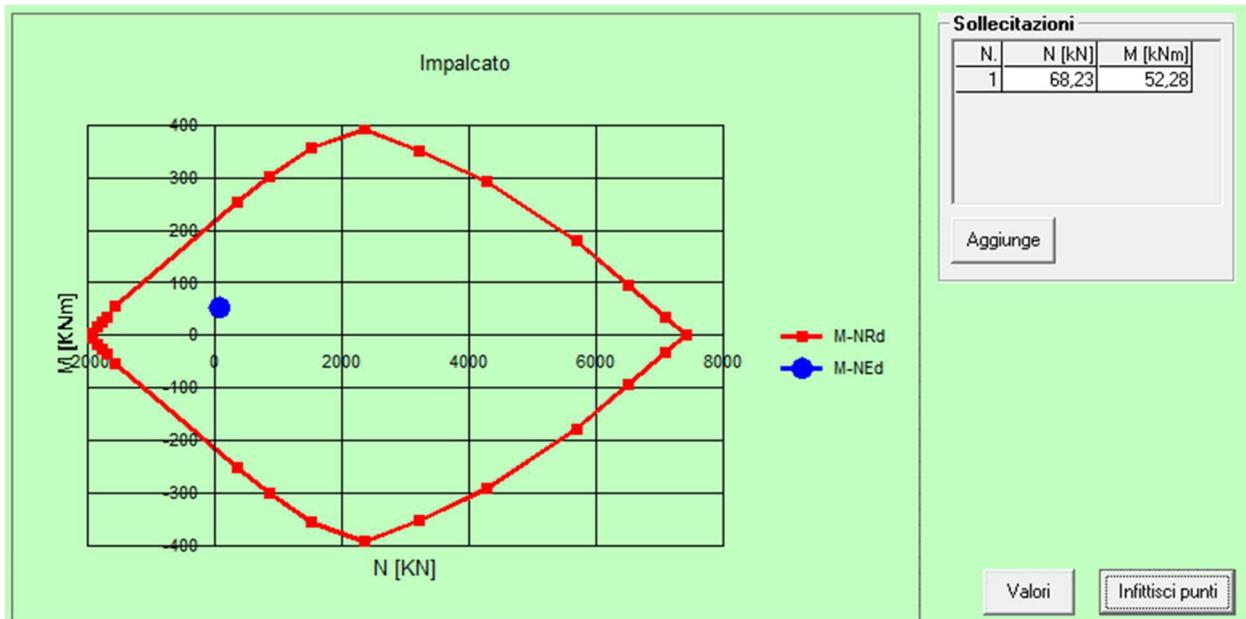
δ

N° rett.

Calcola MRd

L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso



### 11.1.4 Impalcato – taglio

#### Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	<b>V<sub>Ed</sub></b>	166010	N
resistenza calcestruzzo	<b>R<sub>ck</sub></b>	40	N/mm <sup>2</sup>
	<b>f<sub>ck</sub></b>	33,2	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	<b>γ<sub>c</sub></b>	1,5	
altezza	<b>h</b>	300	mm
copriferro	<b>c</b>	50	mm
altezza utile	<b>d</b>	250	mm
larghezza minima sezione	<b>b<sub>w</sub></b>	1000	mm
armatura longitudinale	<b>A<sub>sl</sub></b>	2512	mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	<b>A<sub>c</sub></b>	300000	mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	<b>N<sub>Ed</sub></b>	68230	N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	<b>k</b>	1,8944272
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	<b>v<sub>min</sub></b>	0,5258404

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	<b>ρ<sub>1</sub></b>	0,010048	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,2274333	N/mm <sup>2</sup> tensione media di compressione della sezione

Resistenza a taglio	<b>V<sub>Rd</sub></b>	191481,28	N
---------------------	-----------------------	-----------	---

$$V_{Rd} = \{(0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$$

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

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

### 11.1.5 Piedritti - flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

**Titolo:** Piedritti

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	30

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15,71	5
2	15,71	25

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**

B450C		C32/40	
ε <sub>su</sub>	<input type="text" value="67,5"/> ‰	ε <sub>c2</sub>	<input type="text" value="2"/> ‰
f <sub>yd</sub>	<input type="text" value="391,3"/> N/mm²	ε <sub>cu</sub>	<input type="text" value="3,5"/> ‰
E <sub>s</sub>	<input type="text" value="200 000"/> N/mm²	f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="18,13"/> N/mm²
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	<input type="text" value="15"/>	f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	<input type="text" value="0,8"/> ?
ε <sub>syd</sub>	<input type="text" value="1,957"/> ‰	σ <sub>c,adm</sub>	<input type="text" value="12,25"/> N/mm²
σ <sub>s,adm</sub>	<input type="text" value="255"/> N/mm²	τ <sub>co</sub>	<input type="text" value="0,7333"/>
		τ <sub>c1</sub>	<input type="text" value="2,114"/>

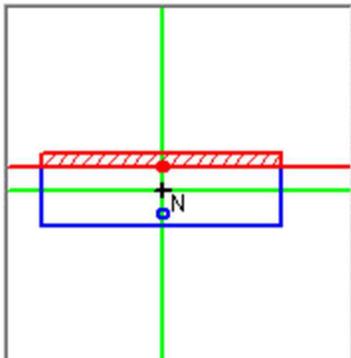
M<sub>xRd</sub>  kN m

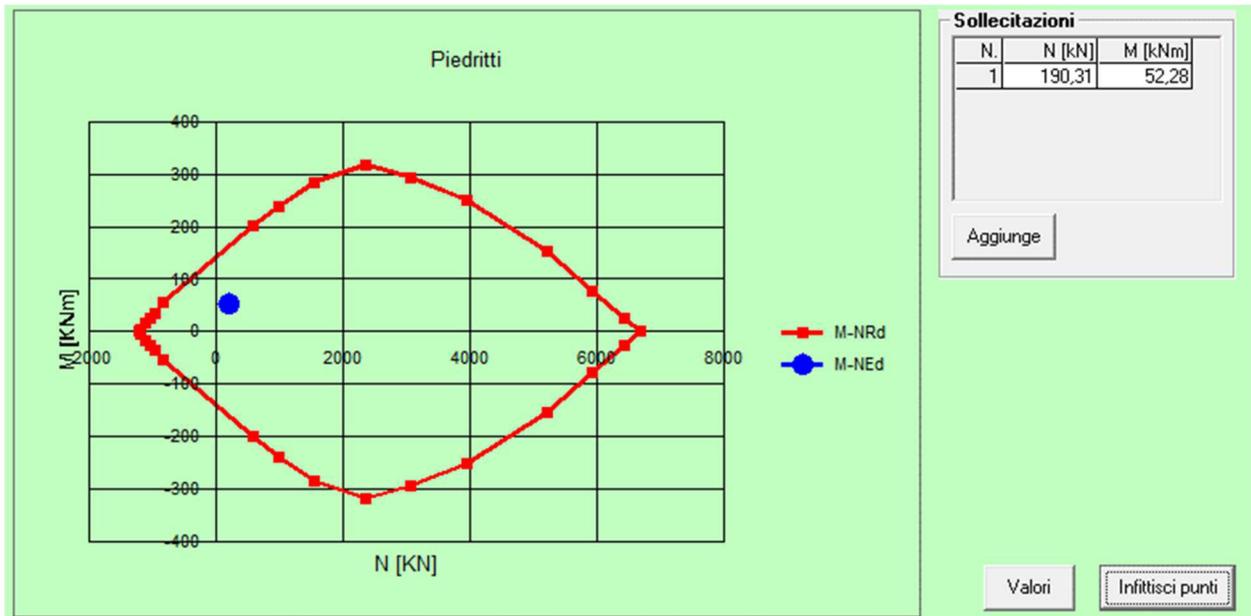
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N   
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello

Precompresso





### 11.1.6 Piedritti – taglio

#### Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	<b>V<sub>Ed</sub></b>	75580 N
resistenza calcestruzzo	<b>R<sub>ck</sub></b>	40 N/mm <sup>2</sup>
	<b>f<sub>ck</sub></b>	33,2 N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	<b>γ<sub>c</sub></b>	1,5
altezza	<b>h</b>	300 mm
copriferro	<b>c</b>	50 mm
altezza utile	<b>d</b>	250 mm
larghezza minima sezione	<b>b<sub>w</sub></b>	1000 mm
armatura longitudinale	<b>A<sub>sl</sub></b>	1570 mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	<b>A<sub>c</sub></b>	300000 mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	<b>N<sub>Ed</sub></b>	190310 N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	<b>k</b>	1,8944272
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	<b>v<sub>min</sub></b>	0,5258404

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	<b>ρ<sub>1</sub></b>	0,00628	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0,6343667 N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione della sezione

Resistenza a taglio	<b>V<sub>Rd</sub></b>	180210,96 N
---------------------	-----------------------	-------------

$$V_{Rd} = \{ (0,18 * k * (100 * \rho_1 * f_{ck})^{1/3} / \gamma_c + 0,15 * \sigma_{cp} \} * b_w * d \geq (v_{min} + 0,15 * \sigma_{cp}) * b_w * d$$

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

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

## 11.2 SLE

### 11.2.1 Impalcato

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 8Ø20 = 25,13cmq Afs=8Ø20 = 25,13cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M <sub>Ed</sub>	37,5	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	92,84	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	126706590	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	σ <sub>c,caratt</sub>	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	σ <sub>s</sub>	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b>σ<sub>c</sub></b>	<b>2,75</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b>σ<sub>s</sub></b>	<b>69,82</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	M <sub>Ed</sub>	26,7	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	j	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[-]
Copriferro	d'	50	[-]
Altezza utile della sezione	d'	250	[-]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	92,84	[mm]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	126706590	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>1,96</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>49,73</b>	<b>[MPa]</b>

**CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS**

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	2513	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S <sub>rif,max</sub>	300	[mm]

**Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente**

<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>	<b>26,73</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	92,84	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	49,73	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>t</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	69,0530755	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	69053,0755	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,03640	[-]
Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000042	[-]
		0,000149	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k <sub>1</sub>	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k <sub>2</sub>	0,5	[-]
	k <sub>3</sub>	3,4	[-]
	k <sub>4</sub>	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S <sub>r,max</sub>	263,42	[mm]
		263,42	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0393</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,2</b>	<b>[mm]</b>

**Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente**

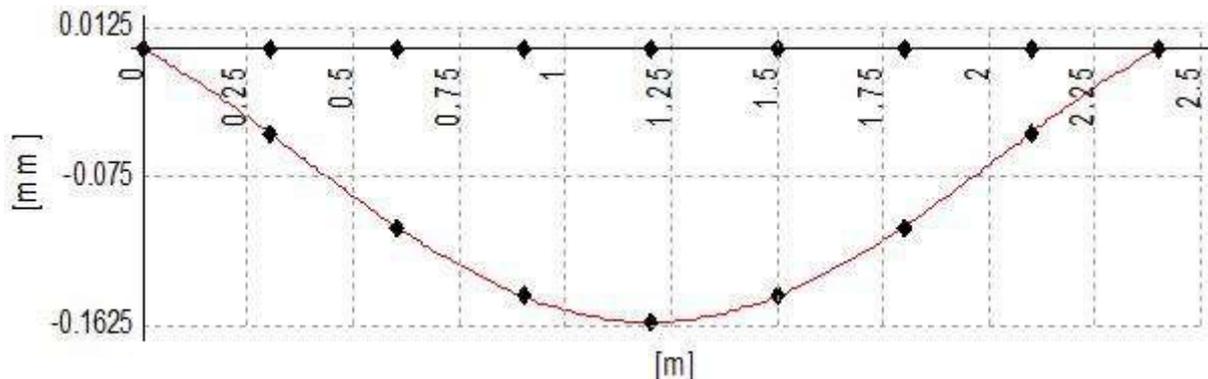
RELAZIONE DI CALCOLO

<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b>M<sub>Ed,freq.</sub></b>	<b>32,48</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	92,84	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	60,43	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	69,0530755	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	69053,0755	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_p,eff$	0,03640	[-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000095	[-]
		0,000181	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5	[-]
	$k_3$	3,4	[-]
	$k_4$	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	263,42	[mm]
		263,42	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0478</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,3</b>	<b>[mm]</b>

DEFORMABILITA'

Asta Nodi	Sezione	Jx [cm <sup>4</sup> ]	Jy [cm <sup>4</sup> ]
26 - 27	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
27 - 28	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
28 - 29	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
29 - 30	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
30 - 31	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
31 - 32	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
32 - 33	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000
33 - 34	1 Rett. Impalcato B 100 H 30 [cm]	2500000	225000

RELAZIONE DI CALCOLO



Lunghezza dell'asta 2.40 [m]

Freccia massima nel piano 1-2 combinazione 8: -0.2 [mm] VERIFICATO

Freccia massima nel piano 1-3 combinazione 8: 0.0 [mm]

Rapporto f/L nel piano 1-2 1/-14869

Rapporto f/L nel piano 1-3 1/∞

11.2.2 Piedritti

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

Afi= 5Ø20 = 15,71cmq Afs=5Ø20 = 15,71cmq

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	37,5	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	n	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A_s'$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	x	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	J	872736268,3	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>3,47</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>109,16</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	26,7	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	250	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	872736268,	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>2,47</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>77,75</b>	<b>[MPa]</b>

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	$c$	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	$s$	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	300	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>	<b>26,73</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	77,75	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	73075,3875	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150	[-]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000064 [-] 0,000233 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>W_k</math></b>	<b>0,0765 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>W_{max}</math></b>	<b>0,2 [mm]</b>
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente</b>		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b><math>M_{Ed,freq.}</math></b>	<b>32,48 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	80,77 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	94,47 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_1$	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	73,0753875 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	73075,3875 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_p,eff$	0,02150 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000147 [-] 0,000283 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>W_k</math></b>	<b>0,0930 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>W_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

**11.2.3 Soletta fondazione**

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 30,00cm

RELAZIONE DI CALCOLO

$A_{fi} = 5\phi 20 = 15,71 \text{ cm}^2$      $A_{fs} = 5\phi 20 = 15,71 \text{ cm}^2$

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	33,6	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	872736268,3	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>3,11</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>97,58</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	25,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	300	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	250	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	80,77	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	872736268,3	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	$\sigma_c$	<b>2,32</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	$\sigma_s$	<b>72,80</b>	<b>[MPa]</b>

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	300	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	250	[mm]
Area dell'armatura tesa	As	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A's	1571	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S <sub>rif,max</sub>	300	[mm]
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente</b>			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>	<b>25,03</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	72,80	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>i</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	73075,3875	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_p,eff$	0,02150	[-]
Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000039	[-]
		0,000218	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k <sub>1</sub>	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k <sub>2</sub>	0,5	[-]
	k <sub>3</sub>	3,4	[-]
	k <sub>4</sub>	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S <sub>r,max</sub>	328,17	[mm]
		328,17	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,0717</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,2</b>	<b>[mm]</b>
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente</b>			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b>M<sub>Ed,freq.</sub></b>	<b>28,7</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	80,77	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	83,48	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>i</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	73,0753875	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	73075,3875	[mm <sup>2</sup> ]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,02150 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000092 [-] 0,000250 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	328,17 [mm] 328,17 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,0822 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

**11.3 SLO**

La normativa NTC2008 prescrive, per le costruzioni che ricadono in classe d'uso IV, verifiche di rigidezza allo stato limite di operatività.

Data la difficoltà di inserire la struttura in esame tra le categorie elencate al 7.3.7.2 delle NTC2008, si è deciso, in via cautelativa, di verificare suddetto stato limite con il valore di controllo più basso, ossia  $d_r < 0,005h$ , ulteriormente moltiplicato per 2/3 così come richiesto.

In definitiva il valore massimo di spostamento ammissibile è:

$$d_r = 0,005 * h * 2/3 = 0,005 * 2400 * 2/3 = 8,00 \text{ mm}$$

Massimi spostamenti differenziali orizzontali

- Fattore moltiplicativo spostamenti dovuti al sisma b 1
- c 1
- Controllo degli spostamenti di interpiano dU inferiore a 0.0033 H

Nelle combinazioni SLD b è moltiplicato per  $q_{SLD} = 1.00$

Comb.	Nodi	$U_x$		$U_y$		$U_z$		$ U_{xyz} $
		Nodi	$U_x$ [mm]	Nodi	$U_y$ [mm]	Nodi	$U_z$ [mm]	Nodi
9	10-34	0.2	2-26	0.0	10-34	-0.0	10-34	0.2

Lo spostamento nella direzione di verifica risulta essere di 0.2mm, nettamente inferiore ai limiti normativi.

## 12 ALLEGATO – TABULATI DI CALCOLO SCATOLARE

### 12.1 DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA

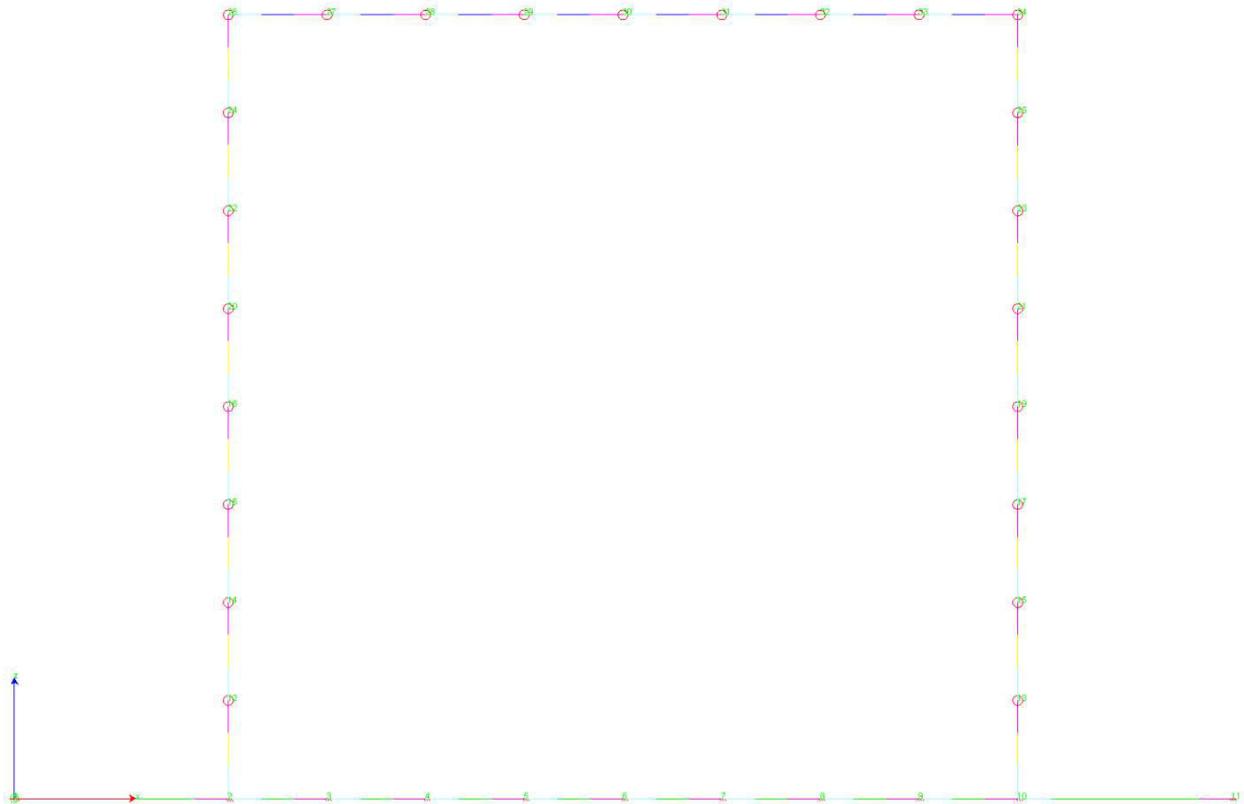


Figura 12-1 "Schema strutturale a fili"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

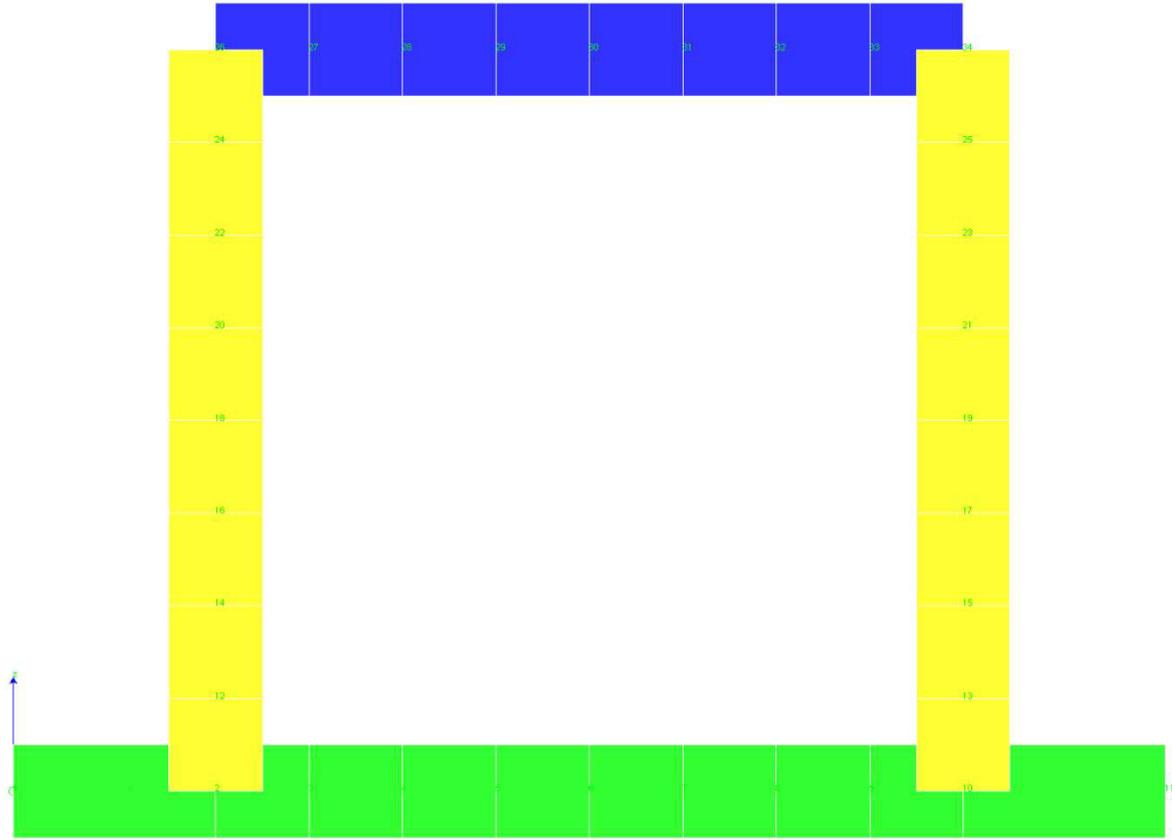


Figura 12-2"Schema strutturale solido"

**Convenzioni adottate**

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

**Nodi**

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
1	-0.65	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
2	0.00	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
3	0.30	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
4	0.60	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
5	0.90	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
6	1.20	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
7	1.50	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
8	1.80	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
9	2.10	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
10	2.40	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
11	3.05	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
12	0.00	0.00	0.30	0	0	0	0	0	0	0
13	2.40	0.00	0.30	0	0	0	0	0	0	0
14	0.00	0.00	0.60	0	0	0	0	0	0	0
15	2.40	0.00	0.60	0	0	0	0	0	0	0
16	0.00	0.00	0.90	0	0	0	0	0	0	0
17	2.40	0.00	0.90	0	0	0	0	0	0	0
18	0.00	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
19	2.40	0.00	1.20	0	0	0	0	0	0	0
20	0.00	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
21	2.40	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
22	0.00	0.00	1.80	0	0	0	0	0	0	0
23	2.40	0.00	1.80	0	0	0	0	0	0	0
24	0.00	0.00	2.10	0	0	0	0	0	0	0
25	2.40	0.00	2.10	0	0	0	0	0	0	0
26	0.00	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
27	0.30	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
28	0.60	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
29	0.90	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
30	1.20	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
31	1.50	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
32	1.80	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
33	2.10	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0
34	2.40	0.00	2.40	0	0	0	0	0	0	0

**12.2 ELEMENTI TIPO TRAVE**

Convenzioni adottate

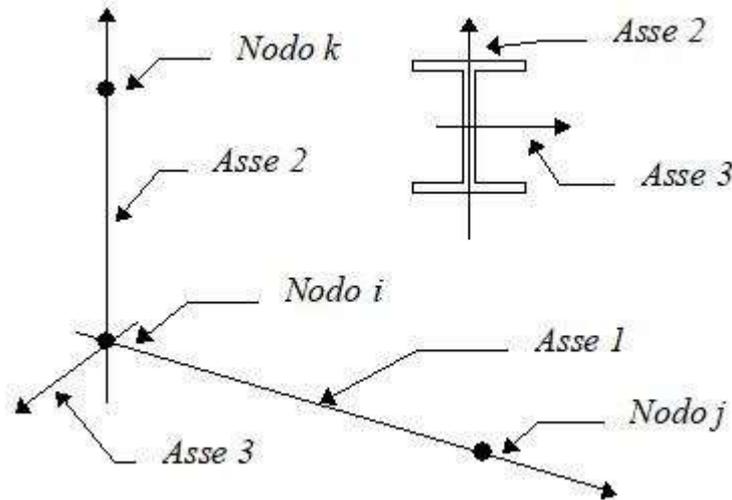
Ogni elemento tipo trave viene identificato da:

Il nodo iniziale i;

Il nodo finale j;

Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale delle travi risulta essere così disposta:



Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli alle estremità dello elemento (variabili fra 0 e 100%), nei due piani **1-2** e **1-3** della trave in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate (coefficienti **Vi12, Vj12, Vi13, Vj13**).

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Impalcato

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm²]	Jt [cm⁴]	J2 [cm⁴]	J3 [cm⁴]	J23 [cm⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

RELAZIONE DI CALCOLO

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]		
						V <sub>i12</sub>	V <sub>j12</sub>	V <sub>i13</sub>	V <sub>j13</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>j</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	d <sub>ri</sub>	d <sub>rj</sub>	
27	26	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
28	27	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
29	28	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
30	29	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
31	30	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
32	31	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
33	32	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
34	33	10000	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

12.3 ELEMENTO TIPO PILASTRO

Convenzioni adottate

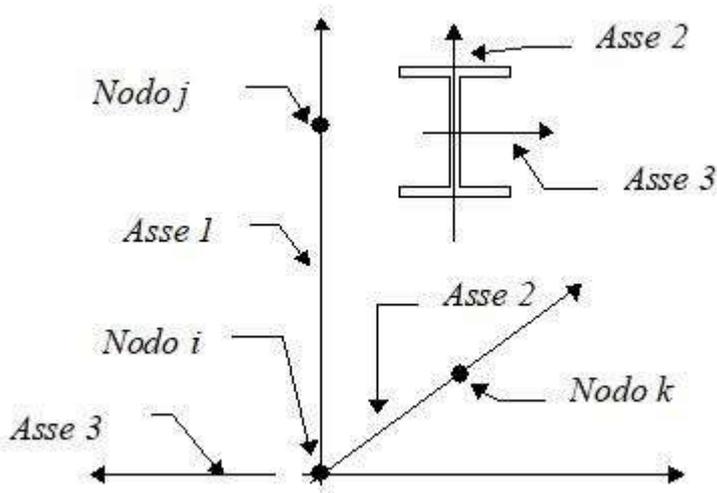
Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

Il nodo iniziale i;

Il nodo finale j;

Il nodo k che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:



Sistema di riferimento locale

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo 0% e il 100%), nei due piani 1-2 e 1-3 del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti **V<sub>i12</sub> - V<sub>j12</sub> - V<sub>i13</sub> - V<sub>j13</sub>**).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse y globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

Caratteristiche dei Materiali:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Piedritti

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm²]	Jt [cm⁴]	J2 [cm⁴]	J3 [cm⁴]	J23 [cm⁴]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]	
						V <sub>i12</sub>	V <sub>j12</sub>	V <sub>i13</sub>	V <sub>j13</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>j</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	d <sub>ri</sub>	d <sub>rj</sub>
12	2	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
14	12	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
16	14	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
18	16	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
20	18	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
22	20	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
24	22	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
26	24	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
13	10	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
15	13	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
17	15	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
19	17	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
21	19	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
23	21	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
25	23	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
34	25	10001	0.30	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

**12.4 ELEMENTO TIPO TRAVE SU SUOLO ALLA WINKLER**

Convenzioni adottate

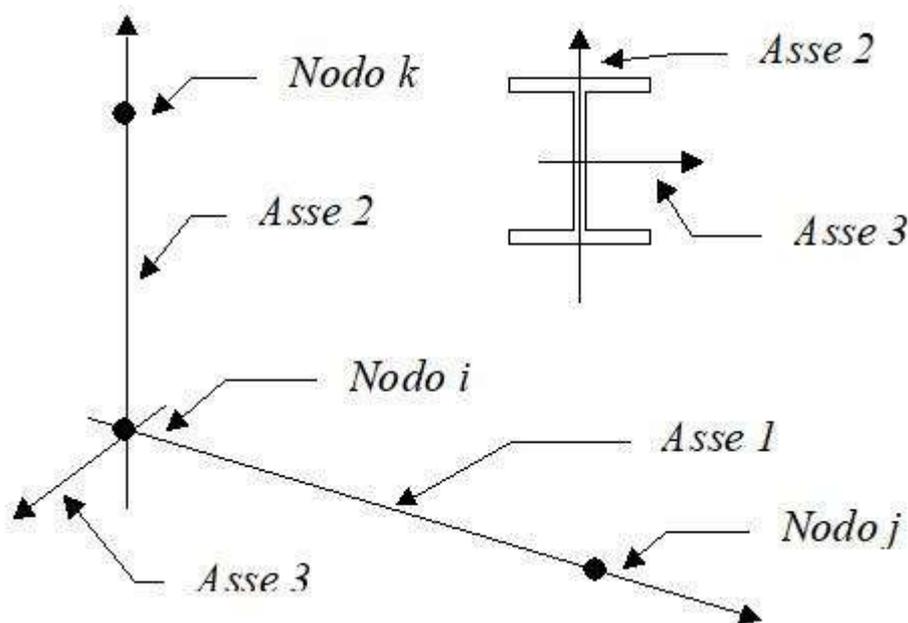
Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

Il nodo iniziale *i*;

il nodo finale *j*;

**RELAZIONE DI CALCOLO**

il nodo  $k$  che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.  
La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:



La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poichè, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Numero	k Winkler [kg/cm³]	E [MPa]	$\nu$	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Commenti	Dimensionali
1	1	Rett.	B= 100 H= 30 [cm] Terreno numero 1 Default	Soletta

Caratteristiche Inerziali:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Sezione	Materiale	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	1	300000	789387	225000	2500000	0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]
1	1	2	1	10000	1	1	0.65
1	2	3	2	10000	1	1	0.30
1	3	4	3	10000	1	1	0.30
1	4	5	4	10000	1	1	0.30
1	5	6	5	10000	1	1	0.30
1	6	7	6	10000	1	1	0.30
1	7	8	7	10000	1	1	0.30
1	8	9	8	10000	1	1	0.30
1	9	10	9	10000	1	1	0.30
1	10	11	10	10000	1	1	0.65

## 12.5 CONDIZIONI, COMBINAZIONI E ANALISI SISMICA

### Tipo di analisi Statica + Statica equivalente

Numero di condizioni di carico ... : 7

Numero di combinazioni di carico . : 9

#### Condizione

- 1 G1k\_Strutturale
- 2 G2.1k\_Geo su calotta
- 3 G2.2k\_Spinta a riposo
- 4 Q1\_Veicolo tandem
- 5 Q2\_Veicolo distribuito
- 6 E\_Spinta sismica+X\_SLV
- 7 E\_Spinta sismica+X\_SLO
- 8 Sisma OSLU
- 9 Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Combinazione di carico numero**

1	SLU_TANDEM
2	SLU_DISTRIBUITO

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
1	1.35	1.35	1.35	1.5	0.6
2	1.35	1.35	1.35	1.125	1.5

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

3	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	6	8
3	1	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

4	RARA_TANDEM
5	RARA_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
4	1	1	1	1	0.4
5	1	1	1	0.75	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

6	FRE_TANDEM
7	FRE_DISTRIBUITA

Comb.\Cond	1	2	3	4	5
6	1	1	1	0.75	
7	1	1	1		0.4

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

8	QUASI PERMANENTE
---	------------------

Comb.\Cond	1	2	3
------------	---	---	---

8 1 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Combinazione di carico numero

9 Sisma 0

Comb.\Cond 1 2 3 9

9 1 1 1 1

#### RISULTATI DELL'ANALISI DINAMICA

$I_s$  raggio d'inerzia polare di piano  $I_s = \sqrt{J_p / m}$

$X_g, Y_g, Z_g$  coordinate centro di massa Modale

$D_x, D_y$  eccentricità centro di massa-centro delle rigidezza

$K_{r_{zz}}, K_{t_{min}}, K_{t_{max}}$  rigidezze traslanti e torcenti

$r_1, r_2$  raggi giratori d'inerzia ( $r_1 = (K_{r_{zz}} / K_{t_{min}})^{1/2}$ ,  $r_2 = (K_{r_{zz}} / K_{t_{max}})^{1/2}$ )

$\Delta K_x, \Delta K_y, \Delta K_{\theta z}$  incrementi percentuali di rigidezza ( $\Delta K = (K_i - K_{i-1}) / K_{i-1}$ )

$K_{x_i}, K_{y_i}, K_{\theta z_i}$  rigidezze traslanti e torsionali del piano i-esimo rispetto agli assi globali

R ordinata dello spettro

Coeff.di Part. coefficienti di partecipazione (in letteratura  $g_{ij}$ )

$|L_i| / |L_1|$  rapporto percentuale fra i fattori di partecipazione del modo i-esimo e del primo modo

$M_{mi} / M_{mtot}$  percentuale massa modale efficace dell'i-esimo modo

Sum  
 $M_{mi} / M_{mtot}$  percentuale cumulativa delle masse modali efficaci

$\phi_{i,ux}, \phi_{i,uy}, \phi_{i,\theta z}$  spostamenti modali del nodo master

Modalità di valutazione della risposta modale

Analisi spettrale via Subspace iterator

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta  $S = CQC(S_i)$

segno risposta =  $\text{sign}(\sum S_i)$

Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modo Principale	Modale % Totale	Massa Modale
0.00 [°] SLV	2	0.08	65.8	100.0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$% L_i / L_1 $	Massa Modale	% $M_{mi}/M_{mtot}$	% $M_{mi}/M_{mtot}$	$\Sigma$
2	0.08	0.496	1.8630672455e+01		3.4710195923e+02	65.8	65.8	
5	0.02	0.351	-9.1673450470e+00	49.2	8.4040214539e+01	15.9	81.7	
7	0.01	0.308	6.6705322266e+00	35.8	4.4495998383e+01	8.4	90.2	
16	0.00	0.295	3.3576290607e+00	18.0	1.1273673058e+01	2.1	92.3	
24	0.00	0.291	2.9768640995e+00	16.0	8.8617200851e+00	1.7	94.0	
10	0.00	0.300	-2.6925706863e+00	14.5	7.2499370575e+00	1.4	95.4	
14	0.00	0.296	2.6625893116e+00	14.3	7.0893816948e+00	1.3	96.7	
18	0.00	0.293	-2.5609242916e+00	13.7	6.5583333969e+00	1.2	97.9	
30	0.00	0.290	-1.8333450556e+00	9.8	3.3611540794e+00	0.6	98.6	
36	0.00	0.290	-1.2345707417e+00	6.6	1.5241649151e+00	0.3	98.9	
29	0.00	0.290	1.1932057142e+00	6.4	1.4237399101e+00	0.3	99.1	
21	0.00	0.292	1.1247210503e+00	6.0	1.2649974823e+00	0.2	99.4	
40	0.00	0.290	1.0340583324e+00	5.6	1.0692766905e+00	0.2	99.6	
47	0.00	0.289	1.0252642632e+00	5.5	1.0511667728e+00	0.2	99.8	
42	0.00	0.289	-7.8779393435e-01	4.2	6.2061929703e-01	0.1	99.9	
54	0.00	0.289	5.3975147009e-01	2.9	2.9133164883e-01	0.1	100.0	
45	0.00	0.289	-3.1433087587e-01	1.7	9.8803900182e-02	0.0	100.0	
70	0.00	0.289	2.9961392283e-01	1.6	8.9768499136e-02	0.0	100.0	
35	0.00	0.290	2.1550603211e-01	1.2	4.6442851424e-02	0.0	100.0	
72	0.00	0.289	-6.1151701957e-02	0.3	3.7395306863e-03	0.0	100.0	
67	0.00	0.289	5.5472265929e-02	0.3	3.0771722086e-03	0.0	100.0	
64	0.00	0.289	4.1927095503e-02	0.2	1.7578813713e-03	0.0	100.0	
50	0.00	0.289	-3.4101452678e-02	0.2	1.1629090877e-03	0.0	100.0	
75	0.00	0.289	-1.9992956892e-02	0.1	3.9971832302e-04	0.0	100.0	
78	0.00	0.289	7.5511713512e-03	0.0	5.7020188251e-05	0.0	100.0	
73	0.00	0.289	-5.8031380177e-03	0.0	3.3676409657e-05	0.0	100.0	
66	0.00	0.289	-2.9984575231e-03	0.0	8.9907471192e-06	0.0	100.0	
80	0.00	0.289	-6.1466230545e-04	0.0	3.7780975504e-07	0.0	100.0	
8	0.01	0.307	1.2458453966e-05	0.0	1.5521307850e-10	0.0	100.0	
34	0.00	0.290	-2.7856960969e-06	0.0	7.7601024565e-12	0.0	100.0	
76	0.00	0.289	2.7179285098e-06	0.0	7.3871351744e-12	0.0	100.0	
53	0.00	0.289	-2.1842829483e-06	0.0	4.7710919417e-12	0.0	100.0	
79	0.00	0.289	-1.8352188818e-06	0.0	3.3680282955e-12	0.0	100.0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

15	0.00	0.295	6.9774597478e-07	0.0	4.8684943880e-13	0.0	100.0
3	0.04	0.399	-6.0486740949e-07	0.0	3.6586459231e-13	0.0	100.0
48	0.00	0.289	5.8240698309e-07	0.0	3.3919788094e-13	0.0	100.0
9	0.01	0.303	3.3824187540e-07	0.0	1.1440756112e-13	0.0	100.0
69	0.00	0.289	-3.2098722613e-07	0.0	1.0303279632e-13	0.0	100.0
23	0.00	0.292	-3.0364310533e-07	0.0	9.2199136509e-14	0.0	100.0
56	0.00	0.289	2.6996872293e-07	0.0	7.2883112577e-14	0.0	100.0
28	0.00	0.291	-2.2954590406e-07	0.0	5.2691320952e-14	0.0	100.0
38	0.00	0.290	-2.1095581815e-07	0.0	4.4502358883e-14	0.0	100.0
74	0.00	0.289	1.8089036757e-07	0.0	3.2721326598e-14	0.0	100.0
68	0.00	0.289	1.6766209399e-07	0.0	2.8110577288e-14	0.0	100.0
63	0.00	0.289	1.4173747331e-07	0.0	2.0089510703e-14	0.0	100.0
12	0.00	0.298	1.2875877076e-07	0.0	1.6578821717e-14	0.0	100.0
31	0.00	0.290	1.1750992002e-07	0.0	1.3808580981e-14	0.0	100.0
39	0.00	0.290	-9.6175803321e-08	0.0	9.2497852842e-15	0.0	100.0
51	0.00	0.289	8.8226002504e-08	0.0	7.7838279035e-15	0.0	100.0
77	0.00	0.289	8.5779497283e-08	0.0	7.3581218497e-15	0.0	100.0
19	0.00	0.293	-6.3501339298e-08	0.0	4.0324202006e-15	0.0	100.0
71	0.00	0.289	-5.7986738966e-08	0.0	3.3624618203e-15	0.0	100.0
65	0.00	0.289	-5.1351367603e-08	0.0	2.6369628544e-15	0.0	100.0
6	0.01	0.321	-5.0876110436e-08	0.0	2.5883785268e-15	0.0	100.0
20	0.00	0.292	4.4866492743e-08	0.0	2.0130021748e-15	0.0	100.0
46	0.00	0.289	4.4368427154e-08	0.0	1.9685572972e-15	0.0	100.0
26	0.00	0.291	-1.0977762699e-08	0.0	1.2051126846e-16	0.0	100.0
11	0.00	0.299	7.0261997074e-16	0.0	4.9367480754e-31	0.0	100.0
25	0.00	0.291	-4.8601919362e-16	0.0	2.3621464940e-31	0.0	100.0
17	0.00	0.294	-4.7021975276e-16	0.0	2.2110660826e-31	0.0	100.0
32	0.00	0.290	2.1465794823e-16	0.0	4.6078035550e-32	0.0	100.0
43	0.00	0.289	-1.9201119890e-16	0.0	3.6868301797e-32	0.0	100.0
49	0.00	0.289	-5.0690028293e-17	0.0	2.5694789387e-33	0.0	100.0
58	0.00	0.289	3.9513445097e-17	0.0	1.5613123516e-33	0.0	100.0
55	0.00	0.289	3.0806082057e-17	0.0	9.4901470115e-34	0.0	100.0
1	0.22	0.680	3.0666606171e-17	0.0	9.4044075556e-34	0.0	100.0
37	0.00	0.290	2.7533011091e-17	0.0	7.5806671004e-34	0.0	100.0
60	0.00	0.289	1.7738272814e-17	0.0	3.1464631776e-34	0.0	100.0
4	0.03	0.353	1.3430470866e-17	0.0	1.8037755331e-34	0.0	100.0
62	0.00	0.289	-8.8963647111e-18	0.0	7.9145305697e-35	0.0	100.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

33	0.00	0.290	-1.5770400004e-18	0.0	2.4870551861e-36	0.0	100.0
27	0.00	0.291	1.4721385060e-18	0.0	2.1671917943e-36	0.0	100.0
22	0.00	0.292	-1.3515532537e-18	0.0	1.8266962668e-36	0.0	100.0
13	0.00	0.296	-1.3452160162e-18	0.0	1.8096060755e-36	0.0	100.0
44	0.00	0.289	-7.5597933527e-19	0.0	5.7150475854e-37	0.0	100.0
57	0.00	0.289	-2.9139921204e-19	0.0	8.4913502134e-38	0.0	100.0
52	0.00	0.289	-2.8908362331e-19	0.0	8.3569343016e-38	0.0	100.0
41	0.00	0.290	1.5910715685e-19	0.0	2.5315087342e-38	0.0	100.0
59	0.00	0.289	1.4633418280e-19	0.0	2.1413693051e-38	0.0	100.0
61	0.00	0.289	2.2135031690e-20	0.0	4.8995980416e-40	0.0	100.0

Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 0+677 Lotto 1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo,  $C$ , per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

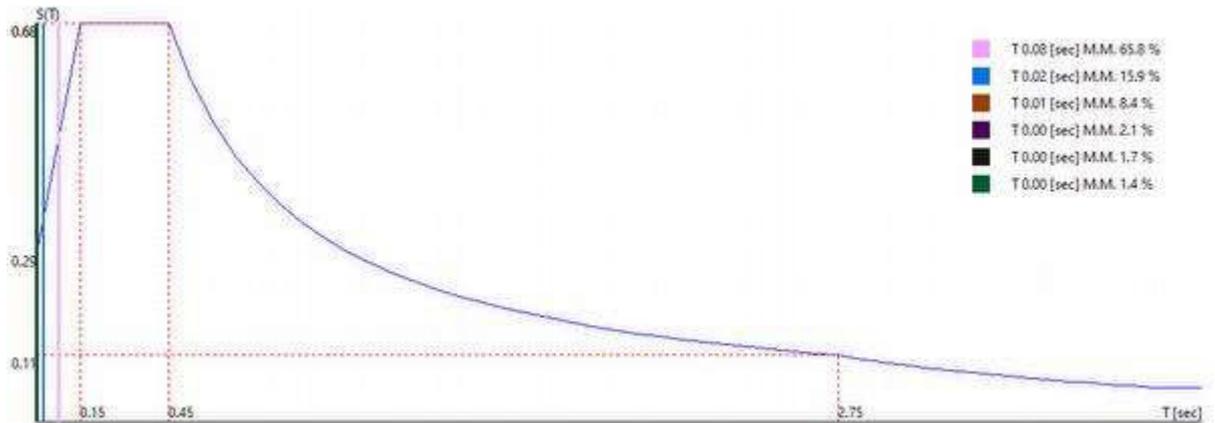
- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.45 [sec]

MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

- $T_D$  2.75 [sec]
- $a_g/g$  0.2878
- $F_o$  2.3614
- $T_C^*$  0.4545



0.00 [°] SLV

Sintesi dei risultati SLO per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modo Principale	Modale % Totale	Massa Modale
0.00 [°] SLO	2	0.08	65.8	100.0	

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	% $ L_i / L_1 $	Massa Modale	% $M_{mi}/M_{mtot}$	% $\Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
2	0.08	0.130	1.8630672455e+01		3.4710195923e+02	65.8	65.8
5	0.02	0.077	-9.1673450470e+00	49.2	8.4040214539e+01	15.9	81.7
7	0.01	0.062	6.6705322266e+00	35.8	4.4495998383e+01	8.4	90.2
16	0.00	0.057	3.3576290607e+00	18.0	1.1273673058e+01	2.1	92.3
24	0.00	0.056	2.9768640995e+00	16.0	8.8617200851e+00	1.7	94.0
10	0.00	0.059	-2.6925706863e+00	14.5	7.2499370575e+00	1.4	95.4
14	0.00	0.058	2.6625893116e+00	14.3	7.0893816948e+00	1.3	96.7
18	0.00	0.057	-2.5609242916e+00	13.7	6.5583333969e+00	1.2	97.9
30	0.00	0.056	-1.8333450556e+00	9.8	3.3611540794e+00	0.6	98.6
36	0.00	0.056	-1.2345707417e+00	6.6	1.5241649151e+00	0.3	98.9
29	0.00	0.056	1.1932057142e+00	6.4	1.4237399101e+00	0.3	99.1
21	0.00	0.056	1.1247210503e+00	6.0	1.2649974823e+00	0.2	99.4

**RELAZIONE DI CALCOLO**

40	0.00	0.056	1.0340583324e+00	5.6	1.0692766905e+00	0.2	99.6
47	0.00	0.056	1.0252642632e+00	5.5	1.0511667728e+00	0.2	99.8
42	0.00	0.056	-7.8779393435e-01	4.2	6.2061929703e-01	0.1	99.9
54	0.00	0.056	5.3975147009e-01	2.9	2.9133164883e-01	0.1	100.0
45	0.00	0.056	-3.1433087587e-01	1.7	9.8803900182e-02	0.0	100.0
70	0.00	0.055	2.9961392283e-01	1.6	8.9768499136e-02	0.0	100.0
35	0.00	0.056	2.1550603211e-01	1.2	4.6442851424e-02	0.0	100.0
72	0.00	0.055	-6.1151701957e-02	0.3	3.7395306863e-03	0.0	100.0
67	0.00	0.055	5.5472265929e-02	0.3	3.0771722086e-03	0.0	100.0
64	0.00	0.055	4.1927095503e-02	0.2	1.7578813713e-03	0.0	100.0
50	0.00	0.056	-3.4101452678e-02	0.2	1.1629090877e-03	0.0	100.0
75	0.00	0.055	-1.9992956892e-02	0.1	3.9971832302e-04	0.0	100.0
78	0.00	0.055	7.5511713512e-03	0.0	5.7020188251e-05	0.0	100.0
73	0.00	0.055	-5.8031380177e-03	0.0	3.3676409657e-05	0.0	100.0
66	0.00	0.055	-2.9984575231e-03	0.0	8.9907471192e-06	0.0	100.0
80	0.00	0.055	-6.1466230545e-04	0.0	3.7780975504e-07	0.0	100.0
8	0.01	0.062	1.2458453966e-05	0.0	1.5521307850e-10	0.0	100.0
34	0.00	0.056	-2.7856960969e-06	0.0	7.7601024565e-12	0.0	100.0
76	0.00	0.055	2.7179285098e-06	0.0	7.3871351744e-12	0.0	100.0
53	0.00	0.056	-2.1842829483e-06	0.0	4.7710919417e-12	0.0	100.0
79	0.00	0.055	-1.8352188818e-06	0.0	3.3680282955e-12	0.0	100.0
15	0.00	0.058	6.9774597478e-07	0.0	4.8684943880e-13	0.0	100.0
3	0.04	0.095	-6.0486740949e-07	0.0	3.6586459231e-13	0.0	100.0
48	0.00	0.056	5.8240698309e-07	0.0	3.3919788094e-13	0.0	100.0
9	0.01	0.061	3.3824187540e-07	0.0	1.1440756112e-13	0.0	100.0
69	0.00	0.055	-3.2098722613e-07	0.0	1.0303279632e-13	0.0	100.0
23	0.00	0.056	-3.0364310533e-07	0.0	9.2199136509e-14	0.0	100.0
56	0.00	0.056	2.6996872293e-07	0.0	7.2883112577e-14	0.0	100.0
28	0.00	0.056	-2.2954590406e-07	0.0	5.2691320952e-14	0.0	100.0
38	0.00	0.056	-2.1095581815e-07	0.0	4.4502358883e-14	0.0	100.0
74	0.00	0.055	1.8089036757e-07	0.0	3.2721326598e-14	0.0	100.0
68	0.00	0.055	1.6766209399e-07	0.0	2.8110577288e-14	0.0	100.0
63	0.00	0.055	1.4173747331e-07	0.0	2.0089510703e-14	0.0	100.0
12	0.00	0.059	1.2875877076e-07	0.0	1.6578821717e-14	0.0	100.0
31	0.00	0.056	1.1750992002e-07	0.0	1.3808580981e-14	0.0	100.0
39	0.00	0.056	-9.6175803321e-08	0.0	9.2497852842e-15	0.0	100.0
51	0.00	0.056	8.8226002504e-08	0.0	7.7838279035e-15	0.0	100.0
77	0.00	0.055	8.5779497283e-08	0.0	7.3581218497e-15	0.0	100.0
19	0.00	0.057	-6.3501339298e-08	0.0	4.0324202006e-15	0.0	100.0
71	0.00	0.055	-5.7986738966e-08	0.0	3.3624618203e-15	0.0	100.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

65	0.00	0.055	-5.1351367603e-08	0.0	2.6369628544e-15	0.0	100.0
6	0.01	0.067	-5.0876110436e-08	0.0	2.5883785268e-15	0.0	100.0
20	0.00	0.057	4.4866492743e-08	0.0	2.0130021748e-15	0.0	100.0
46	0.00	0.056	4.4368427154e-08	0.0	1.9685572972e-15	0.0	100.0
26	0.00	0.056	-1.0977762699e-08	0.0	1.2051126846e-16	0.0	100.0
11	0.00	0.059	7.0261997074e-16	0.0	4.9367480754e-31	0.0	100.0
25	0.00	0.056	-4.8601919362e-16	0.0	2.3621464940e-31	0.0	100.0
17	0.00	0.057	-4.7021975276e-16	0.0	2.2110660826e-31	0.0	100.0
32	0.00	0.056	2.1465794823e-16	0.0	4.6078035550e-32	0.0	100.0
43	0.00	0.056	-1.9201119890e-16	0.0	3.6868301797e-32	0.0	100.0
49	0.00	0.056	-5.0690028293e-17	0.0	2.5694789387e-33	0.0	100.0
58	0.00	0.055	3.9513445097e-17	0.0	1.5613123516e-33	0.0	100.0
55	0.00	0.056	3.0806082057e-17	0.0	9.4901470115e-34	0.0	100.0
1	0.22	0.138	3.0666606171e-17	0.0	9.4044075556e-34	0.0	100.0
37	0.00	0.056	2.7533011091e-17	0.0	7.5806671004e-34	0.0	100.0
60	0.00	0.055	1.7738272814e-17	0.0	3.1464631776e-34	0.0	100.0
4	0.03	0.078	1.3430470866e-17	0.0	1.8037755331e-34	0.0	100.0
62	0.00	0.055	-8.8963647111e-18	0.0	7.9145305697e-35	0.0	100.0
33	0.00	0.056	-1.5770400004e-18	0.0	2.4870551861e-36	0.0	100.0
27	0.00	0.056	1.4721385060e-18	0.0	2.1671917943e-36	0.0	100.0
22	0.00	0.056	-1.3515532537e-18	0.0	1.8266962668e-36	0.0	100.0
13	0.00	0.058	-1.3452160162e-18	0.0	1.8096060755e-36	0.0	100.0
44	0.00	0.056	-7.5597933527e-19	0.0	5.7150475854e-37	0.0	100.0
57	0.00	0.055	-2.9139921204e-19	0.0	8.4913502134e-38	0.0	100.0
52	0.00	0.056	-2.8908362331e-19	0.0	8.3569343016e-38	0.0	100.0
41	0.00	0.056	1.5910715685e-19	0.0	2.5315087342e-38	0.0	100.0
59	0.00	0.055	1.4633418280e-19	0.0	2.1413693051e-38	0.0	100.0
61	0.00	0.055	2.2135031690e-20	0.0	4.8995980416e-40	0.0	100.0

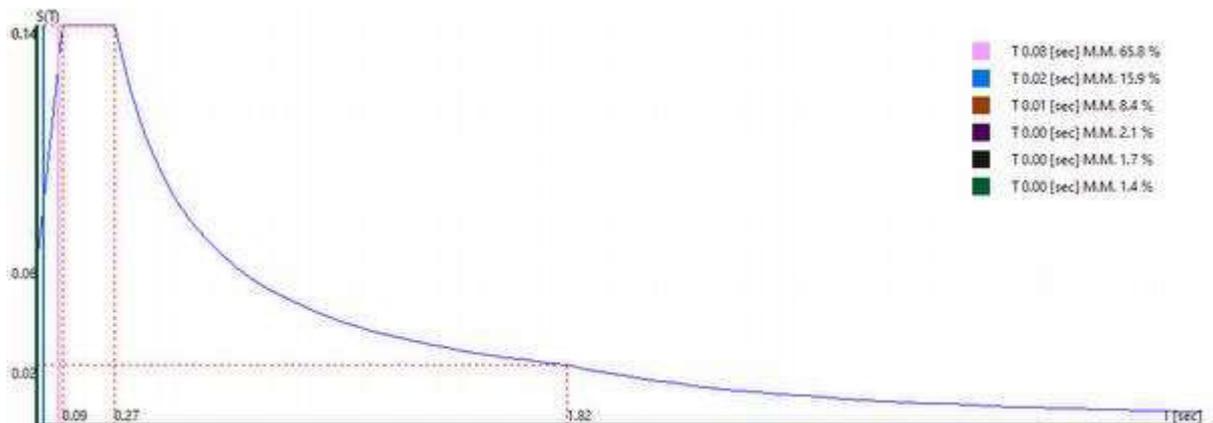
Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 0+677 Lotto 1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )

- Fattore di duttilità  $\alpha_u/\alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

#### TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.09 [sec]
- $T_C$  0.27 [sec]
- $T_D$  1.82 [sec]
- $a_g/g$  0.0550
- $F_o$  2.5106
- $T_C^*$  0.2700



0.00 [°] SLO

## 12.6 CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}, \dots, q_{zj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{zj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z$  xApp

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza xApp dal NodoI.

$M_x, \dots, M_z$  xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili lineramente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]
12	2	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-45.00	-0.00	0.30	0.00	-45.00	-0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
27	26	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
2	1	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
14	12	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-42.00	-0.00	0.30	0.00	-42.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
28	27	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
3	2	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
16	14	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-40.00	-0.00	0.30	0.00	-40.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
29	28	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
4	3	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
18	16	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-37.00	-0.00	0.30	0.00	-37.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
30	29	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
5	4	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
20	18	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-35.00	-0.00	0.30	0.00	-35.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
31	30	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
6	5	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
22	20	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-32.00	-0.00	0.30	0.00	-32.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
32	31	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
7	6	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
24	22	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-29.00	-0.00	0.30	0.00	-29.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
33	32	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
8	7	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
26	24	0.30	7	0.00	0.00	-3.00	-0.00	0.30	0.00	-3.00	-0.00
			6	0.00	0.00	-14.00	-0.00	0.30	0.00	-14.00	-0.00
			5	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.30	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-27.00	-0.00	0.30	0.00	-27.00	-0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
34	33	0.30	5	0.00	0.00	9.00	0.00	0.30	0.00	9.00	0.00
			4	0.00	0.00	27.30	0.00	0.30	0.00	27.30	0.00
			2	0.00	0.00	60.00	0.00	0.30	0.00	60.00	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

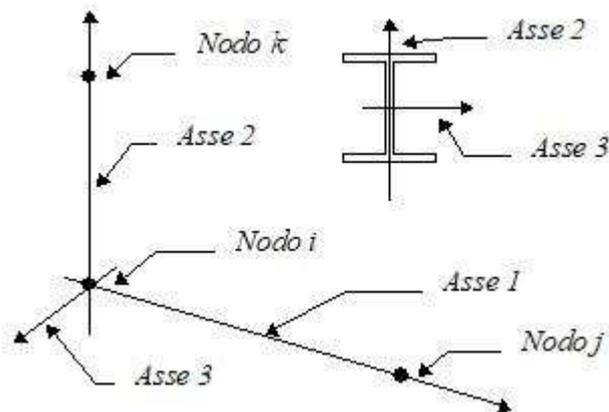
			1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
9	8	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
13	10	0.30	3	0.00	0.00	45.00	0.00	0.30	0.00	45.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
10	9	0.30	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.30	0.00	7.50	0.00
15	13	0.30	3	0.00	0.00	42.00	0.00	0.30	0.00	42.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
11	10	0.65	1	0.00	0.00	7.50	0.00	0.65	0.00	7.50	0.00
17	15	0.30	3	0.00	0.00	40.00	0.00	0.30	0.00	40.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
19	17	0.30	3	0.00	0.00	37.00	0.00	0.30	0.00	37.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
21	19	0.30	3	0.00	0.00	35.00	0.00	0.30	0.00	35.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
23	21	0.30	3	0.00	0.00	32.00	0.00	0.30	0.00	32.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
25	23	0.30	3	0.00	0.00	29.00	0.00	0.30	0.00	29.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00
34	25	0.30	3	0.00	0.00	27.00	0.00	0.30	0.00	27.00	0.00
			1	0.00	-7.50	0.00	0.00	0.30	-7.50	0.00	0.00

## 12.7 AZIONI TRAVI

Convenzioni adottate

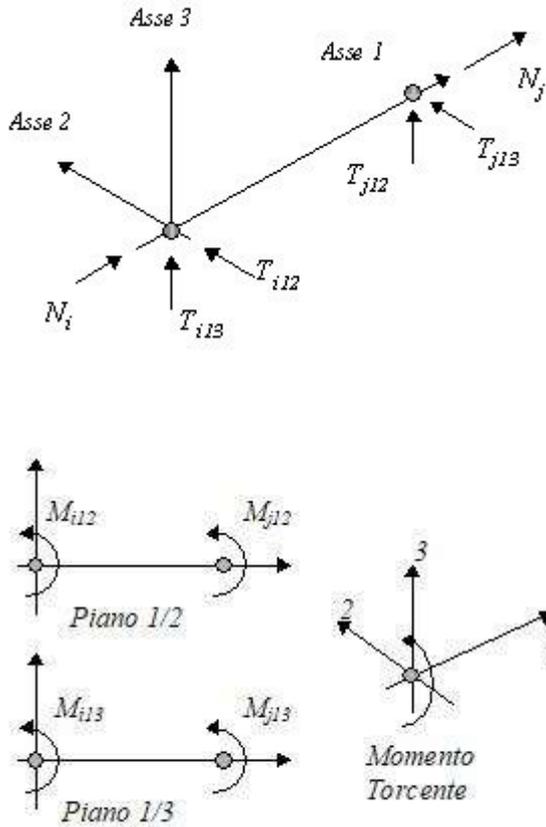
Le sollecitazioni nelle travi sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.

La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



**RELAZIONE DI CALCOLO**

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



Per ogni trave vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	27	66.33	-122.70	-0.00	-0.00	-0.00	5.16
	26	-66.33	163.94	0.00	0.00	0.00	-48.15
2	27	68.23	-119.24	-0.00	-0.00	-0.00	4.26
	26	-68.23	159.84	0.00	0.00	0.00	-46.12
3	27	48.96	-48.14	-0.00	-0.00	-0.00	-3.96
	26	-48.96	68.39	0.00	0.00	0.00	-13.52
4	27	48.67	-87.88	-0.00	-0.00	-0.00	3.98
	26	-48.67	117.40	0.00	0.00	0.00	-34.78
5	27	49.93	-85.57	-0.00	-0.00	-0.00	3.39
	26	-49.93	114.66	0.00	0.00	0.00	-33.42
6	27	47.95	-81.73	-0.00	-0.00	-0.00	4.22

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	26	-47.95	109.21	0.00	0.00	0.00	-32.86
7	27	45.80	-63.31	-0.00	-0.00	-0.00	4.91
	26	-45.80	84.64	0.00	0.00	0.00	-27.10
8	27	44.47	-60.75	-0.00	-0.00	-0.00	5.47
	26	-44.47	81.00	0.00	0.00	0.00	-26.73
9	27	45.27	-57.74	-0.00	-0.00	-0.00	3.19
	26	-45.27	77.99	0.00	0.00	0.00	-23.55
1	28	66.33	-81.46	-0.00	-0.00	-0.00	-25.47
	27	-66.33	122.70	0.00	0.00	0.00	-5.16
2	28	68.23	-78.64	-0.00	-0.00	-0.00	-25.42
	27	-68.23	119.24	0.00	0.00	0.00	-4.26
3	28	50.03	-28.11	-0.00	-0.00	-0.00	-15.44
	27	-50.03	48.36	0.00	0.00	0.00	3.96
4	28	48.67	-58.36	-0.00	-0.00	-0.00	-17.95
	27	-48.67	87.88	0.00	0.00	0.00	-3.98
5	28	49.93	-56.47	-0.00	-0.00	-0.00	-17.92
	27	-49.93	85.57	0.00	0.00	0.00	-3.39
6	28	47.95	-54.26	-0.00	-0.00	-0.00	-16.18
	27	-47.95	81.73	0.00	0.00	0.00	-4.22
7	28	45.80	-41.98	-0.00	-0.00	-0.00	-10.88
	27	-45.80	63.31	0.00	0.00	0.00	-4.91
8	28	44.47	-40.50	-0.00	-0.00	-0.00	-9.72
	27	-44.47	60.75	0.00	0.00	0.00	-5.47
9	28	45.54	-37.55	-0.00	-0.00	-0.00	-11.11
	27	-45.54	57.80	0.00	0.00	0.00	-3.19
1	29	66.33	-40.22	-0.00	-0.00	-0.00	-43.72
	28	-66.33	81.46	0.00	0.00	0.00	25.47
2	29	68.23	-38.04	-0.00	-0.00	-0.00	-42.92
	28	-68.23	78.64	0.00	0.00	0.00	25.42
3	29	51.12	-8.00	-0.00	-0.00	-0.00	-20.88
	28	-51.12	28.25	0.00	0.00	0.00	15.44
4	29	48.67	-28.84	-0.00	-0.00	-0.00	-31.03
	28	-48.67	58.36	0.00	0.00	0.00	17.95

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
5	29	49.93	-27.38	-0.00	-0.00	-0.00	-30.50
	28	-49.93	56.47	0.00	0.00	0.00	17.92
6	29	47.95	-26.79	-0.00	-0.00	-0.00	-28.34
	28	-47.95	54.26	0.00	0.00	0.00	16.18
7	29	45.80	-20.65	-0.00	-0.00	-0.00	-20.27
	28	-45.80	41.98	0.00	0.00	0.00	10.88
8	29	44.47	-20.25	-0.00	-0.00	-0.00	-18.83
	28	-44.47	40.50	0.00	0.00	0.00	9.72
9	29	45.82	-17.34	-0.00	-0.00	-0.00	-19.35
	28	-45.82	37.59	0.00	0.00	0.00	11.11
1	30	66.33	1.03	-0.00	-0.00	-0.00	-49.60
	29	-66.33	40.22	0.00	0.00	0.00	43.72
2	30	68.23	2.57	-0.00	-0.00	-0.00	-48.24
	29	-68.23	38.04	0.00	0.00	0.00	42.92
3	30	52.20	12.19	-0.00	-0.00	-0.00	-20.26
	29	-52.20	8.06	0.00	0.00	0.00	20.88
4	30	48.67	0.68	-0.00	-0.00	0.00	-35.25
	29	-48.67	28.84	0.00	0.00	0.00	31.03
5	30	49.93	1.71	-0.00	-0.00	-0.00	-34.35
	29	-49.93	27.38	0.00	0.00	0.00	30.50
6	30	47.95	0.68	-0.00	-0.00	0.00	-32.26
	29	-47.95	26.79	0.00	0.00	0.00	28.34
7	30	45.80	0.68	-0.00	-0.00	0.00	-23.27
	29	-45.80	20.65	0.00	0.00	0.00	20.27
8	30	44.47	-0.00	-0.00	-0.00	0.00	-21.87
	29	-44.47	20.25	0.00	0.00	0.00	18.83
9	30	46.11	2.89	-0.00	-0.00	0.00	-21.53
	29	-46.11	17.36	0.00	0.00	0.00	19.35
1	31	66.33	42.27	-0.00	-0.00	0.00	-43.10
	30	-66.33	-1.03	0.00	0.00	0.00	49.60
2	31	68.23	43.17	-0.00	-0.00	0.00	-41.38
	30	-68.23	-2.57	0.00	0.00	0.00	48.24
3	31	53.28	32.44	-0.00	-0.00	0.00	-13.56

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	30	-53.28	-12.19	0.00	0.00	0.00	20.26
4	31	48.67	30.20	-0.00	-0.00	0.00	-30.62
	30	-48.67	-0.68	0.00	0.00	-0.00	35.25
5	31	49.93	30.80	-0.00	-0.00	0.00	-29.47
	30	-49.93	-1.71	0.00	0.00	0.00	34.35
6	31	47.95	28.16	-0.00	-0.00	0.00	-27.93
	30	-47.95	-0.68	0.00	0.00	-0.00	32.26
7	31	45.80	22.01	-0.00	-0.00	0.00	-19.86
	30	-45.80	-0.68	0.00	0.00	-0.00	23.27
8	31	44.47	20.25	-0.00	-0.00	0.00	-18.83
	30	-44.47	0.00	0.00	0.00	-0.00	21.87
9	31	46.39	23.14	-0.00	-0.00	0.00	-17.62
	30	-46.39	-2.89	0.00	0.00	-0.00	21.53
1	32	66.33	83.51	-0.00	-0.00	0.00	-24.24
	31	-66.33	-42.27	0.00	0.00	-0.00	43.10
2	32	68.23	83.77	-0.00	-0.00	0.00	-22.34
	31	-68.23	-43.17	0.00	0.00	-0.00	41.38
3	32	54.37	52.75	-0.00	-0.00	0.00	-0.78
	31	-54.37	-32.50	0.00	0.00	-0.00	13.56
4	32	48.67	59.72	-0.00	-0.00	0.00	-17.13
	31	-48.67	-30.20	0.00	0.00	-0.00	30.62
5	32	49.93	59.90	-0.00	-0.00	0.00	-15.87
	31	-49.93	-30.80	0.00	0.00	-0.00	29.47
6	32	47.95	55.63	-0.00	-0.00	0.00	-15.36
	31	-47.95	-28.16	0.00	0.00	-0.00	27.93
7	32	45.80	43.34	-0.00	-0.00	0.00	-10.06
	31	-45.80	-22.01	0.00	0.00	-0.00	19.86
8	32	44.47	40.50	-0.00	-0.00	0.00	-9.72
	31	-44.47	-20.25	0.00	0.00	-0.00	18.83
9	32	46.67	43.41	-0.00	-0.00	0.00	-7.64
	31	-46.67	-23.16	0.00	0.00	-0.00	17.62
1	33	66.33	124.75	-0.00	-0.00	0.00	7.00
	32	-66.33	-83.51	0.00	0.00	-0.00	24.24

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
2	33	68.23	124.37	-0.00	-0.00	0.00	8.88
	32	-68.23	-83.77	0.00	0.00	-0.00	22.34
3	33	55.45	73.14	-0.00	-0.00	0.00	18.13
	32	-55.45	-52.89	0.00	0.00	-0.00	0.78
4	33	48.67	89.24	-0.00	-0.00	0.00	5.22
	32	-48.67	-59.72	0.00	0.00	-0.00	17.13
5	33	49.93	88.99	-0.00	-0.00	0.00	6.46
	32	-49.93	-59.90	0.00	0.00	-0.00	15.87
6	33	47.95	83.10	-0.00	-0.00	0.00	5.45
	32	-47.95	-55.63	0.00	0.00	-0.00	15.36
7	33	45.80	64.67	-0.00	-0.00	0.00	6.14
	32	-45.80	-43.34	0.00	0.00	-0.00	10.06
8	33	44.47	60.75	-0.00	-0.00	0.00	5.47
	32	-44.47	-40.50	0.00	0.00	-0.00	9.72
9	33	46.95	63.69	-0.00	-0.00	0.00	8.43
	32	-46.95	-43.45	0.00	0.00	-0.00	7.64
1	34	66.33	166.00	-0.00	-0.00	0.00	50.62
	33	-66.33	-124.75	0.00	0.00	-0.00	-7.00
2	34	68.23	164.97	-0.00	-0.00	0.00	52.28
	33	-68.23	-124.37	0.00	0.00	-0.00	-8.88
3	34	56.52	93.61	-0.00	-0.00	0.00	43.17
	33	-56.52	-73.36	0.00	0.00	-0.00	-18.13
4	34	48.67	118.76	-0.00	-0.00	0.00	36.42
	33	-48.67	-89.24	0.00	0.00	-0.00	-5.22
5	34	49.93	118.08	-0.00	-0.00	0.00	37.53
	33	-49.93	-88.99	0.00	0.00	-0.00	-6.46
6	34	47.95	110.57	-0.00	-0.00	0.00	34.50
	33	-47.95	-83.10	0.00	0.00	-0.00	-5.45
7	34	45.80	86.00	-0.00	-0.00	0.00	28.75
	33	-45.80	-64.67	0.00	0.00	-0.00	-6.14
8	34	44.47	81.00	-0.00	-0.00	0.00	26.73
	33	-44.47	-60.75	0.00	0.00	-0.00	-5.47
9	34	47.23	84.01	-0.00	-0.00	0.00	30.60
	33	-47.23	-63.76	0.00	0.00	-0.00	-8.43

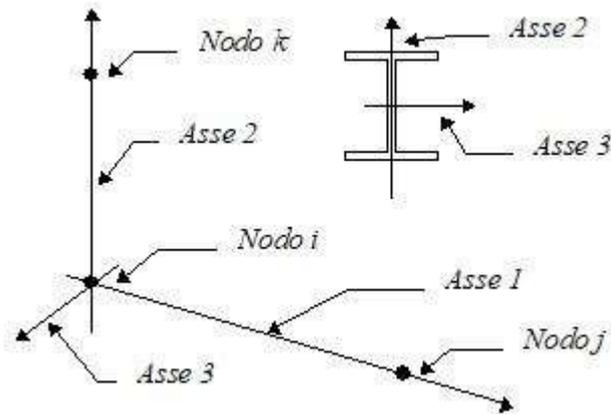
Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
-------	------	-----------	--------------	--------------	-------------	---------------	---------------

## 12.8 AZIONI PILASTRI

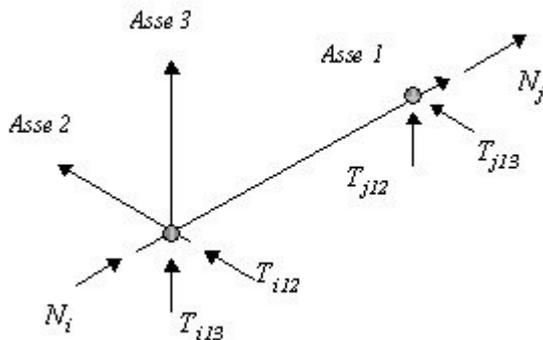
Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nei pilastri sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento del pilastro nello spazio è definito a mezzo del nodo K.

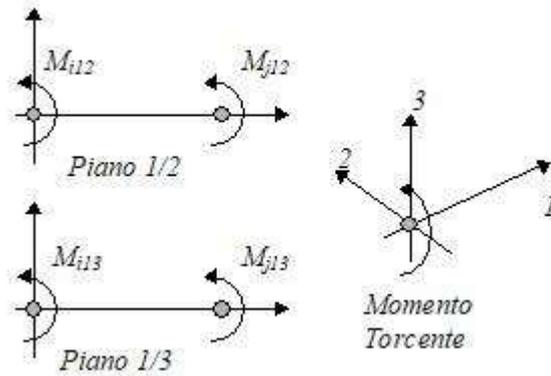
La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



**RELAZIONE DI CALCOLO**



Per ogni pilastro vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	12	185.21	36.72	-0.00	0.00	0.00	-8.31
	2	-188.24	-55.66	0.00	-0.00	0.00	22.17
2	12	181.10	42.38	-0.00	0.00	0.00	-10.23
	2	-184.14	-62.40	0.00	-0.00	0.00	25.95
3	12	81.20	57.88	-0.00	0.00	-0.00	-18.09
	2	-83.45	-75.58	0.00	-0.00	0.00	38.10
4	12	133.15	27.29	-0.00	0.00	0.00	-5.85
	2	-135.40	-41.27	0.00	-0.00	0.00	16.14
5	12	130.41	31.07	-0.00	0.00	0.00	-7.13
	2	-132.66	-45.77	0.00	-0.00	0.00	18.65
6	12	124.96	28.01	-0.00	0.00	0.00	-5.44
	2	-127.21	-41.99	0.00	-0.00	0.00	15.94
7	12	100.39	30.16	-0.00	0.00	-0.00	-4.21
	2	-102.64	-44.14	0.00	-0.00	0.00	15.35
8	12	96.75	28.13	-0.00	0.00	-0.00	-3.08
	2	-99.00	-41.63	0.00	-0.00	0.00	13.55
9	12	92.98	34.89	-0.00	0.00	-0.00	-6.62
	2	-95.23	-49.29	0.00	-0.00	0.00	19.25
1	14	182.17	18.99	-0.00	0.00	0.00	0.04
	12	-185.21	-36.72	0.00	-0.00	-0.00	8.31
2	14	178.06	23.57	-0.00	0.00	0.00	-0.34
	12	-181.10	-42.38	0.00	-0.00	-0.00	10.23
3	14	79.34	40.95	-0.00	0.00	0.00	-3.30

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	12	-81.59	-57.75	0.00	-0.00	0.00	18.09
4	14	130.90	14.21	-0.00	0.00	0.00	0.37
	12	-133.15	-27.29	0.00	-0.00	-0.00	5.85
5	14	128.16	17.27	-0.00	0.00	0.00	0.12
	12	-130.41	-31.07	0.00	-0.00	-0.00	7.13
6	14	122.71	14.93	-0.00	0.00	0.00	1.00
	12	-124.96	-28.01	0.00	-0.00	-0.00	5.44
7	14	98.14	17.08	-0.00	0.00	0.00	2.88
	12	-100.39	-30.16	0.00	-0.00	0.00	4.21
8	14	94.50	15.53	-0.00	0.00	0.00	3.46
	12	-96.75	-28.13	0.00	-0.00	0.00	3.08
9	14	90.83	21.36	-0.00	0.00	0.00	1.81
	12	-93.08	-34.86	0.00	-0.00	0.00	6.62
1	16	179.13	2.07	-0.00	0.00	0.00	3.20
	14	-182.17	-18.99	0.00	-0.00	-0.00	-0.04
2	16	175.03	5.57	-0.00	0.00	0.00	4.03
	14	-178.06	-23.57	0.00	-0.00	-0.00	0.34
3	16	77.47	24.49	-0.00	0.00	0.00	6.46
	14	-79.72	-40.69	0.00	-0.00	-0.00	3.30
4	16	128.65	1.73	-0.00	0.00	0.00	2.77
	14	-130.90	-14.21	0.00	-0.00	-0.00	-0.37
5	16	125.91	4.07	-0.00	0.00	0.00	3.32
	14	-128.16	-17.27	0.00	-0.00	-0.00	-0.12
6	16	120.46	2.45	-0.00	0.00	0.00	3.61
	14	-122.71	-14.93	0.00	-0.00	-0.00	-1.00
7	16	95.89	4.60	-0.00	0.00	0.00	6.13
	14	-98.14	-17.08	0.00	-0.00	-0.00	-2.88
8	16	92.25	3.53	-0.00	0.00	0.00	6.32
	14	-94.50	-15.53	0.00	-0.00	-0.00	-3.46
9	16	88.68	8.39	-0.00	0.00	0.00	6.26
	14	-90.93	-21.29	0.00	-0.00	-0.00	-1.81
1	18	176.09	-13.64	-0.00	0.00	0.00	1.47
	16	-179.13	-2.07	0.00	-0.00	-0.00	-3.20

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
2	18	171.99	-11.22	-0.00	0.00	0.00	3.19
	16	-175.03	-5.57	0.00	-0.00	-0.00	-4.03
3	18	75.60	8.79	-0.00	0.00	0.00	11.56
	16	-77.85	-24.09	0.00	-0.00	-0.00	-6.46
4	18	126.40	-9.85	-0.00	0.00	0.00	1.55
	16	-128.65	-1.73	0.00	-0.00	-0.00	-2.77
5	18	123.66	-8.23	-0.00	0.00	0.00	2.70
	16	-125.91	-4.07	0.00	-0.00	-0.00	-3.32
6	18	118.21	-9.13	-0.00	0.00	0.00	2.61
	16	-120.46	-2.45	0.00	-0.00	-0.00	-3.61
7	18	93.64	-6.98	-0.00	0.00	0.00	5.78
	16	-95.89	-4.60	0.00	-0.00	-0.00	-6.13
8	18	90.00	-7.57	-0.00	0.00	0.00	5.72
	16	-92.25	-3.53	0.00	-0.00	-0.00	-6.32
9	18	86.52	-3.71	-0.00	0.00	0.00	6.97
	16	-88.77	-8.29	0.00	-0.00	-0.00	-6.26
1	20	173.06	-28.53	-0.00	0.00	0.00	-4.86
	18	-176.09	13.64	0.00	-0.00	-0.00	-1.47
2	20	168.95	-27.19	-0.00	0.00	0.00	-2.57
	18	-171.99	11.22	0.00	-0.00	-0.00	-3.19
3	20	73.73	-6.44	-0.00	0.00	0.00	11.70
	18	-75.98	-8.26	0.00	-0.00	-0.00	-11.56
4	20	124.15	-20.83	-0.00	0.00	0.00	-3.05
	18	-126.40	9.85	0.00	-0.00	-0.00	-1.55
5	20	121.41	-19.93	-0.00	0.00	0.00	-1.53
	18	-123.66	8.23	0.00	-0.00	-0.00	-2.70
6	20	115.96	-20.11	-0.00	0.00	0.00	-1.78
	18	-118.21	9.13	0.00	-0.00	-0.00	-2.61
7	20	91.39	-17.96	-0.00	0.00	0.00	2.04
	18	-93.64	6.98	0.00	-0.00	-0.00	-5.78
8	20	87.75	-18.07	-0.00	0.00	0.00	1.87
	18	-90.00	7.57	0.00	-0.00	-0.00	-5.72
9	20	84.37	-15.25	-0.00	0.00	0.00	4.09
	18	-86.62	3.85	0.00	-0.00	-0.00	-6.97

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	22	170.02	-42.21	-0.00	0.00	0.00	-15.47
	20	-173.06	28.53	0.00	-0.00	-0.00	4.86
2	22	165.91	-41.95	-0.00	0.00	0.00	-12.95
	20	-168.95	27.19	0.00	-0.00	-0.00	2.57
3	22	71.84	-20.92	-0.00	0.00	0.00	7.47
	20	-74.09	7.12	0.00	-0.00	-0.00	-11.70
4	22	121.90	-30.91	-0.00	0.00	0.00	-10.81
	20	-124.15	20.83	0.00	-0.00	-0.00	3.05
5	22	119.16	-30.73	-0.00	0.00	0.00	-9.13
	20	-121.41	19.93	0.00	-0.00	-0.00	1.53
6	22	113.71	-30.19	-0.00	0.00	0.00	-9.33
	20	-115.96	20.11	0.00	-0.00	-0.00	1.78
7	22	89.14	-28.04	-0.00	0.00	0.00	-4.86
	20	-91.39	17.96	0.00	-0.00	-0.00	-2.04
8	22	85.50	-27.67	-0.00	0.00	0.00	-4.99
	20	-87.75	18.07	0.00	-0.00	-0.00	-1.87
9	22	82.22	-25.93	-0.00	0.00	0.00	-2.12
	20	-84.47	15.43	0.00	-0.00	-0.00	-4.09
1	24	166.98	-54.68	-0.00	0.00	0.00	-30.00
	22	-170.02	42.21	0.00	-0.00	-0.00	15.47
2	24	162.88	-55.50	-0.00	0.00	0.00	-27.56
	22	-165.91	41.95	0.00	-0.00	-0.00	12.95
3	24	69.95	-34.63	-0.00	0.00	0.00	-0.99
	22	-72.20	21.73	0.00	-0.00	-0.00	-7.47
4	24	119.65	-40.09	-0.00	0.00	0.00	-21.46
	22	-121.90	30.91	0.00	-0.00	-0.00	10.81
5	24	116.91	-40.63	-0.00	0.00	0.00	-19.83
	22	-119.16	30.73	0.00	-0.00	-0.00	9.13
6	24	111.46	-39.37	-0.00	0.00	0.00	-19.76
	22	-113.71	30.19	0.00	-0.00	-0.00	9.33
7	24	86.89	-37.22	-0.00	0.00	0.00	-14.65
	22	-89.14	28.04	0.00	-0.00	-0.00	4.86
8	24	83.25	-36.37	-0.00	0.00	0.00	-14.60

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	22	-85.50	27.67	0.00	-0.00	-0.00	4.99
9	24	80.06	-35.74	-0.00	0.00	0.00	-11.40
	22	-82.31	26.14	0.00	-0.00	-0.00	2.12
1	26	163.94	-66.33	-0.00	0.00	0.00	-48.15
	24	-166.98	54.68	0.00	-0.00	-0.00	30.00
2	26	159.84	-68.23	-0.00	0.00	0.00	-46.12
	24	-162.88	55.50	0.00	-0.00	-0.00	27.56
3	26	68.05	-47.88	-0.00	0.00	0.00	-13.52
	24	-70.30	35.58	0.00	-0.00	-0.00	0.99
4	26	117.40	-48.67	-0.00	0.00	0.00	-34.78
	24	-119.65	40.09	0.00	-0.00	-0.00	21.46
5	26	114.66	-49.93	-0.00	0.00	0.00	-33.42
	24	-116.91	40.63	0.00	-0.00	-0.00	19.83
6	26	109.21	-47.95	-0.00	0.00	0.00	-32.86
	24	-111.46	39.37	0.00	-0.00	-0.00	19.76
7	26	84.64	-45.80	-0.00	0.00	0.00	-27.10
	24	-86.89	37.22	0.00	-0.00	-0.00	14.65
8	26	81.00	-44.47	-0.00	0.00	0.00	-26.73
	24	-83.25	36.37	0.00	-0.00	-0.00	14.60
9	26	77.90	-44.99	-0.00	0.00	0.00	-23.55
	24	-80.15	35.99	0.00	-0.00	-0.00	11.40
1	13	187.26	-31.68	0.00	0.00	-0.00	5.49
	10	-190.30	49.90	-0.00	-0.00	-0.00	-17.72
2	13	186.23	-29.78	0.00	0.00	-0.00	3.16
	10	-189.27	48.00	-0.00	-0.00	-0.00	-14.82
3	13	112.30	-11.24	0.00	0.00	0.00	-12.54
	10	-114.55	24.74	-0.00	-0.00	-0.00	7.14
4	13	134.51	-23.93	0.00	0.00	-0.00	3.97
	10	-136.76	37.43	-0.00	-0.00	-0.00	-13.17
5	13	133.83	-22.67	0.00	0.00	-0.00	2.41
	10	-136.08	36.17	-0.00	-0.00	-0.00	-11.24
6	13	126.32	-24.65	0.00	0.00	-0.00	3.55
	10	-128.57	38.15	-0.00	-0.00	-0.00	-12.97

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
7	13	101.75	-26.80	0.00	0.00	0.00	2.32
	10	-104.00	40.30	-0.00	-0.00	-0.00	-12.39
8	13	96.75	-28.13	0.00	0.00	0.00	3.08
	10	-99.00	41.63	-0.00	-0.00	-0.00	-13.55
9	13	100.52	-24.12	0.00	0.00	0.00	-0.59
	10	-102.77	37.62	-0.00	-0.00	-0.00	-8.68
1	15	184.22	-14.67	0.00	0.00	-0.00	-1.47
	13	-187.26	31.68	-0.00	-0.00	0.00	-5.49
2	15	183.20	-12.77	0.00	0.00	-0.00	-3.23
	13	-186.23	29.78	-0.00	-0.00	0.00	-3.16
3	15	109.66	1.23	0.00	0.00	-0.00	-14.07
	13	-111.91	11.37	-0.00	-0.00	-0.00	12.54
4	15	132.26	-11.33	0.00	0.00	-0.00	-1.32
	13	-134.51	23.93	-0.00	-0.00	0.00	-3.97
5	15	131.58	-10.07	0.00	0.00	-0.00	-2.50
	13	-133.83	22.67	-0.00	-0.00	0.00	-2.41
6	15	124.07	-12.05	0.00	0.00	-0.00	-1.95
	13	-126.32	24.65	-0.00	-0.00	0.00	-3.55
7	15	99.50	-14.20	0.00	0.00	-0.00	-3.83
	13	-101.75	26.80	-0.00	-0.00	-0.00	-2.32
8	15	94.50	-15.53	0.00	0.00	-0.00	-3.46
	13	-96.75	28.13	-0.00	-0.00	-0.00	-3.08
9	15	98.17	-11.55	0.00	0.00	-0.00	-5.94
	13	-100.42	24.15	-0.00	-0.00	-0.00	0.59
1	17	181.18	1.53	0.00	0.00	-0.00	-3.44
	15	-184.22	14.67	-0.00	-0.00	0.00	1.47
2	17	180.16	3.43	0.00	0.00	-0.00	-4.63
	15	-183.20	12.77	-0.00	-0.00	0.00	3.23
3	17	107.03	12.97	0.00	0.00	-0.00	-12.00
	15	-109.28	-0.97	-0.00	-0.00	0.00	14.07
4	17	130.01	0.67	0.00	0.00	-0.00	-2.92
	15	-132.26	11.33	-0.00	-0.00	0.00	1.32
5	17	129.33	1.93	0.00	0.00	-0.00	-3.72

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	15	-131.58	10.07	-0.00	-0.00	0.00	2.50
6	17	121.82	-0.05	0.00	0.00	-0.00	-3.77
	15	-124.07	12.05	-0.00	-0.00	0.00	1.95
7	17	97.25	-2.20	0.00	0.00	-0.00	-6.29
	15	-99.50	14.20	-0.00	-0.00	0.00	3.83
8	17	92.25	-3.53	0.00	0.00	-0.00	-6.32
	15	-94.50	15.53	-0.00	-0.00	0.00	3.46
9	17	95.82	0.38	0.00	0.00	-0.00	-7.63
	15	-98.07	11.62	-0.00	-0.00	0.00	5.94
1	19	178.15	16.52	0.00	0.00	-0.00	-0.73
	17	-181.18	-1.53	-0.00	-0.00	0.00	3.44
2	19	177.12	18.42	0.00	0.00	-0.00	-1.35
	17	-180.16	-3.43	-0.00	-0.00	0.00	4.63
3	19	104.40	23.67	0.00	0.00	-0.00	-6.40
	17	-106.65	-12.57	-0.00	-0.00	0.00	12.00
4	19	127.76	11.77	0.00	0.00	-0.00	-1.06
	17	-130.01	-0.67	-0.00	-0.00	0.00	2.92
5	19	127.08	13.03	0.00	0.00	-0.00	-1.47
	17	-129.33	-1.93	-0.00	-0.00	0.00	3.72
6	19	119.57	11.05	0.00	0.00	-0.00	-2.12
	17	-121.82	0.05	-0.00	-0.00	0.00	3.77
7	19	95.00	8.90	0.00	0.00	-0.00	-5.29
	17	-97.25	2.20	-0.00	-0.00	0.00	6.29
8	19	90.00	7.57	0.00	0.00	-0.00	-5.72
	17	-92.25	3.53	-0.00	-0.00	0.00	6.32
9	19	93.48	11.38	0.00	0.00	-0.00	-5.86
	17	-95.73	-0.28	-0.00	-0.00	0.00	7.63
1	21	175.11	30.69	0.00	0.00	-0.00	6.35
	19	-178.15	-16.52	-0.00	-0.00	0.00	0.73
2	21	174.08	32.59	0.00	0.00	-0.00	6.30
	19	-177.12	-18.42	-0.00	-0.00	0.00	1.35
3	21	101.77	33.64	0.00	0.00	-0.00	1.98
	19	-104.02	-23.14	-0.00	-0.00	0.00	6.40

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
4	21	125.51	22.27	0.00	0.00	-0.00	4.05
	19	-127.76	-11.77	-0.00	-0.00	0.00	1.06
5	21	124.83	23.53	0.00	0.00	-0.00	4.01
	19	-127.08	-13.03	-0.00	-0.00	0.00	1.47
6	21	117.32	21.55	0.00	0.00	-0.00	2.77
	19	-119.57	-11.05	-0.00	-0.00	0.00	2.12
7	21	92.75	19.40	0.00	0.00	-0.00	-1.04
	19	-95.00	-8.90	-0.00	-0.00	0.00	5.29
8	21	87.75	18.07	0.00	0.00	-0.00	-1.87
	19	-90.00	-7.57	-0.00	-0.00	0.00	5.72
9	21	91.13	21.74	0.00	0.00	-0.00	-0.93
	19	-93.38	-11.24	-0.00	-0.00	0.00	5.86
1	23	172.07	43.65	0.00	0.00	-0.00	17.50
	21	-175.11	-30.69	-0.00	-0.00	0.00	-6.35
2	23	171.05	45.55	0.00	0.00	-0.00	18.02
	21	-174.08	-32.59	-0.00	-0.00	0.00	-6.30
3	23	99.16	42.56	0.00	0.00	-0.00	13.29
	21	-101.41	-32.96	-0.00	-0.00	0.00	-1.98
4	23	123.26	31.87	0.00	0.00	-0.00	12.17
	21	-125.51	-22.27	-0.00	-0.00	0.00	-4.05
5	23	122.58	33.13	0.00	0.00	-0.00	12.51
	21	-124.83	-23.53	-0.00	-0.00	0.00	-4.01
6	23	115.07	31.15	0.00	0.00	-0.00	10.68
	21	-117.32	-21.55	-0.00	-0.00	0.00	-2.77
7	23	90.50	29.00	0.00	0.00	-0.00	6.22
	21	-92.75	-19.40	-0.00	-0.00	0.00	1.04
8	23	85.50	27.67	0.00	0.00	-0.00	4.99
	21	-87.75	-18.07	-0.00	-0.00	0.00	1.87
9	23	88.78	31.16	0.00	0.00	-0.00	6.97
	21	-91.03	-21.56	-0.00	-0.00	0.00	0.93
1	25	169.03	55.40	0.00	0.00	-0.00	32.36
	23	-172.07	-43.65	-0.00	-0.00	0.00	-17.50
2	25	168.01	57.30	0.00	0.00	-0.00	33.45

MANDATARIA:

MANDANTI:

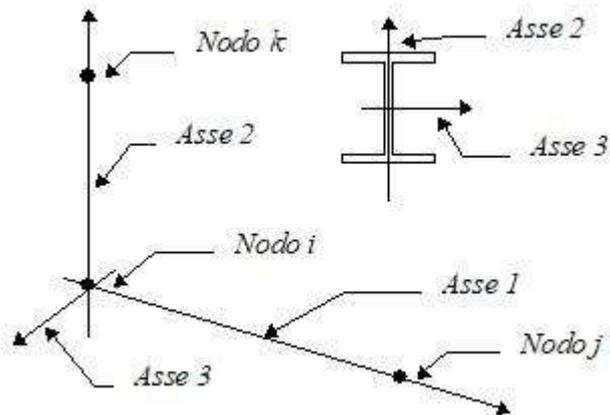
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
3	23	-171.05	-45.55	-0.00	-0.00	0.00	-18.02
	25	96.55	50.45	0.00	0.00	-0.00	27.11
4	23	-98.80	-41.75	-0.00	-0.00	0.00	-13.29
	25	121.01	40.57	0.00	0.00	-0.00	23.03
5	23	-123.26	-31.87	-0.00	-0.00	0.00	-12.17
	25	120.33	41.83	0.00	0.00	-0.00	23.76
6	23	-122.58	-33.13	-0.00	-0.00	0.00	-12.51
	25	112.82	39.85	0.00	0.00	-0.00	21.33
7	23	-115.07	-31.15	-0.00	-0.00	0.00	-10.68
	25	88.25	37.70	0.00	0.00	-0.00	16.22
8	23	-90.50	-29.00	-0.00	-0.00	0.00	-6.22
	25	83.25	36.37	0.00	0.00	-0.00	14.60
9	23	-85.50	-27.67	-0.00	-0.00	0.00	-4.99
	25	86.44	39.65	0.00	0.00	-0.00	17.56
1	23	-88.69	-30.95	-0.00	-0.00	0.00	-6.97
	25	166.00	66.33	0.00	0.00	-0.00	50.62
2	25	-169.03	-55.40	-0.00	-0.00	0.00	-32.36
	34	164.97	68.23	0.00	0.00	-0.00	52.28
3	25	-168.01	-57.30	-0.00	-0.00	0.00	-33.45
	34	93.95	57.60	0.00	0.00	-0.00	43.17
4	25	-96.20	-49.50	-0.00	-0.00	0.00	-27.11
	34	118.76	48.67	0.00	0.00	-0.00	36.42
5	25	-121.01	-40.57	-0.00	-0.00	0.00	-23.03
	34	118.08	49.93	0.00	0.00	-0.00	37.53
6	25	-120.33	-41.83	-0.00	-0.00	0.00	-23.76
	34	110.57	47.95	0.00	0.00	-0.00	34.50
7	25	-112.82	-39.85	-0.00	-0.00	0.00	-21.33
	34	86.00	45.80	0.00	0.00	-0.00	28.75
8	25	-88.25	-37.70	-0.00	-0.00	0.00	-16.22
	34	81.00	44.47	0.00	0.00	-0.00	26.73
9	25	-83.25	-36.37	-0.00	-0.00	0.00	-14.60
	34	84.10	47.50	0.00	0.00	-0.00	30.60
	25	-86.35	-39.40	-0.00	-0.00	0.00	-17.56

## 12.9 AZIONI TRAVI DI FONDAZIONE

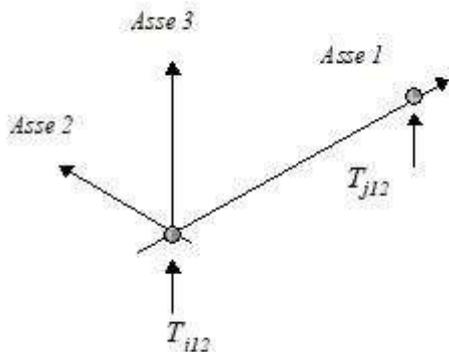
Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nelle travi di fondazione sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo  $K$ .

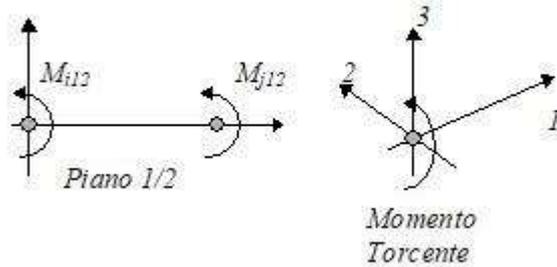


La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



**RELAZIONE DI CALCOLO**



La trave è da considerarsi appoggiata su un sottospazio elastico a comportamento bilatero (terreno alla Winkler).

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
1	2	0.114	0.00	-67.32	-21.87
	1	0.113	-0.00	-0.00	-0.00
2	2	0.109	0.00	-63.72	-20.62
	1	0.107	-0.00	-0.00	-0.00
3	2	0.038	0.00	-14.70	-4.36
	1	0.020	-0.00	0.80	-0.00
4	2	0.082	0.00	-48.42	-15.73
	1	0.082	-0.00	-0.00	-0.00
5	2	0.079	0.00	-46.02	-14.89
	1	0.077	-0.00	-0.00	-0.00
6	2	0.077	0.00	-45.29	-14.70
	1	0.077	-0.00	-0.00	-0.00
7	2	0.063	0.00	-35.91	-11.61
	1	0.062	-0.00	-0.00	-0.00
8	2	0.062	0.00	-35.42	-11.48
	1	0.062	0.00	-0.00	-0.00
9	2	0.056	0.00	-30.49	-9.79
	1	0.052	0.00	0.19	-0.00
1	3	0.112	-0.00	90.11	-12.40
	2	0.114	0.00	-120.93	44.04
2	3	0.108	-0.00	90.75	-14.89
	2	0.109	0.00	-120.42	46.56
3	3	0.045	-0.00	58.08	-23.52

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
	2	0.038	0.00	-69.28	42.55
4	3	0.081	-0.00	64.79	-9.11
	2	0.082	0.00	-86.97	31.86
5	3	0.078	-0.00	65.22	-10.77
	2	0.079	0.00	-86.64	33.54
6	3	0.076	-0.00	61.08	-9.20
	2	0.077	0.00	-81.91	30.64
7	3	0.063	-0.00	49.96	-9.47
	2	0.063	0.00	-66.73	26.97
8	3	0.062	-0.00	47.20	-8.42
	2	0.062	0.00	-63.58	25.03
9	3	0.058	-0.00	49.70	-11.90
	2	0.056	0.00	-64.81	29.06
1	4	0.109	-0.00	60.01	10.10
	3	0.112	0.00	-90.11	12.40
2	4	0.107	-0.00	61.51	7.93
	3	0.108	0.00	-90.75	14.89
3	4	0.050	-0.00	45.78	-7.94
	3	0.045	0.00	-57.91	23.52
4	4	0.079	-0.00	43.12	7.06
	3	0.081	0.00	-64.79	9.11
5	4	0.077	-0.00	44.12	5.62
	3	0.078	0.00	-65.22	10.77
6	4	0.075	-0.00	40.70	6.06
	3	0.076	0.00	-61.08	9.20
7	4	0.062	-0.00	33.43	3.04
	3	0.063	0.00	-49.96	9.47
8	4	0.060	-0.00	31.15	3.33
	3	0.062	0.00	-47.20	8.42
9	4	0.058	-0.00	34.55	0.73
	3	0.058	0.00	-49.65	11.90
1	5	0.107	-0.00	30.65	23.68
	4	0.109	0.00	-60.01	-10.10

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
2	5	0.105	-0.00	32.78	22.07
	4	0.107	0.00	-61.51	-7.93
3	5	0.055	-0.00	32.16	3.76
	4	0.050	0.00	-45.66	7.94
4	5	0.077	-0.00	21.98	16.82
	4	0.079	0.00	-43.12	-7.06
5	5	0.076	-0.00	23.40	15.74
	4	0.077	0.00	-44.12	-5.62
6	5	0.073	-0.00	20.78	15.27
	4	0.075	0.00	-40.70	-6.06
7	5	0.061	-0.00	17.20	10.63
	4	0.062	0.00	-33.43	-3.04
8	5	0.059	-0.00	15.46	10.31
	4	0.060	0.00	-31.15	-3.33
9	5	0.058	-0.00	19.36	8.81
	4	0.058	0.00	-34.51	-0.73
1	6	0.107	-0.00	1.70	28.53
	5	0.107	0.00	-30.65	-23.68
2	6	0.105	-0.00	4.24	27.62
	5	0.105	0.00	-32.78	-22.07
3	6	0.060	-0.00	17.24	11.20
	5	0.055	0.00	-32.10	-3.76
4	6	0.077	-0.00	1.13	20.28
	5	0.077	0.00	-21.98	-16.82
5	6	0.076	-0.00	2.83	19.68
	5	0.076	0.00	-23.40	-15.74
6	6	0.073	-0.00	1.13	18.55
	5	0.073	0.00	-20.78	-15.27
7	6	0.061	-0.00	1.13	13.37
	5	0.061	0.00	-17.20	-10.63
8	6	0.059	-0.00	-0.00	12.63
	5	0.059	0.00	-15.46	-10.31
9	6	0.059	-0.00	4.03	12.32
	5	0.058	0.00	-19.34	-8.81

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
1	7	0.108	-0.00	-27.38	24.69
	6	0.107	0.00	-1.70	-28.53
2	7	0.107	-0.00	-24.59	24.58
	6	0.105	0.00	-4.24	-27.62
3	7	0.065	-0.00	0.83	13.95
	6	0.060	0.00	-17.24	-11.20
4	7	0.078	-0.00	-19.80	17.49
	6	0.077	0.00	-1.13	-20.28
5	7	0.077	-0.00	-17.94	17.42
	6	0.076	0.00	-2.83	-19.68
6	7	0.074	-0.00	-18.60	15.94
	6	0.073	0.00	-1.13	-18.55
7	7	0.062	-0.00	-15.02	11.30
	6	0.061	0.00	-1.13	-13.37
8	7	0.059	-0.00	-15.46	10.31
	6	0.059	0.00	0.00	-12.63
9	7	0.061	-0.00	-11.66	11.19
	6	0.059	0.00	-4.03	-12.32
1	8	0.111	-0.00	-57.10	12.04
	7	0.108	0.00	27.38	-24.69
2	8	0.111	-0.00	-54.25	12.78
	7	0.107	0.00	24.59	-24.58
3	8	0.072	-0.00	-17.29	11.54
	7	0.065	0.00	-0.89	-13.95
4	8	0.080	-0.00	-41.18	8.36
	7	0.078	0.00	19.80	-17.49
5	8	0.080	-0.00	-39.28	8.85
	7	0.077	0.00	17.94	-17.42
6	8	0.076	-0.00	-38.76	7.35
	7	0.074	0.00	18.60	-15.94
7	8	0.063	-0.00	-31.50	4.33
	7	0.062	0.00	15.02	-11.30
8	8	0.060	-0.00	-31.15	3.33

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
	7	0.059	0.00	15.46	-10.31
9	8	0.063	-0.00	-27.93	5.27
	7	0.061	0.00	11.64	-11.19
1	9	0.114	-0.00	-87.84	-9.68
	8	0.111	0.00	57.10	-12.04
2	9	0.115	-0.00	-85.09	-8.09
	8	0.111	0.00	54.25	-12.78
3	9	0.079	-0.00	-37.33	3.40
	8	0.072	0.00	17.17	-11.54
4	9	0.082	-0.00	-63.28	-7.29
	8	0.080	0.00	41.18	-8.36
5	9	0.083	-0.00	-61.45	-6.23
	8	0.080	0.00	39.28	-8.85
6	9	0.078	-0.00	-59.57	-7.38
	8	0.076	0.00	38.76	-7.35
7	9	0.065	-0.00	-48.45	-7.65
	8	0.063	0.00	31.50	-4.33
8	9	0.062	-0.00	-47.20	-8.42
	8	0.060	0.00	31.15	-3.33
9	9	0.066	-0.00	-44.94	-5.64
	8	0.063	0.00	27.89	-5.27
1	10	0.117	-0.00	-119.62	-40.78
	9	0.114	0.00	87.84	9.68
2	10	0.119	-0.00	-117.17	-38.40
	9	0.115	0.00	85.09	8.09
3	10	0.086	-0.00	-58.70	-11.05
	9	0.079	0.00	37.16	-3.40
4	10	0.085	-0.00	-86.11	-29.69
	9	0.082	0.00	63.28	7.29
5	10	0.085	-0.00	-84.47	-28.10
	9	0.083	0.00	61.45	6.23
6	10	0.080	-0.00	-81.04	-28.46
	9	0.078	0.00	59.57	7.38

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
7	10	0.066	-0.00	-65.86	-24.79
	9	0.065	0.00	48.45	7.65
8	10	0.062	-0.00	-63.58	-25.03
	9	0.062	0.00	47.20	8.42
9	10	0.068	-0.00	-62.52	-21.76
	9	0.066	0.00	44.89	5.64
1	11	0.120	0.00	0.00	0.00
	10	0.117	0.00	-70.67	23.05
2	11	0.123	0.00	0.00	0.00
	10	0.119	0.00	-72.10	23.58
3	11	0.101	0.00	-0.80	0.00
	10	0.086	0.00	-55.33	18.28
4	11	0.086	0.00	0.00	0.00
	10	0.085	0.00	-50.66	16.52
5	11	0.088	0.00	0.00	0.00
	10	0.085	0.00	-51.61	16.86
6	11	0.081	0.00	0.00	0.00
	10	0.080	0.00	-47.53	15.49
7	11	0.066	0.00	0.00	0.00
	10	0.066	-0.00	-38.15	12.40
8	11	0.062	0.00	0.00	0.00
	10	0.062	-0.00	-35.42	11.48
9	11	0.071	0.00	-0.19	0.00
	10	0.068	0.00	-40.18	13.10

## 13 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI VALLE

### 13.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato valle" dell'attraversamento idraulico posto al km 0+677 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 40cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto come un muro ad "U" trascurando il contributo del setto di collegamento posto lato valle. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

#### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	3,50 [m]
Larghezza esterna	2,80 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore piedritto sinistro	0,40[m]
Spessore piedritto destro	0,40[m]
Spessore fondazione	0,40 [m]

### 13.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	3,50	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Mcm Calcarenite Fratturata	
Spessore dello strato	10,00	[m]
Peso di volume	24,50	[kN/m <sup>3</sup> ]
Angolo di attrito	27,00	[°]
Coesione	0,215	[MPa]

### 13.3 COMBINAZIONI DI CALCOLO

Numero di condizioni di carico ... : 4

Numero di combinazioni di carico . : 6

#### Condizione

1	G1k_Strutturale
2	G2.2k_Spinta a riposo
3	E_Spinta sismica+X SLV
4	E_Spinta sismica+X SLO
5	Sisma OSLU
6	Sisma OSLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

#### Combinazione di carico numero

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

#### Combinazione di carico numero

2	Sisma 0
---	---------

Comb.\Cond	1	2	3	5
2	1	1	1	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

#### Combinazione di carico numero

3	RARA
---	------

Comb.\Cond	1	2
3	1	1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

4 FREQUENTE

**Comb.\Cond 1 2**

4 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

5 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2**

5 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

6

**Comb.\Cond 1 2 4 6**

6 1 1 1 1

Si fa presente che data l'assenza di carichi variabili considerati su tali strutture, le combinazioni allo stato limite di esercizio presentano i medesimi carichi e impegnano i pozzetti in egual modo. Si procede quindi alla verifica di una sola combinazione SLE.

### 13.4 DATI RELATIVI AI NODI DELLA STRUTTURA

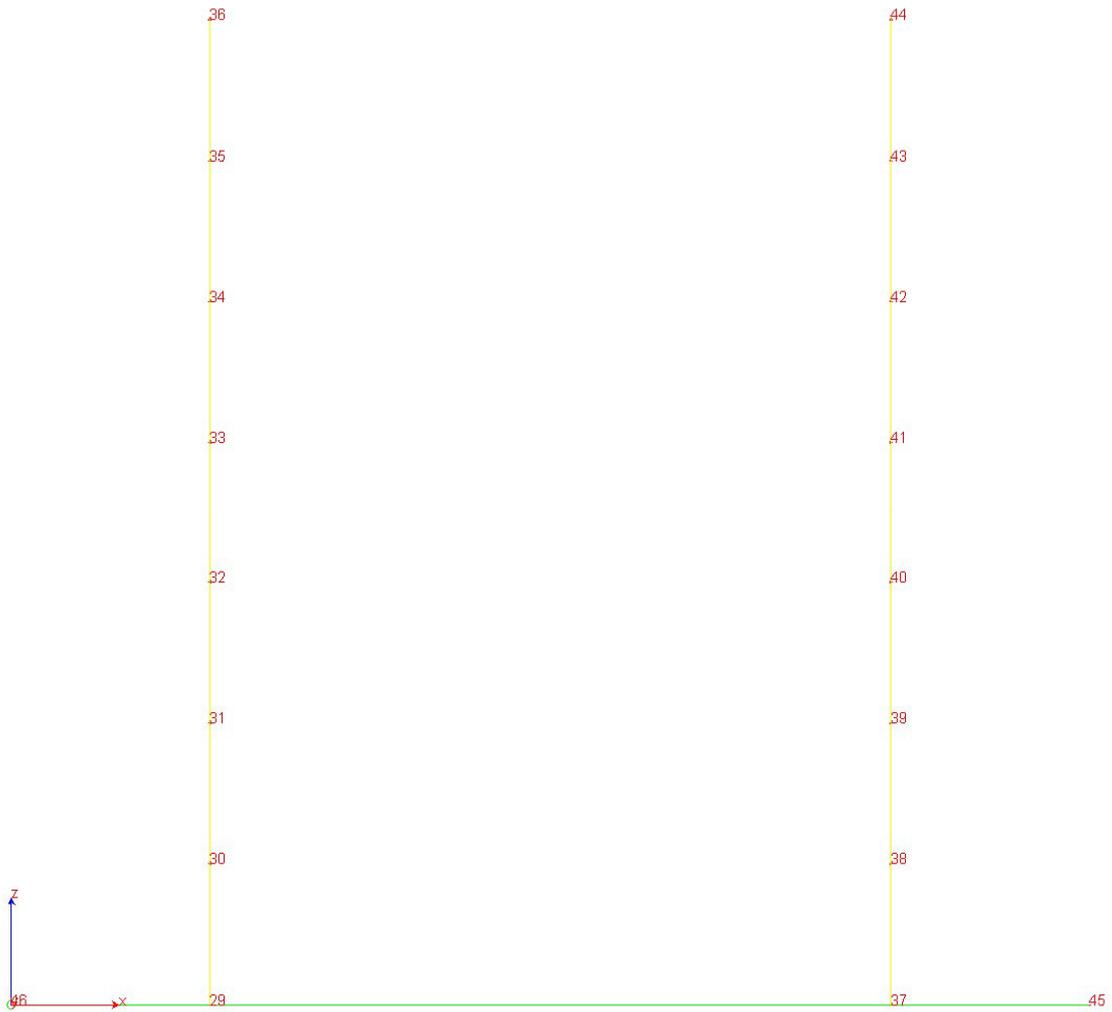


Figura 3 "Schema strutturale a fili"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

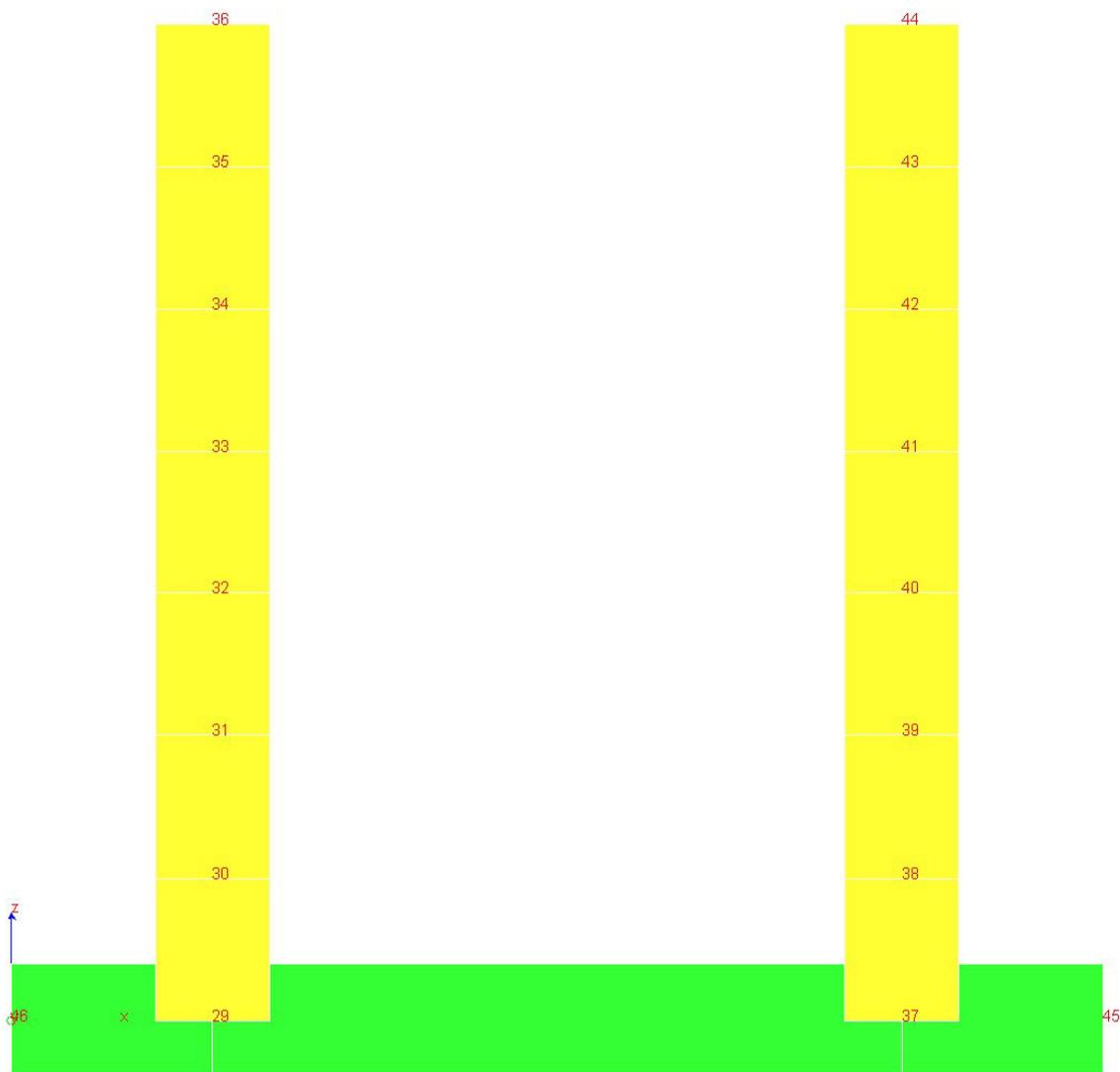


Figura 4"Schema strutturale solido"

**Convenzioni adottate**

La terna di riferimento generale è destrorsa.

I nodi vengono numerati, con riferimento a una sezione orizzontale, da sinistra a destra, dal basso verso l'alto e per quote crescenti.

L'impalcato di appartenenza di un nodo è definito, in generale, dalla prima delle tre cifre che ne definiscono il numero, possono tuttavia presentarsi casi in cui si hanno più di 100 nodi per solaio nel qual caso il solaio di appartenenza è specificato dall'ultimo valore stampato nella riga dei dati relativi al nodo.

La maschera dei vincoli è costituita dai valori 0 e 1. Il valore 1 indica che per il nodo in riferimento il grado di libertà correlativo è soppresso mentre il valore 0 indica che è libero.

Nel caso di edifici civili multipiano l'asse z generale coincide con l'asse verticale rivolto verso l'alto.

Nodi

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nodo	x [m]	y [m]	z [m]	Ux	Uy	Uz	Rx	Ry	Rz	Solaio
29	0.00	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
30	0.00	0.00	0.50	0	0	0	0	0	0	0
31	0.00	0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0
32	0.00	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
33	0.00	0.00	2.00	0	0	0	0	0	0	0
34	0.00	0.00	2.50	0	0	0	0	0	0	0
35	0.00	0.00	3.00	0	0	0	0	0	0	0
36	0.00	0.00	3.50	0	0	0	0	0	0	0
37	2.40	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
38	2.40	0.00	0.50	0	0	0	0	0	0	0
39	2.40	0.00	1.00	0	0	0	0	0	0	0
40	2.40	0.00	1.50	0	0	0	0	0	0	0
41	2.40	0.00	2.00	0	0	0	0	0	0	0
42	2.40	0.00	2.50	0	0	0	0	0	0	0
43	2.40	0.00	3.00	0	0	0	0	0	0	0
44	2.40	0.00	3.50	0	0	0	0	0	0	0
45	3.10	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0
46	-0.70	0.00	0.00	1	1	0	0	0	1	0

**13.5 ELEMENTI TIPO PILASTRO E TRAVI SU SUOLO ALLA WINKLER**

**Elementi tipo trave su suolo alla Winkler**

Convenzioni adottate

Ogni elemento tipo trave su suolo alla Winkler viene identificato da:

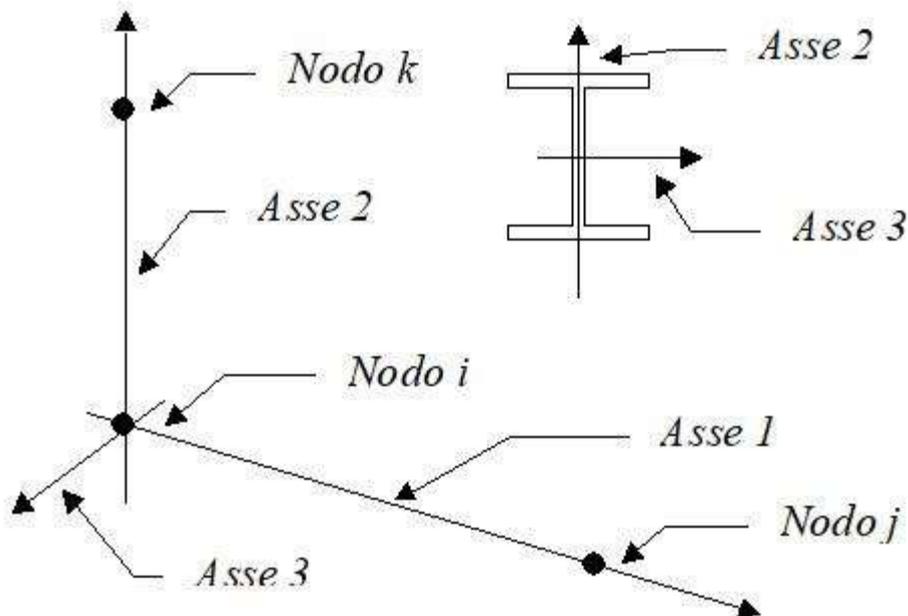
Il nodo iniziale  $i$ ;

il nodo finale  $j$ ;

il nodo  $k$  che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale della trave risulta essere così disposta:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



La modellazione del terreno sul quale agiscono le travi è alla Winkler e pertanto particolare attenzione va riposta ai casi in cui le travi inducano sul terreno zone di trazione poichè, in tal caso, la modellazione stessa cade in difetto.

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	$\nu$	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$	$\sigma_{Max}$ [MPa]	Commento
1	5.0	0.100	0.10	0.100	Default

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali	Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 40 [cm]	Terreno numero 1 Default Soletta

Caratteristiche Inerziali:

RELAZIONE DI CALCOLO

Sezione	Materiale	Area [mm <sup>2</sup> ]	Jt [cm <sup>4</sup> ]	J2 [cm <sup>4</sup> ]	J3 [cm <sup>4</sup> ]	J23 [cm <sup>4</sup> ]	Xx	Xy
1	1	400000	1661314	533333	3333333	0	1.2	1.2

Travata	Trave	Nodo i	Nodo j	Nodo k	Materiale	Sezione	Luce [m]
0	0	29	37	10001	1	1	2.40
0	0	37	45	10001	1	1	0.70
0	0	46	29	10001	1	1	0.70

**Elementi tipo pilastro**

Convenzioni adottate

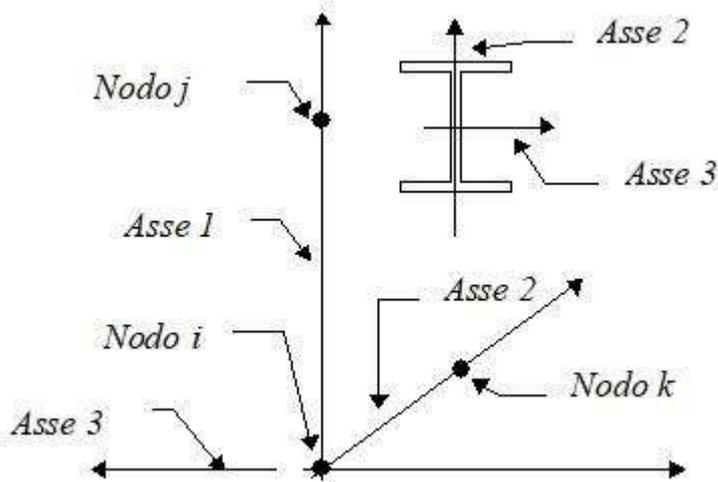
Ogni elemento tipo pilastro viene identificato da:

Il nodo iniziale **i**;

Il nodo finale **j**;

Il nodo **k** che definisce l'orientamento nello spazio della terna riferimento locale dell'elemento.

La terna di riferimento locale del pilastro risulta quindi essere così disposta:



**Sistema di riferimento locale**

Vengono riportati i valori di efficacia dei vincoli flessionali alle estremità dell'elemento (variabili fra lo **0%** e il **100%**), nei due piani **1-2** e **1-3** del pilastro in corrispondenza dei nodi, dando quindi la possibilità di considerare aste non perfettamente incastrate alle estremità (coefficienti **Vi12 - Vj12 - Vi13 - Vj13**).

In generale, se non diversamente disposto, l'asse 2 coincide, per i pilastri, con l'asse **y** globale e pertanto la disposizione della sezione coincide con quella che si avrebbe in una vista in pianta.

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Caratteristiche dei Materiali:

Tipo	Modulo Elastico [MPa]	v	alfa [1/°C]	Peso Specifico [KN/m³]	Commento
1	30000.000	0.120	0.000012	25.00	Calcestruzzo
2	210000.003	0.330	0.000012	78.50	Acciaio

Sezioni Impiegate:

Sezione	Materiale	Tipo di Sezione	Parametri Dimensionali Commenti
1	1	Rett.	B= 100 H= 40 [cm] Piedritti

Caratteristiche Inerziali:

Sezione	Materiale	Area [mm²]	Jt [cm^4]	J2 [cm^4]	J3 [cm^4]	J23 [cm^4]	Xx	Xy
1	1	400000	1661314	533333	3333333	0	1.2	1.2

Dal Nodo	Al Nodo	Nodo k	Luce [m]	Materiale	Sezione	Fixity factors								Rigid-end [m]	
						V <sub>12</sub>	V <sub>21</sub>	V <sub>13</sub>	V <sub>31</sub>	N <sub>i</sub>	N <sub>j</sub>	T <sub>i</sub>	T <sub>j</sub>	d <sub>ri</sub>	d <sub>rj</sub>
30	29	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
31	30	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
32	31	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
33	32	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
34	33	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
35	34	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
36	35	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
38	37	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
39	38	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
40	39	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
41	40	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
42	41	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
43	42	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00
44	43	10001	0.50	1	1	100	100	100	100	100	100	100	100	0.00	0.00

### 13.6 RISULTATI ANALISI DINAMICA

Modalità di valutazione della risposta modale

Analisi spettrale via Subspace iterator

Smorzamento strutturale 5.0 %

risposta  $S = CQC(S_i)$

segno risposta =  $\text{sign}(\sum S_i)$

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Sintesi dei risultati SLV per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLV	2	0.1053735	62.3	100.0

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLV

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	%  L <sub>i</sub>  / L <sub>1</sub>	Massa Modale	% M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>	% Σ M <sub>mi</sub> /M <sub>mtot</sub>
2	0.1053735	0.560	2.0321985245e+01		4.1298309326e+02	62.3	62.3
8	0.0106877	0.315	1.1237365723e+01	55.3	1.2627838898e+02	19.1	81.4
6	0.0351198	0.379	7.3836059570e+00	36.3	5.4517635345e+01	8.2	89.6
14	0.0035769	0.297	5.6913270950e+00	28.0	3.2391204834e+01	4.9	94.5
20	0.0021223	0.293	-4.4078993797e+00	21.7	1.9429576874e+01	2.9	97.4
22	0.0014568	0.292	-2.9297494888e+00	14.4	8.5834321976e+00	1.3	98.7
12	0.0046419	0.300	2.0601763725e+00	10.1	4.2443265915e+00	0.6	99.4
28	0.0011375	0.291	1.8202061653e+00	9.0	3.3131504059e+00	0.5	99.9
32	0.0009881	0.290	-8.7574869394e-01	4.3	7.6693576574e-01	0.1	100.0
16	0.0026242	0.295	-2.5377383828e-01	1.2	6.4401164651e-02	0.0	100.0
26	0.0012777	0.291	1.2587273121e-01	0.6	1.5843944624e-02	0.0	100.0
36	0.0008370	0.290	3.1943626702e-02	0.2	1.0203953134e-03	0.0	100.0
40	0.0006402	0.289	1.0225203820e-02	0.1	1.0455479060e-04	0.0	100.0
42	0.0005383	0.289	4.3675345369e-03	0.0	1.9075358068e-05	0.0	100.0
44	0.0004844	0.289	-1.9381971797e-03	0.0	3.7566082938e-06	0.0	100.0
46	0.0004606	0.289	-5.6100852089e-04	0.0	3.1473055628e-07	0.0	100.0
13	0.0035801	0.297	1.2531380344e-04	0.0	1.5703548684e-08	0.0	100.0
19	0.0021253	0.293	1.0351160199e-05	0.0	1.0714652082e-10	0.0	100.0
31	0.0009884	0.290	-2.2743174668e-06	0.0	5.1725199644e-12	0.0	100.0
21	0.0014603	0.292	1.2413289596e-06	0.0	1.5408976178e-12	0.0	100.0
27	0.0011388	0.291	8.0540445424e-07	0.0	6.4867631665e-13	0.0	100.0
43	0.0004844	0.289	7.6536804272e-07	0.0	5.8578825384e-13	0.0	100.0
45	0.0004606	0.289	-6.2339347551e-07	0.0	3.8861942093e-13	0.0	100.0
3	0.0840253	0.505	5.0863206980e-07	0.0	2.5870657613e-13	0.0	100.0
41	0.0005383	0.289	-4.8584610113e-07	0.0	2.3604642546e-13	0.0	100.0
5	0.0481461	0.412	-2.8036984645e-07	0.0	7.8607252814e-14	0.0	100.0
7	0.0119641	0.319	1.1899796704e-07	0.0	1.4160516394e-14	0.0	100.0
11	0.0051411	0.301	9.7900894502e-08	0.0	9.5845852210e-15	0.0	100.0
35	0.0008371	0.290	-8.5014036699e-08	0.0	7.2273865495e-15	0.0	100.0
25	0.0012791	0.291	7.2577897470e-08	0.0	5.2675513623e-15	0.0	100.0
15	0.0026877	0.295	5.6430799589e-08	0.0	3.1844351883e-15	0.0	100.0
39	0.0006402	0.289	-8.5395637228e-09	0.0	7.2924150158e-17	0.0	100.0
9	0.0056786	0.302	-6.2191652441e-16	0.0	3.8678017081e-31	0.0	100.0
23	0.0013502	0.291	-2.2744801338e-16	0.0	5.1732601249e-32	0.0	100.0
29	0.0010258	0.290	1.2965853608e-16	0.0	1.6811335397e-32	0.0	100.0

RELAZIONE DI CALCOLO

33	0.0008746	0.290	-7.5845024163e-17	0.0	5.7524678481e-33	0.0	100.0
1	0.2727929	0.680	5.1615147090e-17	0.0	2.6641234990e-33	0.0	100.0
37	0.0008050	0.290	-3.4420497374e-17	0.0	1.1847706543e-33	0.0	100.0
17	0.0021835	0.293	-2.6390729259e-17	0.0	6.9647057646e-34	0.0	100.0
10	0.0055375	0.302	3.7356861990e-18	0.0	1.3955350695e-35	0.0	100.0
38	0.0008050	0.290	-2.1325433771e-18	0.0	4.5477411224e-36	0.0	100.0
24	0.0013481	0.291	-1.3449184380e-18	0.0	1.8088055642e-36	0.0	100.0
4	0.0598936	0.443	-1.1567365030e-18	0.0	1.3380393226e-36	0.0	100.0
34	0.0008745	0.290	-1.1049360749e-18	0.0	1.2208836861e-36	0.0	100.0
30	0.0010253	0.290	7.9890277123e-19	0.0	6.3824562243e-37	0.0	100.0
18	0.0021708	0.293	-1.0665929190e-19	0.0	1.1376204763e-38	0.0	100.0

Spettro in accordo con TU 2008

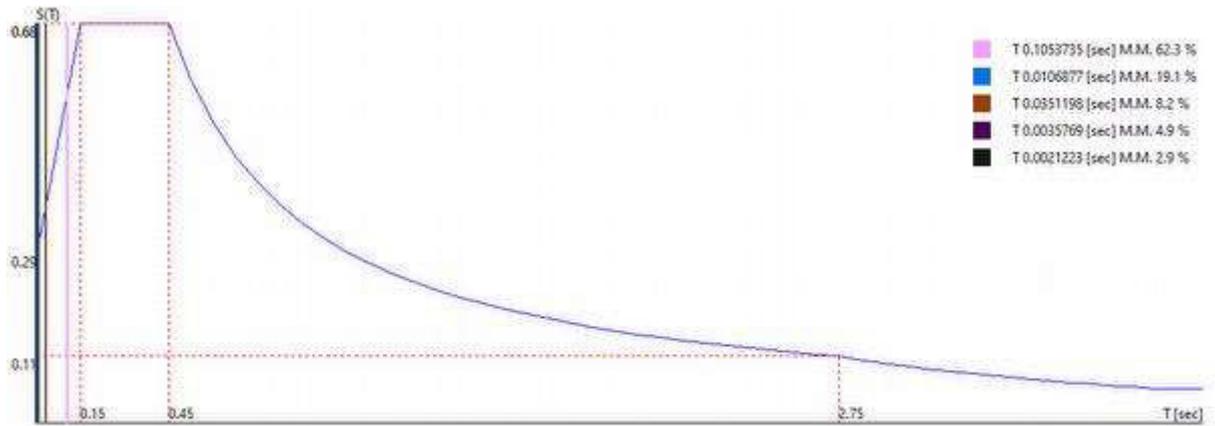
- Tombino km 0+677 Lotto 1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.1514980 [sec]
- $T_C$  0.4544941 [sec]
- $T_D$  2.7512379 [sec]

RELAZIONE DI CALCOLO

- $a_g/g$  0.2878
- $F_o$  2.3614
- $T_c^*$  0.4545



0.00 [°] SLV

Sintesi dei risultati SLO per direzione d'ingresso del sisma.

Direzione d'ingresso	Modo Principale	Periodo [sec]	% Massa Modale Modo Principale	% Massa Modale Totale
0.00 [°] SLO	2	0.1053735	62.3	100.0

Autovalori, Periodi Masse Modali efficaci

Risultati angolo di ingresso del sisma: 0.00 [°] SLO

Modo	Periodo [sec]	R	Coefficiente di Partecipazione	$\%  L_i / L_1 $	Massa Modale	% $M_{mi}/M_{mtot}$	% $\Sigma M_{mi}/M_{mtot}$
2	0.1053735	0.138	2.0321985245e+01		4.1298309326e+02	62.3	62.3
8	0.0106877	0.065	1.1237365723e+01	55.3	1.2627838898e+02	19.1	81.4
6	0.0351198	0.087	7.3836059570e+00	36.3	5.4517635345e+01	8.2	89.6
14	0.0035769	0.058	5.6913270950e+00	28.0	3.2391204834e+01	4.9	94.5
20	0.0021223	0.057	-4.4078993797e+00	21.7	1.9429576874e+01	2.9	97.4
22	0.0014568	0.056	-2.9297494888e+00	14.4	8.5834321976e+00	1.3	98.7
12	0.0046419	0.059	2.0601763725e+00	10.1	4.2443265915e+00	0.6	99.4
28	0.0011375	0.056	1.8202061653e+00	9.0	3.3131504059e+00	0.5	99.9
32	0.0009881	0.056	-8.7574869394e-01	4.3	7.6693576574e-01	0.1	100.0
16	0.0026242	0.057	-2.5377383828e-01	1.2	6.4401164651e-02	0.0	100.0
26	0.0012777	0.056	1.2587273121e-01	0.6	1.5843944624e-02	0.0	100.0
36	0.0008370	0.056	3.1943626702e-02	0.2	1.0203953134e-03	0.0	100.0
40	0.0006402	0.056	1.0225203820e-02	0.1	1.0455479060e-04	0.0	100.0
42	0.0005383	0.056	4.3675345369e-03	0.0	1.9075358068e-05	0.0	100.0
44	0.0004844	0.055	-1.9381971797e-03	0.0	3.7566082938e-06	0.0	100.0
46	0.0004606	0.055	-5.6100852089e-04	0.0	3.1473055628e-07	0.0	100.0

RELAZIONE DI CALCOLO

13	0.0035801	0.058	1.2531380344e-04	0.0	1.5703548684e-08	0.0	100.0
19	0.0021253	0.057	1.0351160199e-05	0.0	1.0714652082e-10	0.0	100.0
31	0.0009884	0.056	-2.2743174668e-06	0.0	5.1725199644e-12	0.0	100.0
21	0.0014603	0.056	1.2413289596e-06	0.0	1.5408976178e-12	0.0	100.0
27	0.0011388	0.056	8.0540445424e-07	0.0	6.4867631665e-13	0.0	100.0
43	0.0004844	0.055	7.6536804272e-07	0.0	5.8578825384e-13	0.0	100.0
45	0.0004606	0.055	-6.2339347551e-07	0.0	3.8861942093e-13	0.0	100.0
3	0.0840253	0.133	5.0863206980e-07	0.0	2.5870657613e-13	0.0	100.0
41	0.0005383	0.056	-4.8584610113e-07	0.0	2.3604642546e-13	0.0	100.0
5	0.0481461	0.099	-2.8036984645e-07	0.0	7.8607252814e-14	0.0	100.0
7	0.0119641	0.066	1.1899796704e-07	0.0	1.4160516394e-14	0.0	100.0
11	0.0051411	0.060	9.7900894502e-08	0.0	9.5845852210e-15	0.0	100.0
35	0.0008371	0.056	-8.5014036699e-08	0.0	7.2273865495e-15	0.0	100.0
25	0.0012791	0.056	7.2577897470e-08	0.0	5.2675513623e-15	0.0	100.0
15	0.0026877	0.058	5.6430799589e-08	0.0	3.1844351883e-15	0.0	100.0
39	0.0006402	0.056	-8.5395637228e-09	0.0	7.2924150158e-17	0.0	100.0
9	0.0056786	0.060	-6.2191652441e-16	0.0	3.8678017081e-31	0.0	100.0
23	0.0013502	0.056	-2.2744801338e-16	0.0	5.1732601249e-32	0.0	100.0
29	0.0010258	0.056	1.2965853608e-16	0.0	1.6811335397e-32	0.0	100.0
33	0.0008746	0.056	-7.5845024163e-17	0.0	5.7524678481e-33	0.0	100.0
1	0.2727929	0.137	5.1615147090e-17	0.0	2.6641234990e-33	0.0	100.0
37	0.0008050	0.056	-3.4420497374e-17	0.0	1.1847706543e-33	0.0	100.0
17	0.0021835	0.057	-2.6390729259e-17	0.0	6.9647057646e-34	0.0	100.0
10	0.0055375	0.060	3.7356861990e-18	0.0	1.3955350695e-35	0.0	100.0
38	0.0008050	0.056	-2.1325433771e-18	0.0	4.5477411224e-36	0.0	100.0
24	0.0013481	0.056	-1.3449184380e-18	0.0	1.8088055642e-36	0.0	100.0
4	0.0598936	0.110	-1.1567365030e-18	0.0	1.3380393226e-36	0.0	100.0
34	0.0008745	0.056	-1.1049360749e-18	0.0	1.2208836861e-36	0.0	100.0
30	0.0010253	0.056	7.9890277123e-19	0.0	6.3824562243e-37	0.0	100.0
18	0.0021708	0.057	-1.0665929190e-19	0.0	1.1376204763e-38	0.0	100.0

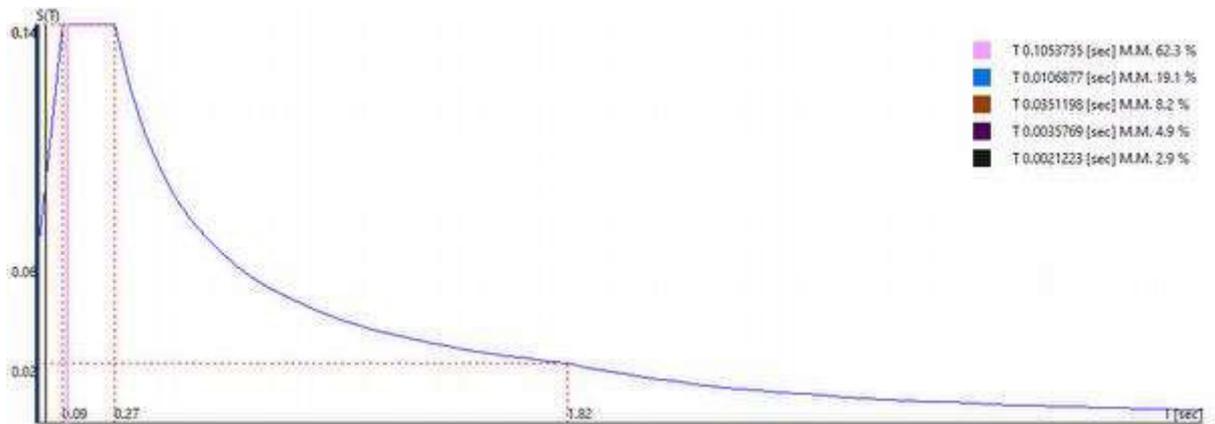
Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 0+677 Lotto 1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00

- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.0900035 [sec]
- $T_C$  0.2700105 [sec]
- $T_D$  1.8201185 [sec]
- $a_B/g$  0.0550
- $F_o$  2.5106
- $T_C^*$  0.2700



0.00 [°] SLO

### 13.7 CARICHI APPLICATI AGLI ELEMENTI

Carichi applicati agli elementi

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}, \dots, q_{zj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal NodoI, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{zj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z$   $x_{App}$

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza  $x_{App}$  dal NodoI.

$M_x, \dots, M_z$   $x_{App}$

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza  $x_{App}$  dal NodoI.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

#### Carichi distribuiti

Nodo I	Nodo J	L [m]	Condizione di carico	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]
29	37	2.40	1	0.00	0.00	10.00	0.00	2.40	0.00	10.00	0.00
30	29	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-28.00	-0.00	0.50	0.00	-28.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
37	45	0.70	1	0.00	0.00	10.00	0.00	0.70	0.00	10.00	0.00
31	30	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-23.00	-0.00	0.50	0.00	-23.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
46	29	0.70	1	0.00	0.00	10.00	0.00	0.70	0.00	10.00	0.00
32	31	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-19.00	-0.00	0.50	0.00	-19.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
33	32	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-15.00	-0.00	0.50	0.00	-15.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
34	33	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-11.00	-0.00	0.50	0.00	-11.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
35	34	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-6.00	-0.00	0.50	0.00	-6.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
36	35	0.50	4	0.00	0.00	-4.00	-0.00	0.50	0.00	-4.00	-0.00
			3	0.00	0.00	-20.00	-0.00	0.50	0.00	-20.00	-0.00
			2	0.00	0.00	-2.00	-0.00	0.50	0.00	-2.00	-0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
38	37	0.50	2	0.00	0.00	28.00	0.00	0.50	0.00	28.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
39	38	0.50	2	0.00	0.00	23.00	0.00	0.50	0.00	23.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
40	39	0.50	2	0.00	0.00	19.00	0.00	0.50	0.00	19.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
41	40	0.50	2	0.00	0.00	15.00	0.00	0.50	0.00	15.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
42	41	0.50	2	0.00	0.00	11.00	0.00	0.50	0.00	11.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
43	42	0.50	2	0.00	0.00	6.00	0.00	0.50	0.00	6.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00
44	43	0.50	2	0.00	0.00	2.00	0.00	0.50	0.00	2.00	0.00
			1	0.00	-10.00	0.00	0.00	0.50	-10.00	0.00	0.00

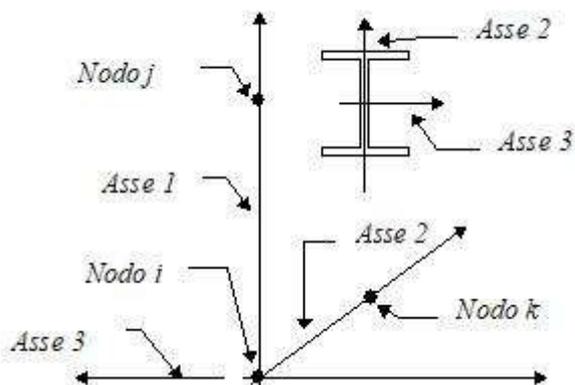
### 13.8 AZIONI SUGLI ELEMENTI

Sollecitazioni nei pilastri

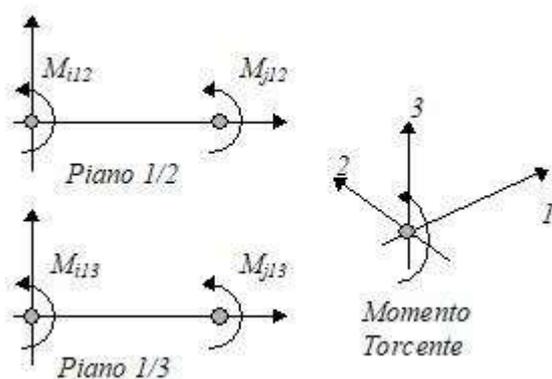
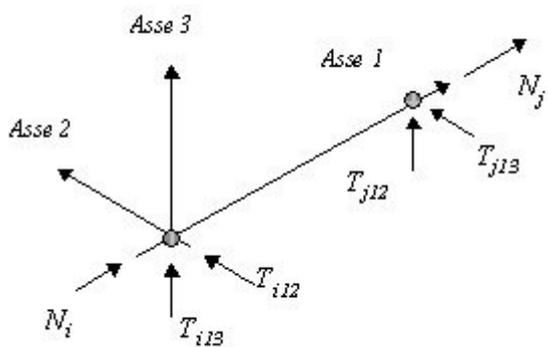
Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nei pilastri sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento e si riferiscono all'asta.

L'orientamento del pilastro nello spazio è definito a mezzo del nodo K. La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta:



Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni così diretti:



Per ogni pilastro vengono riportate, nelle varie combinazioni di carico, le componenti di sollecitazione alle estremità dell'asta.

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
1	30	39.00	49.40	0.00	0.00	0.00	-50.05

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
	29	-45.50	-67.60	-0.00	0.00	-0.00	79.30
2	30	24.81	109.59	0.00	0.00	0.00	-150.34
	29	-29.81	-133.59	-0.00	0.00	-0.00	211.06
3	30	30.00	38.00	0.00	0.00	0.00	-38.50
	29	-35.00	-52.00	-0.00	0.00	-0.00	61.00
4	30	30.00	38.00	0.00	0.00	0.00	-38.50
	29	-35.00	-52.00	-0.00	0.00	-0.00	61.00
5	30	30.00	38.00	0.00	0.00	0.00	-38.50
	29	-35.00	-52.00	-0.00	0.00	-0.00	61.00
6	30	28.74	52.84	0.00	0.00	0.00	-61.88
	29	-33.74	-68.84	-0.00	0.00	-0.00	92.29
1	31	32.50	34.45	0.00	0.00	0.00	-29.09
	30	-39.00	-49.40	-0.00	0.00	-0.00	50.05
2	31	20.60	87.65	0.00	0.00	0.00	-101.22
	30	-25.60	-109.15	-0.00	0.00	-0.00	150.34
3	31	25.00	26.50	0.00	0.00	0.00	-22.37
	30	-30.00	-38.00	-0.00	0.00	-0.00	38.50
4	31	25.00	26.50	0.00	0.00	0.00	-22.37
	30	-30.00	-38.00	-0.00	0.00	-0.00	38.50
5	31	25.00	26.50	0.00	0.00	0.00	-22.37
	30	-30.00	-38.00	-0.00	0.00	-0.00	38.50
6	31	23.93	39.24	0.00	0.00	0.00	-38.90
	30	-28.93	-52.74	-0.00	0.00	-0.00	61.88
1	32	26.00	22.10	0.00	0.00	0.00	-14.95
	31	-32.50	-34.45	-0.00	0.00	-0.00	29.09
2	32	16.39	67.26	0.00	0.00	0.00	-62.78
	31	-21.39	-86.76	-0.00	0.00	-0.00	101.22
3	32	20.00	17.00	0.00	0.00	0.00	-11.50
	31	-25.00	-26.50	-0.00	0.00	-0.00	22.37
4	32	20.00	17.00	0.00	0.00	0.00	-11.50
	31	-25.00	-26.50	-0.00	0.00	-0.00	22.37
5	32	20.00	17.00	0.00	0.00	0.00	-11.50
	31	-25.00	-26.50	-0.00	0.00	-0.00	22.37
6	32	19.13	27.52	0.00	0.00	0.00	-22.27
	31	-24.13	-39.02	-0.00	0.00	-0.00	38.90
1	33	19.50	12.35	0.00	0.00	0.00	-6.34
	32	-26.00	-22.10	-0.00	0.00	-0.00	14.95

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
2	33	12.19	48.42	0.00	0.00	0.00	-34.24
	32	-17.19	-65.92	-0.00	0.00	-0.00	62.78
3	33	15.00	9.50	0.00	0.00	0.00	-4.87
	32	-20.00	-17.00	-0.00	0.00	-0.00	11.50
4	33	15.00	9.50	0.00	0.00	0.00	-4.87
	32	-20.00	-17.00	-0.00	0.00	-0.00	11.50
5	33	15.00	9.50	0.00	0.00	0.00	-4.87
	32	-20.00	-17.00	-0.00	0.00	-0.00	11.50
6	33	14.32	17.70	0.00	0.00	0.00	-11.06
	32	-19.32	-27.20	-0.00	0.00	-0.00	22.27
1	34	13.00	5.20	0.00	0.00	0.00	-1.95
	33	-19.50	-12.35	-0.00	0.00	-0.00	6.34
2	34	7.99	31.12	0.00	0.00	0.00	-14.83
	33	-12.99	-46.62	-0.00	0.00	-0.00	34.24
3	34	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	33	-15.00	-9.50	-0.00	0.00	-0.00	4.87
4	34	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	33	-15.00	-9.50	-0.00	0.00	-0.00	4.87
5	34	10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	33	-15.00	-9.50	-0.00	0.00	-0.00	4.87
6	34	9.51	9.75	0.00	0.00	0.00	-4.31
	33	-14.51	-17.25	-0.00	0.00	-0.00	11.06
1	35	6.50	1.30	0.00	0.00	0.00	-0.32
	34	-13.00	-5.20	-0.00	0.00	-0.00	1.95
2	35	3.79	15.81	0.00	0.00	0.00	-3.69
	34	-8.79	-28.81	-0.00	0.00	-0.00	14.83
3	35	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.25
	34	-10.00	-4.00	-0.00	0.00	-0.00	1.50
4	35	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.25
	34	-10.00	-4.00	-0.00	0.00	-0.00	1.50
5	35	5.00	1.00	0.00	0.00	0.00	-0.25
	34	-10.00	-4.00	-0.00	0.00	-0.00	1.50
6	35	4.71	4.18	0.00	0.00	0.00	-0.98
	34	-9.71	-9.18	-0.00	0.00	-0.00	4.31
1	36	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	35	-6.50	-1.30	-0.00	0.00	-0.00	0.32
2	36	-0.40	1.87	0.00	0.00	-0.00	-0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
3	35	-4.60	-12.87	-0.00	0.00	-0.00	3.69
	36	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	35	-5.00	-1.00	-0.00	0.00	-0.00	0.25
4	36	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	35	-5.00	-1.00	-0.00	0.00	-0.00	0.25
5	36	0.00	-0.00	0.00	0.00	0.00	-0.00
	35	-5.00	-1.00	-0.00	0.00	-0.00	0.25
6	36	-0.10	0.45	0.00	0.00	-0.00	-0.00
	35	-4.90	-3.45	-0.00	0.00	-0.00	0.98
1	38	39.00	-49.40	0.00	0.00	0.00	50.05
	37	-45.50	67.60	-0.00	0.00	-0.00	-79.30
2	38	35.19	-26.41	0.00	0.00	0.00	16.66
	37	-40.19	40.41	-0.00	0.00	-0.00	-33.44
3	38	30.00	-38.00	0.00	0.00	0.00	38.50
	37	-35.00	52.00	-0.00	0.00	-0.00	-61.00
4	38	30.00	-38.00	0.00	0.00	0.00	38.50
	37	-35.00	52.00	-0.00	0.00	-0.00	-61.00
5	38	30.00	-38.00	0.00	0.00	0.00	38.50
	37	-35.00	52.00	-0.00	0.00	-0.00	-61.00
6	38	31.26	-35.16	0.00	0.00	0.00	33.12
	37	-36.26	49.16	-0.00	0.00	-0.00	-54.21
1	39	32.50	-34.45	0.00	0.00	0.00	29.09
	38	-39.00	49.40	-0.00	0.00	-0.00	-50.05
2	39	29.40	-15.35	0.00	0.00	0.00	6.03
	38	-34.40	26.85	-0.00	0.00	-0.00	-16.66
3	39	25.00	-26.50	0.00	0.00	0.00	22.37
	38	-30.00	38.00	-0.00	0.00	-0.00	-38.50
4	39	25.00	-26.50	0.00	0.00	0.00	22.37
	38	-30.00	38.00	-0.00	0.00	-0.00	-38.50
5	39	25.00	-26.50	0.00	0.00	0.00	22.37
	38	-30.00	38.00	-0.00	0.00	-0.00	-38.50
6	39	26.07	-23.76	0.00	0.00	0.00	18.35
	38	-31.07	35.26	-0.00	0.00	-0.00	-33.12
1	40	26.00	-22.10	0.00	0.00	0.00	14.95
	39	-32.50	34.45	-0.00	0.00	-0.00	-29.09
2	40	23.61	-6.74	0.00	0.00	0.00	0.22
	39	-28.61	16.24	-0.00	0.00	-0.00	-6.03

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
3	40	20.00	-17.00	0.00	0.00	0.00	11.50
	39	-25.00	26.50	-0.00	0.00	-0.00	-22.37
4	40	20.00	-17.00	0.00	0.00	0.00	11.50
	39	-25.00	26.50	-0.00	0.00	-0.00	-22.37
5	40	20.00	-17.00	0.00	0.00	0.00	11.50
	39	-25.00	26.50	-0.00	0.00	-0.00	-22.37
6	40	20.87	-14.48	0.00	0.00	0.00	8.73
	39	-25.87	23.98	-0.00	0.00	-0.00	-18.35
1	41	19.50	-12.35	0.00	0.00	0.00	6.34
	40	-26.00	22.10	-0.00	0.00	-0.00	-14.95
2	41	17.81	-0.58	0.00	0.00	0.00	-1.99
	40	-22.81	8.08	-0.00	0.00	-0.00	-0.22
3	41	15.00	-9.50	0.00	0.00	0.00	4.87
	40	-20.00	17.00	-0.00	0.00	-0.00	-11.50
4	41	15.00	-9.50	0.00	0.00	0.00	4.87
	40	-20.00	17.00	-0.00	0.00	-0.00	-11.50
5	41	15.00	-9.50	0.00	0.00	0.00	4.87
	40	-20.00	17.00	-0.00	0.00	-0.00	-11.50
6	41	15.68	-7.30	0.00	0.00	0.00	3.19
	40	-20.68	14.80	-0.00	0.00	-0.00	-8.73
1	42	13.00	-5.20	-0.00	0.00	0.00	1.95
	41	-19.50	12.35	0.00	0.00	-0.00	-6.34
2	42	12.01	3.12	0.00	0.00	0.00	-1.83
	41	-17.01	2.38	-0.00	0.00	-0.00	1.99
3	42	10.00	-4.00	-0.00	0.00	0.00	1.50
	41	-15.00	9.50	0.00	0.00	-0.00	-4.87
4	42	10.00	-4.00	-0.00	0.00	0.00	1.50
	41	-15.00	9.50	0.00	0.00	-0.00	-4.87
5	42	10.00	-4.00	-0.00	0.00	0.00	1.50
	41	-15.00	9.50	0.00	0.00	-0.00	-4.87
6	42	10.49	-2.25	0.00	0.00	0.00	0.69
	41	-15.49	7.75	-0.00	0.00	-0.00	-3.19
1	43	6.50	-1.30	-0.00	0.00	0.00	0.32
	42	-13.00	5.20	0.00	0.00	0.00	-1.95
2	43	6.21	3.81	0.00	0.00	0.00	-0.69
	42	-11.21	-0.81	-0.00	0.00	-0.00	1.83
3	43	5.00	-1.00	-0.00	0.00	0.00	0.25

MANDATARIA:

MANDANTI:

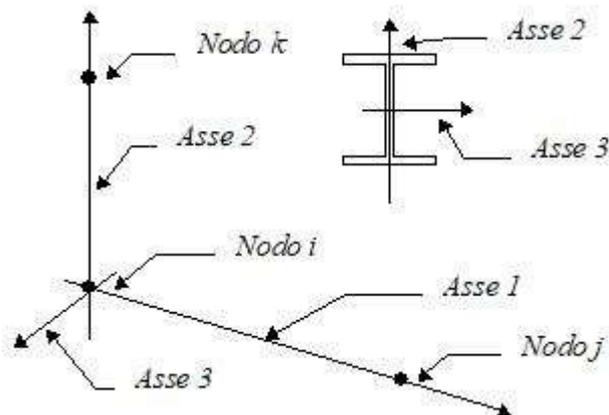
**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	N [kN]	T1-2 [kN]	T1-3 [kN]	Mt [kNm]	M1-3 [kNm]	M1-2 [kNm]
4	42	-10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	43	5.00	-1.00	-0.00	0.00	0.00	0.25
5	42	-10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	43	5.00	-1.00	-0.00	0.00	0.00	0.25
6	42	-10.00	4.00	0.00	0.00	0.00	-1.50
	43	5.29	0.18	0.00	0.00	0.00	0.02
	42	-10.29	2.82	-0.00	0.00	-0.00	-0.69
	44	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1	43	-6.50	1.30	-0.00	0.00	-0.00	-0.32
	44	0.40	1.87	0.00	0.00	0.00	-0.00
2	43	-5.40	-0.87	-0.00	0.00	-0.00	0.69
	44	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
3	43	-5.00	1.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.25
	44	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4	43	-5.00	1.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.25
	44	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
5	43	-5.00	1.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.25
	44	-0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
6	43	-5.00	1.00	-0.00	0.00	-0.00	-0.25
	44	0.10	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00
	43	-5.10	0.55	-0.00	0.00	-0.00	-0.02

Sollecitazioni nelle travi di fondazione

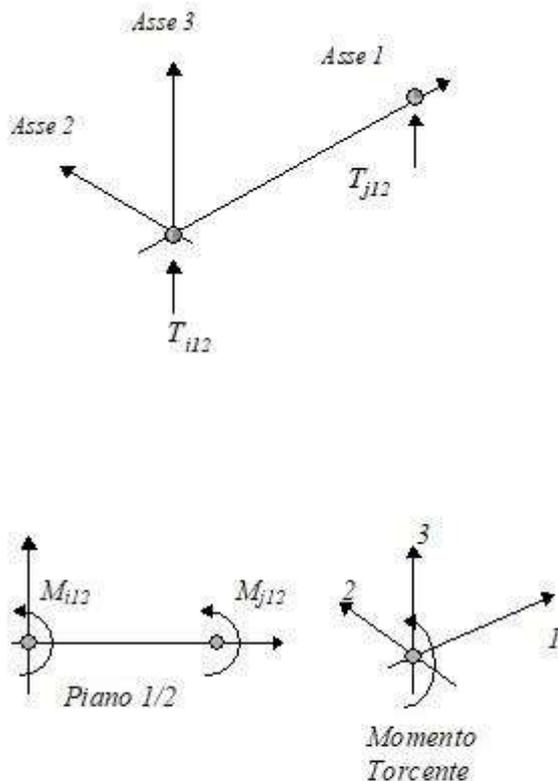
Convenzioni adottate

Le sollecitazioni nelle travi di fondazione sono da intendersi nel sistema di riferimento locale dell'elemento, e si riferiscono all'asta. L'orientamento della trave nello spazio è definito a mezzo del nodo K.



La terna di riferimento locale dell'asta è così disposta

Per quanto concerne i segni positivi assunti per le varie componenti di sollecitazione si assumono come positivi i versi e le sollecitazioni se così diretti:



La trave è da considerarsi appoggiata su un sottospazio elastico a comportamento bilatero (terreno alla Winkler).

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
1	29	0.034	-0.00	-36.75	-81.65
	37	0.034	0.00	-36.75	81.65
2	29	-0.027	-0.00	-75.47	-192.42
	37	0.074	0.00	5.43	49.81
3	29	0.026	-0.00	-28.27	-62.81
	37	0.026	0.00	-28.27	62.81
4	29	0.026	-0.00	-28.27	-62.81
	37	0.026	0.00	-28.27	62.81
5	29	0.026	-0.00	-28.27	-62.81
	37	0.026	0.00	-28.27	62.81
6	29	0.015	-0.00	-38.19	-89.71
	37	0.037	0.00	-21.05	59.22
1	37	0.034	0.00	-8.75	-2.35

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Comb.	Nodo	Pressione [MPa]	Mt [kNm]	Taglio [kN]	MFlet. [kNm]
2	45	0.017	-0.00	0.00	-0.00
	37	0.074	-0.00	-46.93	-16.45
	45	0.082	-0.00	-0.98	-0.00
3	37	0.026	0.00	-6.73	-1.81
	45	0.013	-0.00	0.00	-0.00
4	37	0.026	0.00	-6.73	-1.81
	45	0.013	-0.00	0.00	-0.00
5	37	0.026	0.00	-6.73	-1.81
	45	0.013	-0.00	0.00	-0.00
6	37	0.037	-0.00	-15.57	-5.03
	45	0.028	-0.00	-0.23	-0.00
1	46	0.017	-0.00	-0.00	0.00
	29	0.034	-0.00	-8.75	2.35
2	46	-0.090	-0.00	0.98	0.00
	29	-0.027	-0.00	46.97	-18.73
3	46	0.013	-0.00	-0.00	0.00
	29	0.026	-0.00	-6.73	1.81
4	46	0.013	-0.00	-0.00	0.00
	29	0.026	-0.00	-6.73	1.81
5	46	0.013	-0.00	-0.00	0.00
	29	0.026	-0.00	-6.73	1.81
6	46	-0.009	-0.00	0.23	0.00
	29	0.015	-0.00	4.81	-2.59

**13.9 INVILUPPO SOLLECITAZIONI**

Sollecitazioni massime piedritti

Sforzo normale	Min asta 36 35	-0.40 [kN]	Comb. 2	Max asta 38 37	<b>45.50 [kN]</b>	Comb. 1
Taglio piano 1-2	Min asta 38 37	-67.60 [kN]	Comb. 1	Max asta 30 29	<b>133.59 [kN]</b>	Comb. 2
Taglio piano 1-3	Min asta 38 37	-0.00 [kN]	Comb. 1	Max asta 30 29	0.00 [kN]	Comb. 2
Momento torcente	Min asta 44 43	0.00 [kNm]	Comb. 1	Max asta 44 43	0.00 [kNm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 30 29	<b>-211.13 [kNm]</b>	Comb. 2	Max asta 38 37	79.30 [kNm]	Comb. 1
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 30 29	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max asta 38 37	0.00 [kNm]	Comb. 1

Sollecitazioni massime soletta di fondazione

Taglio	Min trave 29 37	<b>-83.60 [kN]</b>	Comb. 2	Max trave 29 37	36.75 [kN]	Comb. 1
Pressioni sul terreno	Min trave 37 45	0.082 [MPa]	Comb. 2	Max trave 46 29	-0.090 [MPa]	Comb. 2

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento flettente	Min trave 29 37	<b>-192.42 [kNm]</b>	Comb. 2	Max trave 46 29	18.61 [kNm]	Comb. 2
Momento torcente	Min trave 29 37	-0.00 [kNm]	Comb. 2	Max trave 46 29	0.00 [kNm]	Comb. 2

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	1	<b>-0.048</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	1	-0.017

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	2	<b>-0.082</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 46 29	2	0.090

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	3	<b>-0.037</b>
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	3	-0.013

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	4	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	4	-0.013

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	5	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	5	-0.013

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	6	<b>-0.041</b>

Max Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 46 29 6 0.009

### 13.10 SOLLECITAZIONI RARE

Come prima espresso, si riportano i risultati della sola combinazione suddetta, dato che mancando azioni variabili, non si distingue dalle altre SLE.

#### Piedritti

Sforzo normale	Min asta 44 43	-0.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 38 37	35.00 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-2	Min asta 38 37	-52.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 30 29	52.00 [kN]	Comb. 3
Taglio piano 1-3	Min asta 38 37	-0.00 [kN]	Comb. 3	Max asta 30 29	0.00 [kN]	Comb. 3
Momento torcente	Min asta 44 43	0.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 44 43	0.00 [kNm]	Comb. 3
Momento Flet. piano 1-2	Min asta 30 29	<b>-61.00 [kNm]</b>	Comb. 3	Max asta 38 37	61.00 [kNm]	Comb. 3
Momento Flet. piano 1-3	Min asta 30 29	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max asta 38 37	0.00 [kNm]	Comb. 3

#### Soletta di fondazione

Taglio	Min trave 29 37	-28.27 [kN]	Comb. 3	Max trave 29 37	28.27 [kN]	Comb. 3
Pressioni sul terreno	Min trave 29 37	0.037 [MPa]	Comb. 3	Max trave 37 45	0.013 [MPa]	Comb. 3
Momento flettente	Min trave 29 37	<b>-62.81 [kNm]</b>	Comb. 3	Max trave 37 45	0.00 [kNm]	Comb. 3
Momento torcente	Min trave 29 37	-0.00 [kNm]	Comb. 3	Max trave 37 45	0.00 [kNm]	Comb. 3

### 13.11 VERIFICHE SLU/SLV

#### 13.11.1 Piedritti – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 40,00cm

Afi= 6Ø20 = 18,84cmq Afs=6Ø20 = 18,84cmq

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Verifica C.A. S.L.U. - File: PIEDRITTI

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008

Titolo: **Piedritti**

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18,85	5
2	18,85	35

**Tipo Sezione**  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>xEd</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

**P.to applicazione N**  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

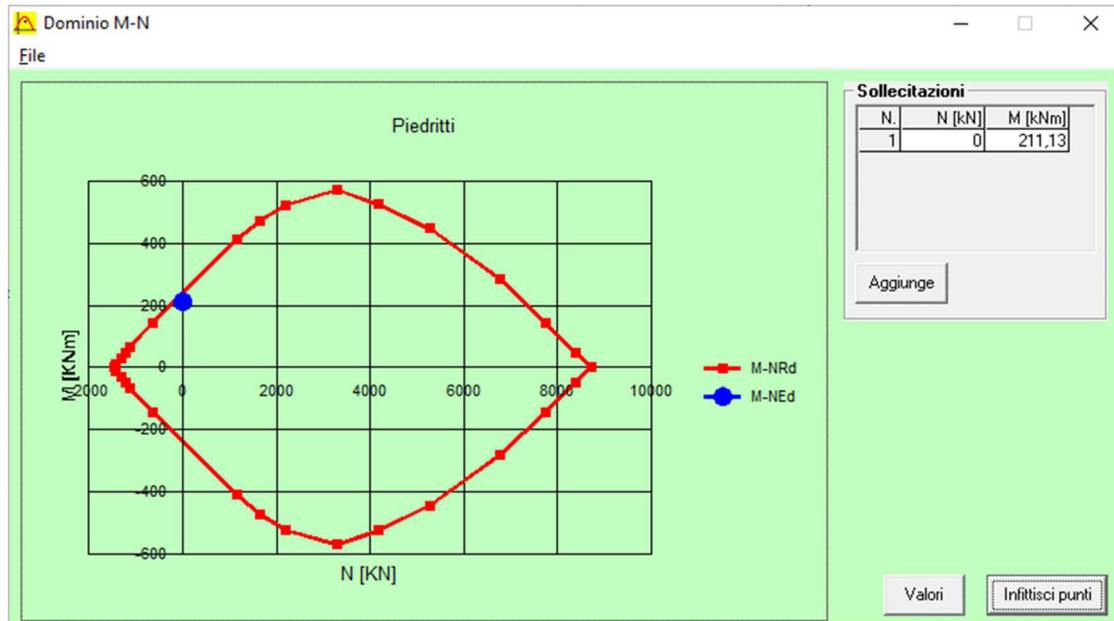
**Metodo di calcolo**  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

**Tipo flessione**  
 Retta  Deviata

**Materiali**  
**B450C** **C32/40**  
 ε<sub>su</sub>  ‰ ε<sub>c2</sub>  ‰  
 f<sub>yd</sub>  N/mm² ε<sub>cu</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>  N/mm² f<sub>cd</sub>  ‰  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub>  f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub>  ?  
 ε<sub>syd</sub>  ‰ σ<sub>c,adm</sub>  ‰  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  ‰  
 τ<sub>c1</sub>  ‰

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²  
 ε<sub>c</sub>  ‰  
 ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 δ

N° rett.   
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub>  cm Col. modello  
 Precompresso



### 13.11.2 Piedritti – taglio

**Verifica a taglio**

**par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008**

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	<b>V<sub>Ed</sub></b>	133590 N	
resistenza calcestruzzo	<b>R<sub>ck</sub></b>	40 N/mm <sup>2</sup>	
	<b>f<sub>ck</sub></b>	33,2 N/mm <sup>2</sup>	
coeff. parziale di sicurezza del cls	<b>γ<sub>c</sub></b>	1,5	
altezza	<b>h</b>	400 mm	
copriferro	<b>c</b>	50 mm	
altezza utile	<b>d</b>	350 mm	
larghezza minima sezione	<b>b<sub>w</sub></b>	1000 mm	
armatura longitudinale	<b>A<sub>sl</sub></b>	1884 mm <sup>2</sup>	
sezione calcestruzzo	<b>A<sub>c</sub></b>	400000 mm <sup>2</sup>	
valore di calcolo dello sforzo normale	<b>N<sub>Ed</sub></b>	0 N	
$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	<b>k</b>	1,7559289	
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	<b>v<sub>min</sub></b>	0,4692427	
$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	<b>ρ<sub>1</sub></b>	0,0053829	rapporto geometrico di armatura longitudinale
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0 N/mm <sup>2</sup>	tensione media di compressione della sezione
Resistenza a taglio	<b>V<sub>Rd</sub></b>	192814,58 N	
$V_{Rd}=\{(0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp}\} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$			<b>VERIFICATA</b>
$V_{Rd} \geq V_{Ed}$			<b>VERIFICATA</b>

13.11.3 Soletta – flessione

Base sezione B= 100,00cm

Altezza sezione H= 40,00cm

Afi= 6Ø20 = 18,85cmq Afs=6Ø20 = 18,85cmq

Verifica C.A. S.L.U. - File: SOLETTA

File Materiali Opzioni Visualizza Progetto Sez. Rett. Sismica Normativa: NTC 2008 ?

Titolo : Soletta

N° figure elementari 1 Zoom N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18,85	5
2	18,85	35

Tipologia Sezione:  
 Rettan.re  Trapezi  
 a T  Circolare  
 Rettangoli  Coord.

Diagramma della sezione rettangolare con barre di acciaio e asse neutro N.

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>xEd</sub> 192,42 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0 kNm

P.to applicazione N:  
 Centro  Baricentro cls  
 Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipologia rottura: Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

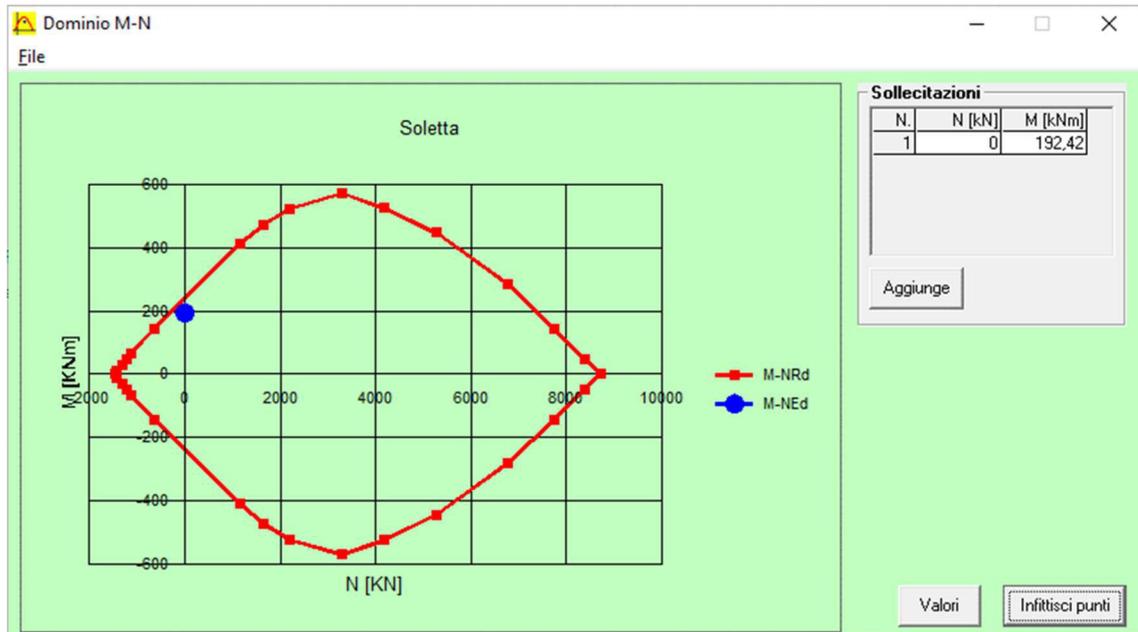
Metodo di calcolo:  
 S.L.U.+  S.L.U.-  
 Metodo n

Tipologia flessione:  
 Retta  Deviata

Materiali:  
B450C C32/40  
ε<sub>su</sub> 67,5 ‰ ε<sub>c2</sub> 2 ‰  
f<sub>yd</sub> 391,3 N/mm² ε<sub>cu</sub> 3,5 ‰  
E<sub>s</sub> 200 000 N/mm² f<sub>cd</sub> 18,13 ‰  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0,8  
ε<sub>syd</sub> 1,957 ‰ σ<sub>c,adm</sub> 12,25 ‰  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0,7333  
τ<sub>c1</sub> 2,114

M<sub>xRd</sub> 242,7 kN m  
σ<sub>c</sub> -18,13 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391,3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3,5 ‰  
ε<sub>s</sub> 20,96 ‰  
d 35 cm  
x 5,007 x/d 0,1431  
δ 0,7

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
 Precompresso



### 13.11.4 Soletta – taglio

#### Verifica a taglio

par. 4.1.2.1.3.1 NTC2008

Valore di calcolo dello sforzo di taglio	<b>V<sub>Ed</sub></b>	83600	N
resistenza calcestruzzo	<b>R<sub>ck</sub></b>	40	N/mm <sup>2</sup>
	<b>f<sub>ck</sub></b>	33,2	N/mm <sup>2</sup>
coeff. parziale di sicurezza del cls	<b>γ<sub>c</sub></b>	1,5	
altezza	<b>h</b>	400	mm
copriferro	<b>c</b>	50	mm
altezza utile	<b>d</b>	350	mm
larghezza minima sezione	<b>b<sub>w</sub></b>	1000	mm
armatura longitudinale	<b>A<sub>sl</sub></b>	1884	mm <sup>2</sup>
sezione calcestruzzo	<b>A<sub>c</sub></b>	400000	mm <sup>2</sup>
valore di calcolo dello sforzo normale	<b>N<sub>Ed</sub></b>	0	N

$k=1+(200/d)^{1/2} \leq 2$	<b>k</b>	1,7559289
$v_{min}=0,035k^{3/2}f_{ck}^{1/2}$	<b>v<sub>min</sub></b>	0,4692427

$\rho_1=A_{sl}/(b_w d) \leq 0,02$	<b>ρ<sub>1</sub></b>	0,0053829	rapporto geometrico di armatura longitudinale tensione media di compressione della sezione
$\sigma_{cp}=N_{Ed}/A_c \leq 0,2f_{cd}$	<b>σ<sub>cp</sub></b>	0	

Resistenza a taglio	<b>V<sub>Rd</sub></b>	192814,58	N
---------------------	-----------------------	-----------	---

$V_{Rd} = \{ (0,18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{1/3}) / \gamma_c + 0,15 \cdot \sigma_{cp} \} \cdot b_w \cdot d \geq (v_{min} + 0,15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d$   
 $V_{Rd} \geq V_{Ed}$

**VERIFICATA**  
**VERIFICATA**

## 13.12 VERIFICHE SLE

### 13.12.1 Piedritti

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	61,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	104,13	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	216844975	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>2,93</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>103,75</b>	<b>[MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS			
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente			
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	61,0	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	350	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	104,13	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	216844975	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>2,93</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>103,75</b>	<b>[MPa]</b>

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS			
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	h	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	b	1000	[mm]
Copriferro	d'	50	[mm]
Altezza utile della sezione	d	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	A <sub>s</sub>	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	A' <sub>s</sub>	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	c	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	s	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	S <sub>rif,max</sub>	300	[mm]
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b>M<sub>Ed,q.p.</sub></b>	<b>61</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	104,13	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	103,75	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>t</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	98,6237629	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	A <sub>c,eff</sub>	98623,7629	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	ρ <sub>p,eff</sub>	0,01911	[-]
Rapporto tra E <sub>s</sub> /E <sub>cm</sub>	α <sub>e</sub>	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	ε <sub>sm</sub> - ε <sub>cm</sub>	0,000158	[-]
		0,000311	[-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	φ <sub>eq</sub>	20,00	[mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	k <sub>1</sub>	0,8	[-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	k <sub>2</sub>	0,5	[-]
	k <sub>3</sub>	3,4	[-]
	k <sub>4</sub>	0,425	[-]
Distanza massima tra le fessure	S <sub>r,max</sub>	347,89	[mm]
		347,89	[mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b>w<sub>k</sub></b>	<b>0,1083</b>	<b>[mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b>w<sub>max</sub></b>	<b>0,2</b>	<b>[mm]</b>
Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente			
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b>M<sub>Ed,freq.</sub></b>	<b>61</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	x	104,13	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	σ <sub>s</sub>	103,75	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	f <sub>ct,eff</sub>	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	k <sub>t</sub>	0,4	[-]
Altezza efficace	h <sub>c,eff</sub>	98,6237629	[mm]

RELAZIONE DI CALCOLO

Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	98623,7629 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01911 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000158 [-] 0,000311 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$s_{r,max}$	347,89 [mm] 347,89 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,1083 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

13.12.2 Soletta

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Caratteristica		
Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	62,8 [kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0 [-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	400 [mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000 [mm]
Copriferro	$d'$	50 [mm]
Altezza utile della sezione	$d$	350 [mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1885 [mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A'_s$	1885 [mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	104,13 [mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a $x$	$J$	216844975 [mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione caratteristica	$\sigma_{c,caratt}$	19,92 [MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360 [MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>3,02 [MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>106,83 [MPa]</b>

DETERMINAZIONE DELLE TENSIONI A SLS		
Controllo tensionale per la Combinazione Quasi Permanente		

RELAZIONE DI CALCOLO

Momento sollecitante assunto in valore assoluto	$M_{Ed}$	62,8	[kNm]
Coefficiente di omogeneizzazione	$n$	15,0	[-]
Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$j$	400	[-]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[-]
Copriferro	$d'$	50	[-]
Altezza utile della sezione	$d'$	350	[-]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Posizione dell'asse neutro	$x$	104,13	[mm]
Momento d'inerzia della sezione rispetto a x	$J$	216844975	[mm <sup>4</sup> ]
Tensione ammissibile nel calcestruzzo nella combinazione quasi permanente	$\sigma_{c,q.p.}$	14,94	[MPa]
Tensione ammissibile nell'acciaio per le combinazioni a SLS	$\sigma_s$	360	[MPa]
<b>Tensione nel calcestruzzo</b>	<b><math>\sigma_c</math></b>	<b>3,02</b>	<b>[MPa]</b>
<b>Tensione nell'armatura tesa</b>	<b><math>\sigma_s</math></b>	<b>106,83</b>	<b>[MPa]</b>

CONTROLLO DI FESSURAZIONE A SLS

Altezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$h$	400	[mm]
Larghezza della sezione trasversale di calcestruzzo	$b$	1000	[mm]
Copriferro	$d'$	50	[mm]
Altezza utile della sezione	$d$	350	[mm]
Area dell'armatura tesa	$A_s$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Area dell'armatura compressa	$A's$	1885	[mm <sup>2</sup> ]
Distanza tra il bordo del cls e l'armatura	$c$	50	[mm]
Distanza tra i baricentri delle barre	$s$	100	[mm]
Distanza massima di riferimento tra le barre	$s_{rif,max}$	300	[mm]

Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Quasi Permanente

<b>Momento sollecitante per la combinazione Quasi Permanente</b>	<b><math>M_{Ed,q.p.}</math></b>	<b>62,81</b>	<b>[kNm]</b>
Durata del carico		lunga	[-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	104,13	[mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	106,83	[MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1	[MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_t$	0,4	[-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	98,6237629	[mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	98623,7629	[mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01911	[-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94	[-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000173	[-]
		0,000320	[-]

RELAZIONE DI CALCOLO

Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	347,89 [mm]
		347,89 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,1115 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,2 [mm]</b>
<b>Calcolo dell'ampiezza delle fessure - Combinazione Frequente</b>		
<b>Momento sollecitante per la combinazione Frequente</b>	<b><math>M_{Ed,freq.}</math></b>	<b>61 [kNm]</b>
Durata del carico		lunga [-]
Posizione dell'asse neutro dal lembo superiore	$x$	104,13 [mm]
Tensione indotta nell'armatura tesa considerando la sezione fessurata	$\sigma_s$	103,75 [MPa]
Valore medio della resistenza a trazione efficace del calcestruzzo	$f_{ct,eff}$	3,1 [MPa]
Fattore dipendente dalla durata del carico	$k_i$	0,4 [-]
Altezza efficace	$h_{c,eff}$	98,6237629 [mm]
Area efficace del calcestruzzo teso attorno all'armatura	$A_{c,eff}$	98623,7629 [mm <sup>2</sup> ]
Rapporto geometrico sull'area efficace	$\rho_{p,eff}$	0,01911 [-]
Rapporto tra $E_s/E_{cm}$	$\alpha_e$	5,94 [-]
Differenza tra la deformazione nell'acciaio e quella nel calcestruzzo	$\epsilon_{sm} - \epsilon_{cm}$	0,000158 [-]
		0,000311 [-]
Determinazione del diametro equivalente delle barre tese	$\phi_{eq}$	20,00 [mm]
Coefficiente che tiene conto dell'aderenza migliorata delle barre	$k_1$	0,8 [-]
Coefficiente che tiene conto della flessione pura	$k_2$	0,5 [-]
	$k_3$	3,4 [-]
	$k_4$	0,425 [-]
Distanza massima tra le fessure	$S_{r,max}$	347,89 [mm]
		347,89 [mm]
<b>Ampiezza delle fessure</b>	<b><math>w_k</math></b>	<b>0,1083 [mm]</b>
<b>Ampiezza massima delle fessure</b>	<b><math>w_{max}</math></b>	<b>0,3 [mm]</b>

## 14 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE 1

### 14.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato monte" dell'attraversamento idraulico posto al km 0+677 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 30cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto con la sua reale dimensione. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

#### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	5,40 [m]
Larghezza esterna	2,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore muri d'ala	0,30[m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

### 14.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	5,40	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m3]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Mc Calcarenite fratturata	
Spessore dello strato	10,00	[m]
Peso di volume	24,50	[kN/m3]
Angolo di attrito	27,00	[°]
Coesione	0,215	[MPa]

### 14.3 RISULTATI DELL'ANALISI

#### 14.3.1 Dati di input modellazione

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [MPa]	$\nu$	$\alpha$ 1/[1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]
1	Calcestruzzo	Calcestruzzo	30000.000	0.12	0.000012	25.00
2	Acciaio	Acciaio	210000.003	0.33	0.000012	78.50

Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]		
1	1	s= 30 [cm]	Mesh isotropa PIEDRITTISigmaZ=0	
2	1	s= 30 [cm]	Mesh platea SOLETTASigmaZ=0	Terreno numero 1 Default

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2008

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 10

Numero di combinazioni di carico . : 20

**Condizione**

- 1 G1k\_Strutturale
- 2 G2.2k\_Spinta a riposo
- 3 E\_Spinta sismica+X SLV
- 4 E\_Spinta sismica-X SLV
- 5 E\_Spinta sismica+Y SLV
- 6 E\_Spinta sismica-Y SLV
- 7 E\_Spinta sismica+X SLO
- 8 E\_Spinta sismica-X SLO
- 9 E\_Spinta sismica+Y SLO

**Condizione**

10	E_Spinta sismica-Y SLO
11	Sisma 0SLV
12	Sisma 90SLV
13	Sisma 180SLV
14	Sisma 270SLV
15	Sisma 0SLO
16	Sisma 90SLO
17	Sisma 180SLO
18	Sisma 270SLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico numero**

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

2	Sisma 0 / 90
3	Sisma 0 / 270
4	Sisma 90 / 0
5	Sisma 90 / 180
6	Sisma 180 / 90
7	Sisma 180 / 270
8	Sisma 270 / 0
9	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
2	1	1	1		0.3		1	0.3		
3	1	1	1			0.3	1			0.3

**RELAZIONE DI CALCOLO**

4	1	1	0.3	1	0.3	1	
5	1	1		0.3	1	1	0.3
6	1	1	1	0.3		0.3	1
7	1	1	1		0.3		1 0.3
8	1	1	0.3		1	0.3	1
9	1	1		0.3	1		0.3 1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

10 RARA

**Comb.\Cond 1 2**

10 1 1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

11 REQUENTE

**Comb.\Cond 1 2**

11 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

12 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2**

12 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

13 Sisma 0 / 90

14 Sisma 0 / 270

**Combinazione di carico numero**

15	Sisma 90 / 0
16	Sisma 90 / 180
17	Sisma 180 / 90
18	Sisma 180 / 270
19	Sisma 270 / 0
20	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	7	8	9	10	15	16	17	18
13	1	1	1		0.3		1	0.3		
14	1	1	1			0.3	1			0.3
15	1	1	0.3		1		0.3	1		
16	1	1		0.3	1			1	0.3	
17	1	1		1	0.3			0.3	1	
18	1	1		1		0.3			1	0.3
19	1	1	0.3			1	0.3			1
20	1	1		0.3		1			0.3	1

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 0+677 lotto1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00

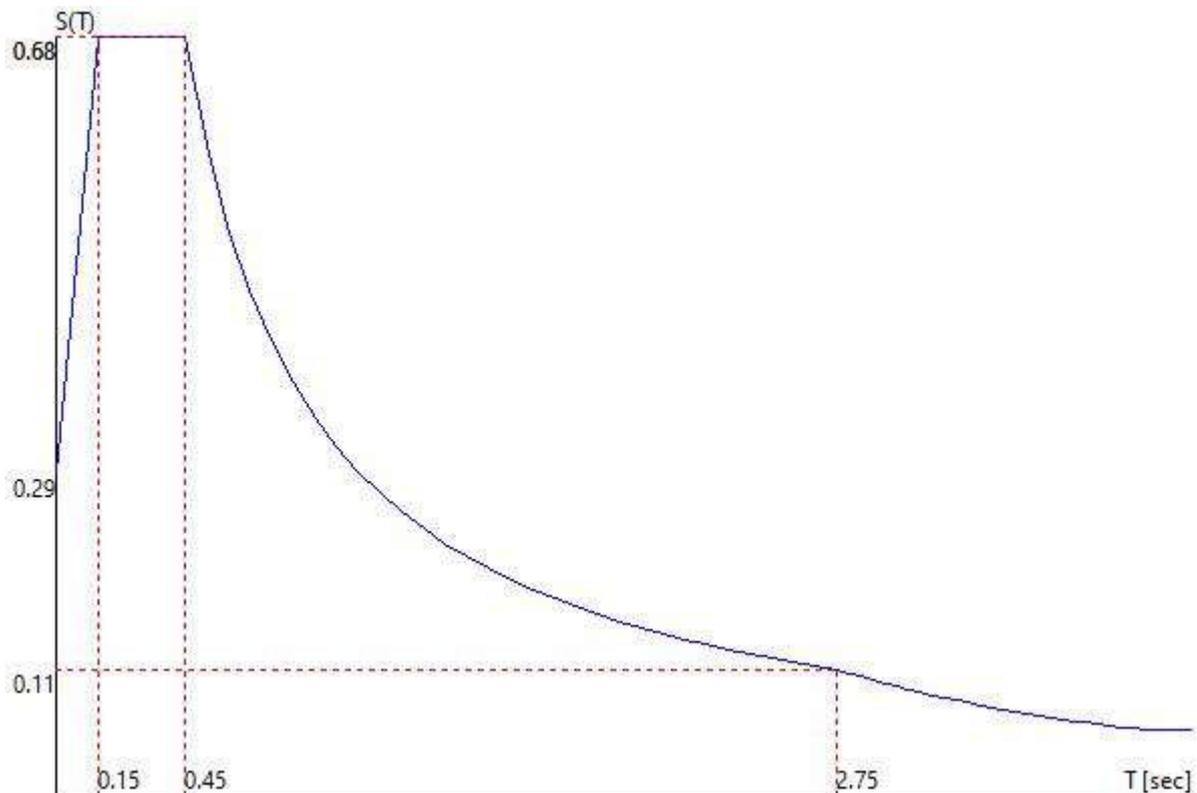
RELAZIONE DI CALCOLO

- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_w$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.45 [sec]
- $T_D$  2.75 [sec]
- $a_g/g$  0.2878
- $F_o$  2.3614
- $T_C^*$  0.4545

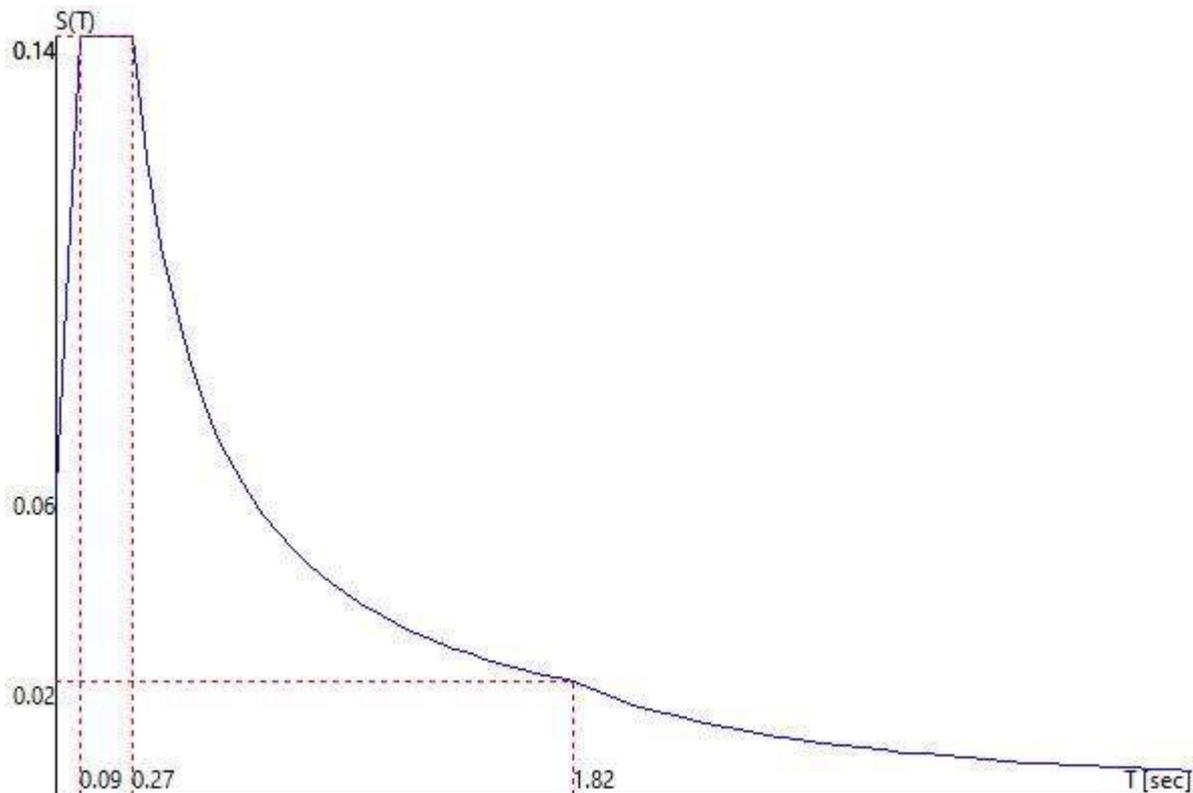
TU 2008 SLV H



TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.09 [sec]
- $T_C$  0.27 [sec]
- $T_D$  1.82 [sec]
- $a_g/g$  0.0550
- $F_o$  2.5106
- $T_C^*$  0.2700

TU 2008 SLO H



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	G1k_Strutturale	1.000000

**RELAZIONE DI CALCOLO**

2	G2.2k_Spinta a riposo	0.000000
3	E_Spinta sismica+X SLV	0.000000
4	E_Spinta sismica-X SLV	0.000000
5	E_Spinta sismica+Y SLV	0.000000
6	E_Spinta sismica-Y SLV	0.000000
7	E_Spinta sismica+X SLO	0.000000
8	E_Spinta sismica-X SLO	0.000000
9	E_Spinta sismica+Y SLO	0.000000
10	E_Spinta sismica-Y SLO	0.000000

Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLO Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLO Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLO Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLO Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

Analisi Modale via Vettori di Ritz **Percentuale della massa di piano utilizzata per la valutazione delle azioni dovute ad eccentricità aggiuntive del centro di massa 100.0%**

**Carichi applicati agli elementi**

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}, \dots, q_{zj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal Nodol, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{zj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z$   $x_{App}$

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza  $x_{App}$  dal Nodol.

$M_x, \dots, M_z$   $x_{App}$

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza  $x_{App}$  dal Nodol.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

#### Carichi distribuiti

Elemento	Condizione di carico	Nodi	L [m]	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]	$q_{S_x}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$q_{S_y}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$q_{S_z}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	
311 310	2											0.00	0.00	5.00	
													0.00	7.50	0.00
													0.00	0.00	31.00
													0.00	0.00	6.00
231 319	2											0.00	0.00	41.00	
												0.00	7.50	0.00	
												0.00	0.00	31.00	
												0.00	0.00	6.00	
295 320	2											0.00	0.00	41.00	
												0.00	7.50	0.00	
												0.00	0.00	31.00	
												0.00	0.00	6.00	
296 321	2											0.00	0.00	41.00	
												0.00	7.50	0.00	
												0.00	0.00	31.00	
												0.00	0.00	6.00	
297 322	2										0.00	0.00	41.00		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
298 299	2	0.00	0.00	41.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
318 323	2	0.00	0.00	41.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
319 324	2	0.00	0.00	41.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
320 325	2	0.00	0.00	41.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
321 326	2	0.00	0.00	41.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
322 300	2	0.00	0.00	41.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
317 327	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
323 328	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
324 329	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
325 330	2	0.00	0.00	31.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
326 301	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
316 331	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
327 332	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
328 333	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
329 334	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
330 302	2	0.00	0.00	31.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
315 335	2	0.00	0.00	20.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
331 336	2	0.00	0.00	20.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
332 337	2	0.00	0.00	20.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
333 338	2	0.00	0.00	20.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
334	303	2	0.00	0.00	20.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
314	339	2	0.00	0.00	20.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
335	340	2	0.00	0.00	20.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
336	341	2	0.00	0.00	20.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
337	342	2	0.00	0.00	20.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
338	304	2	0.00	0.00	20.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
313	343	2	0.00	0.00	10.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
339	344	2	0.00	0.00	10.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
340	345	2	0.00	0.00	10.00
	1		0.00	7.50	0.00
	5		0.00	0.00	31.00
	9		0.00	0.00	6.00
341	346	2	0.00	0.00	10.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
342 305	2	0.00	0.00	10.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
312 347	2	0.00	0.00	10.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
343 348	2	0.00	0.00	10.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
344 349	2	0.00	0.00	10.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
345 350	2	0.00	0.00	10.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
346 306	2	0.00	0.00	10.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
350 236	2	0.00	0.00	5.00
	1	0.00	7.50	0.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
373 383	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
372 387	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
418 372	1	0.00	-7.50	0.00

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2	0.00	0.00	10.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
421 371	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
354 355	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
374 379	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
375 380	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
376 381	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
377 382	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
378 356	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
379 384	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
380 385	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
381 386	1	0.00	-7.50	0.00

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	10.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
382 357	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
383 388	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
384 389	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
385 390	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
386 358	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
371 391	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
387 392	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
388 393	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
389 394	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
390 359	1		0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	20.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
370 395	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
391 396	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
392 397	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
393 398	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
394 360	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
369 399	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
395 400	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
396 401	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
397 402	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
398 361	1		0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	31.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
368 403	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
399 404	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
400 405	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
401 406	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
402 362	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
367 366	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
403 365	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
404 364	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
405 363	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
406 237	1		0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	41.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
232 413	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
407 414	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
408 415	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
409 374	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
311 416	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
413 417	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
414 418	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
415 373	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
312 419	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
416 420	1		0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
417 421	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
313 422	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
234 375	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	6		0.00	0.00	31.00
	10		0.00	0.00	6.00
419 423	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
420 424	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
314 425	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
422 426	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
423 427	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
424 370	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
236 443	2		0.00	0.00	-5.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
437 444	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
438 445	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
439 355	2		0.00	0.00	-5.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
306 446	2		0.00	0.00	- 10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
445 356	2		0.00	0.00	- 10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
305 449	2		0.00	0.00	- 10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
448 357	2		0.00	0.00	- 10.00
	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	- 31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
304 452	2		0.00	0.00	- 20.00
	1		0.00	-7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
449 453	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
450 454	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
451 358	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
303 455	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
452 456	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
453 457	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
454 359	2		0.00	0.00	-	20.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

302 458	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
455 459	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
456 460	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
457 360	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
301 461	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
458 462	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
459 463	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	
	4	0.00	0.00	-	31.00
	8	0.00	0.00	-6.00	
460 361	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-7.50	0.00	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
300 464	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
461 465	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
462 466	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
463 362	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
299 442	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
464 441	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	
465 440	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-7.50	0.00	
	4		0.00	0.00	-	31.00
	8		0.00	0.00	-6.00	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

466 237	2	0.00	0.00	-
	1	0.00	-7.50	0.00
	4	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	31.00
231 467	1	0.00	0.00	-6.00
412 468	1	0.00	0.00	-7.50
411 469	1	0.00	0.00	-7.50
410 366	1	0.00	0.00	-7.50
295 470	1	0.00	0.00	-7.50
467 471	1	0.00	0.00	-7.50
468 472	1	0.00	0.00	-7.50
469 365	1	0.00	0.00	-7.50
296 473	1	0.00	0.00	-7.50
470 474	1	0.00	0.00	-7.50
471 475	1	0.00	0.00	-7.50
472 364	1	0.00	0.00	-7.50
297 476	1	0.00	0.00	-7.50
473 477	1	0.00	0.00	-7.50
474 478	1	0.00	0.00	-7.50
475 363	1	0.00	0.00	-7.50
298 442	1	0.00	0.00	-7.50
476 441	1	0.00	0.00	-7.50
477 440	1	0.00	0.00	-7.50
478 237	1	0.00	0.00	-7.50

**14.3.2 Rappresentazione grafica modello**

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

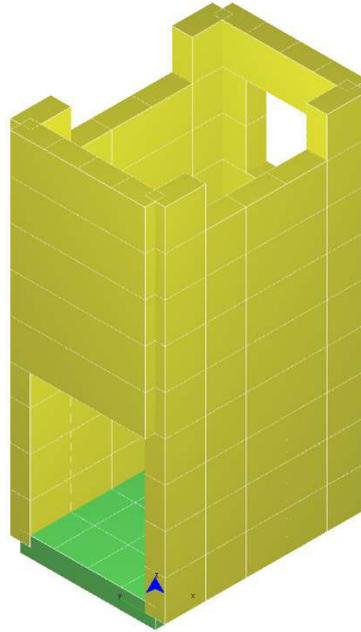


Figura 14-1"Rappresentazione grafica del modello di calcolo"

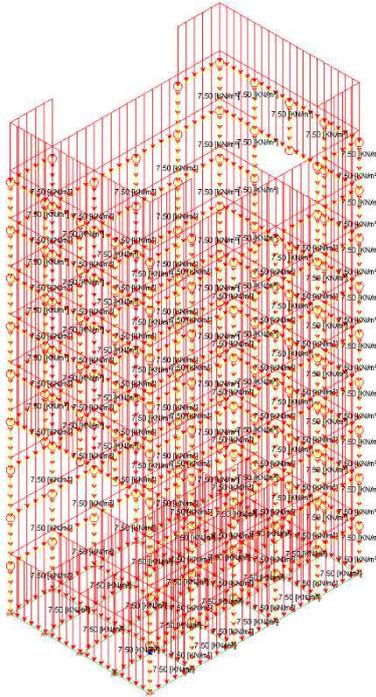


Figura 14-2"Condizione Gk1"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

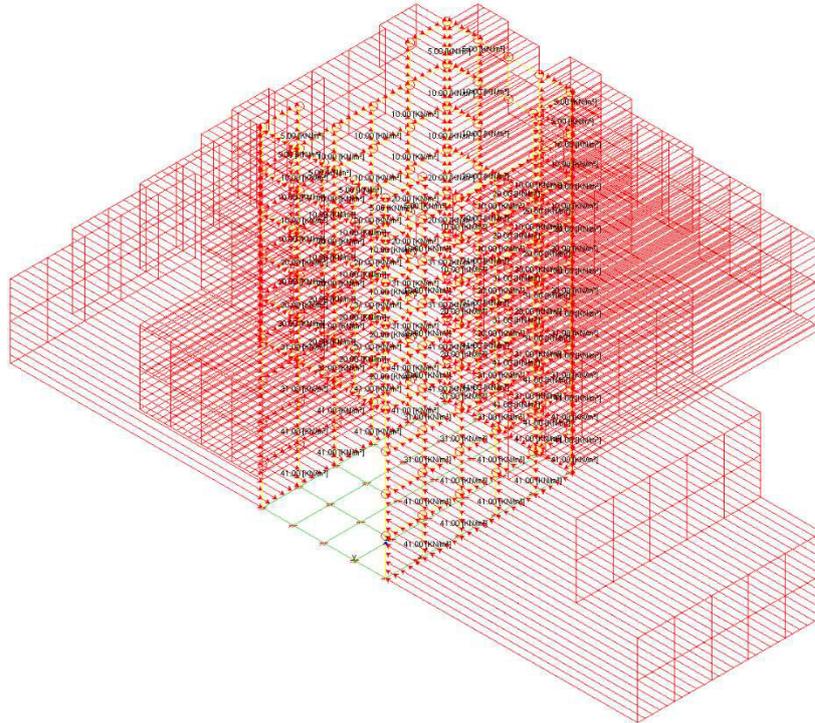


Figura 14-3"Condizione Gk2.1"

**14.3.3 Risultati sollecitazione**

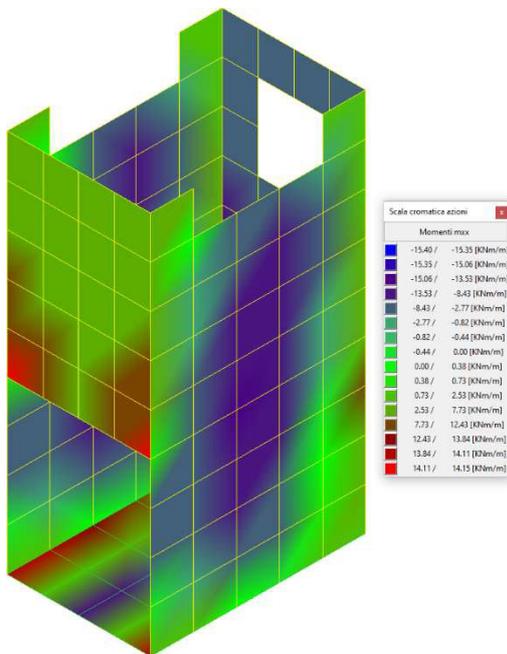


Figura 14-4"Inviluppo momenti flettenti mxx"

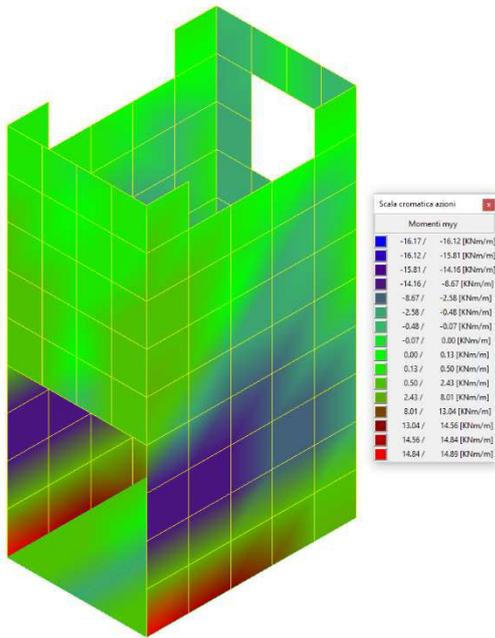


Figura 14-5 "Inviluppo momento flettenti myy"

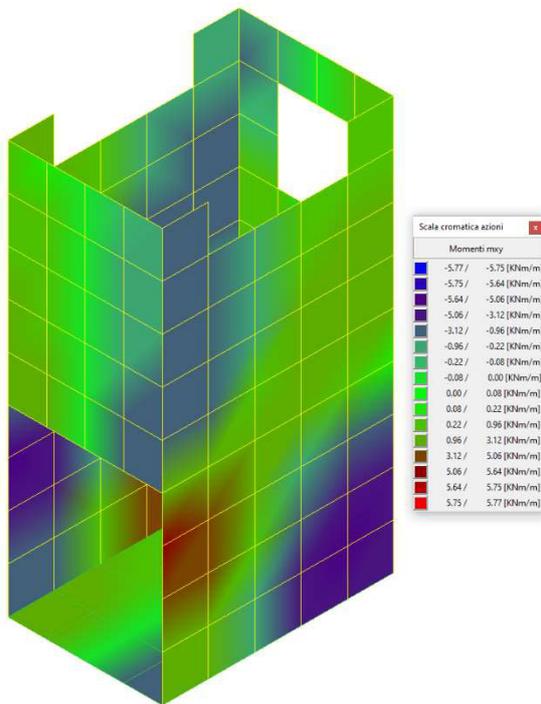


Figura 14-6 "Inviluppo momenti flettenti mxy"

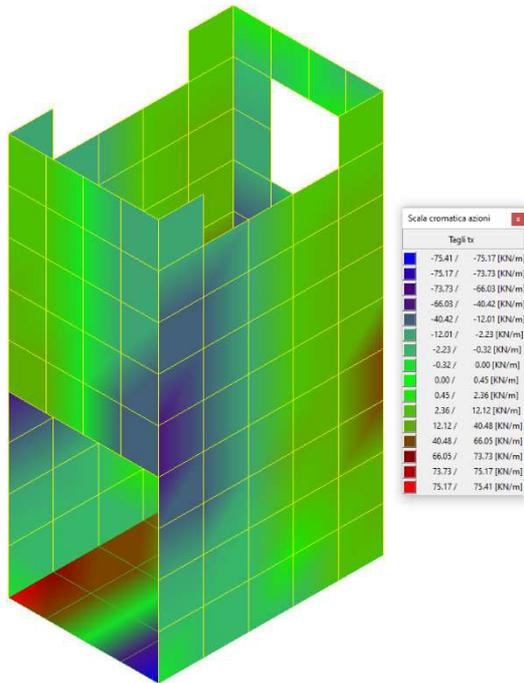


Figura 14-7 "Inviluppo tagli vx"

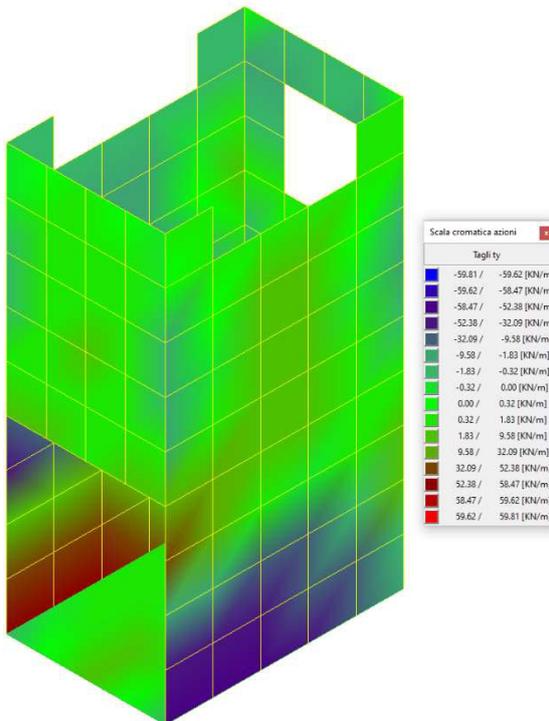


Figura 14-8 "Inviluppo tagli vy"

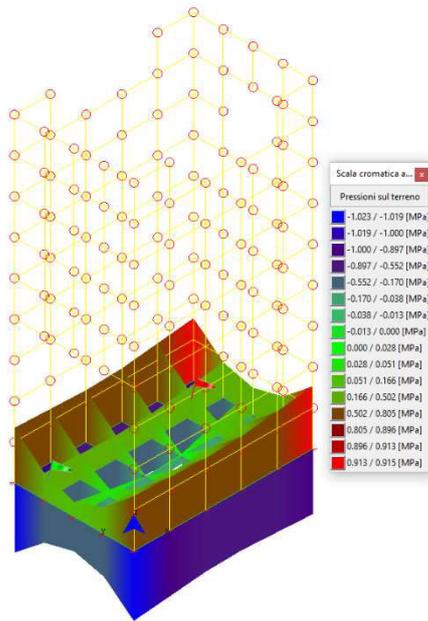


Figura 14-9 "Involuppo pressioni terreno"

#### Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	1	0.049
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	1	<b>0.120</b>

#### Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	9	-0.915
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	5	<b>1.023</b>

#### Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	10	0.038
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	10	<b>0.093</b>

#### Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	11	0.038

RELAZIONE DI CALCOLO

Max Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469 11 **0.093**

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	12	0.038
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	12	0.093

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	20	-0.135
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 231 412 467 295	20	<b>0.261</b>

#### 14.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo z dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$c_{f,x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$A_{f_x}$

Armatura in direzione x

$c_{f,y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$A_{f_y}$

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$d$

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$\tau_{b,0}$

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

$\tau_{b,1}$

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

$N, M_x, M_y$

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

$\tau$

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

$\epsilon_{ud}$

Deformazione uniforme ultima

$\epsilon_{yd}$

Deformazione al limite di snervamento

$f_{ck}$

Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cd}$

Tensione di calcolo a compressione di base

$\epsilon_{c2}$

Deformazione limite elastico

$\epsilon_y$

Deformazione limite ultimo

$f_{ctd}$

Tensione di calcolo a trazione di progetto

$\epsilon_{ctd}$

Deformazione al limite di trazione

$E_{cm}$

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$Af_x$

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$Af_y$

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$Cr$

Coefficiente rottura  $S_D/S_R$

$\epsilon_x$

Deformazione acciaio direzione x

$\epsilon_y$

Deformazione acciaio direzione y

$\epsilon_{min}$

Deformazione minima cls

$\epsilon_{max}$

Deformazione massima cls

$\theta_{max}$

Angolo direzioni principali di deformazione

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

$\sigma_x$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

$\sigma_y$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,Max}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

**d**

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$C_{Rd,c}$

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

$V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}$

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

$B_x, B_y$

Dimensioni perimetro critico

$\beta$

Angolo diffusione tensioni

$v_{Ed}$

Tensione tangenziale sull'area critica

$\rho$

Rapporto meccanico di armatura

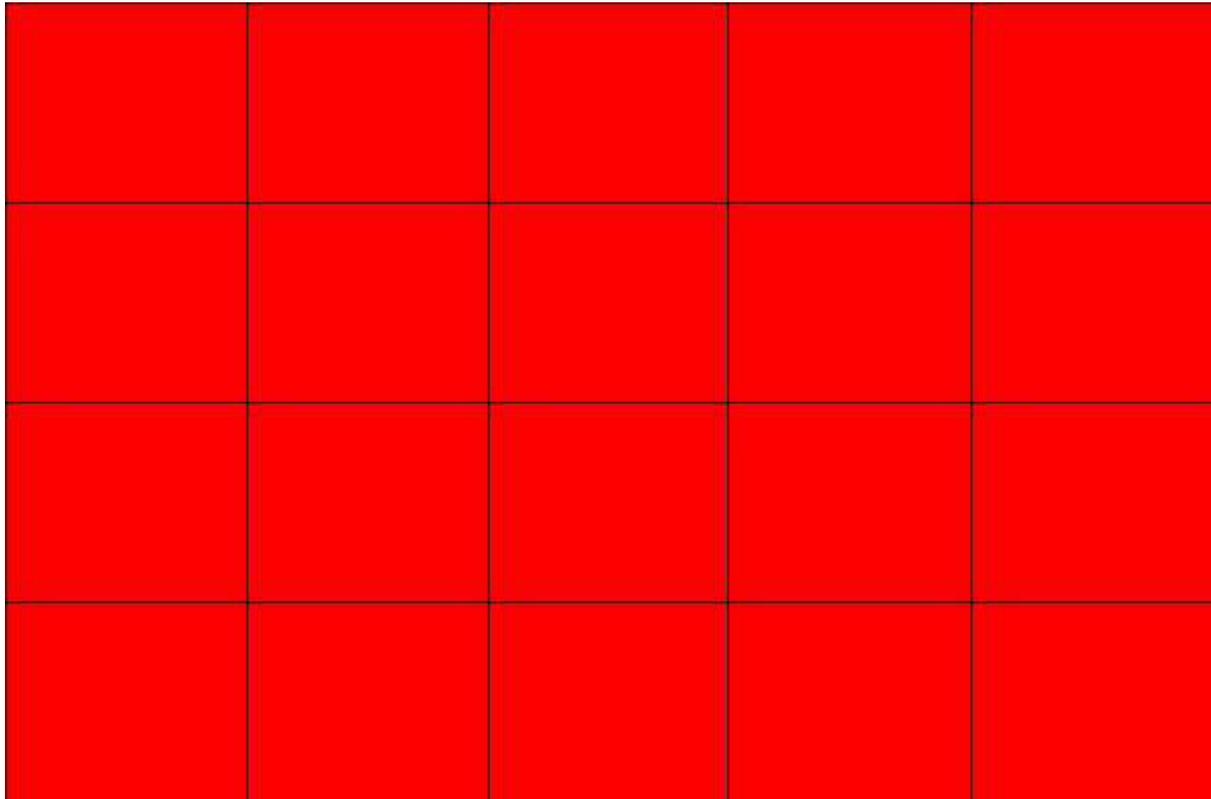
$V_{Rd,c}$

Taglio resistente elementi privi di armatura

#### 14.4.1 Fondazione

Mappa armature di Estradosso

**RELAZIONE DI CALCOLO**



**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso

**RELAZIONE DI CALCOLO**


**Colore**                      **Armature**

 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biassial} = f_{Cd} ( 1 + 3.8 \alpha ) / ( 1.0 + \alpha )^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

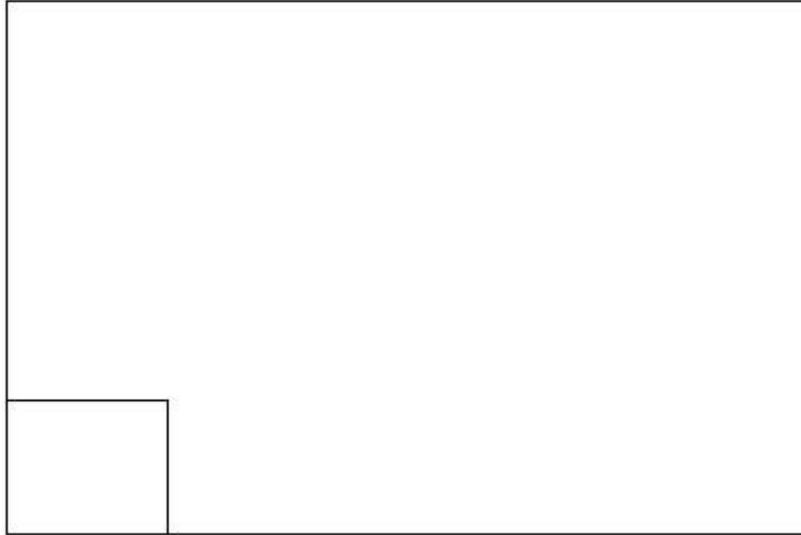
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 9 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	10.57	[KNm/m]	$M_{11}$	118.04	[KNm/m]
$M_y$	117.20	[KNm/m]	$M_{22}$	9.73	[KNm/m]
$M_{xy}$	-9.52	[KNm/m]	$\alpha$	5.06	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.89	Estradosso	0.584	12.315	16.801	-0.060	-77.36
	Intradosso	0.051	0.277	-0.014	-3.500	9.67



Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Green
Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Green
Cyan	Cyan	Cyan	Cyan	Green
Yellow	Yellow	Cyan	Cyan	Green



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

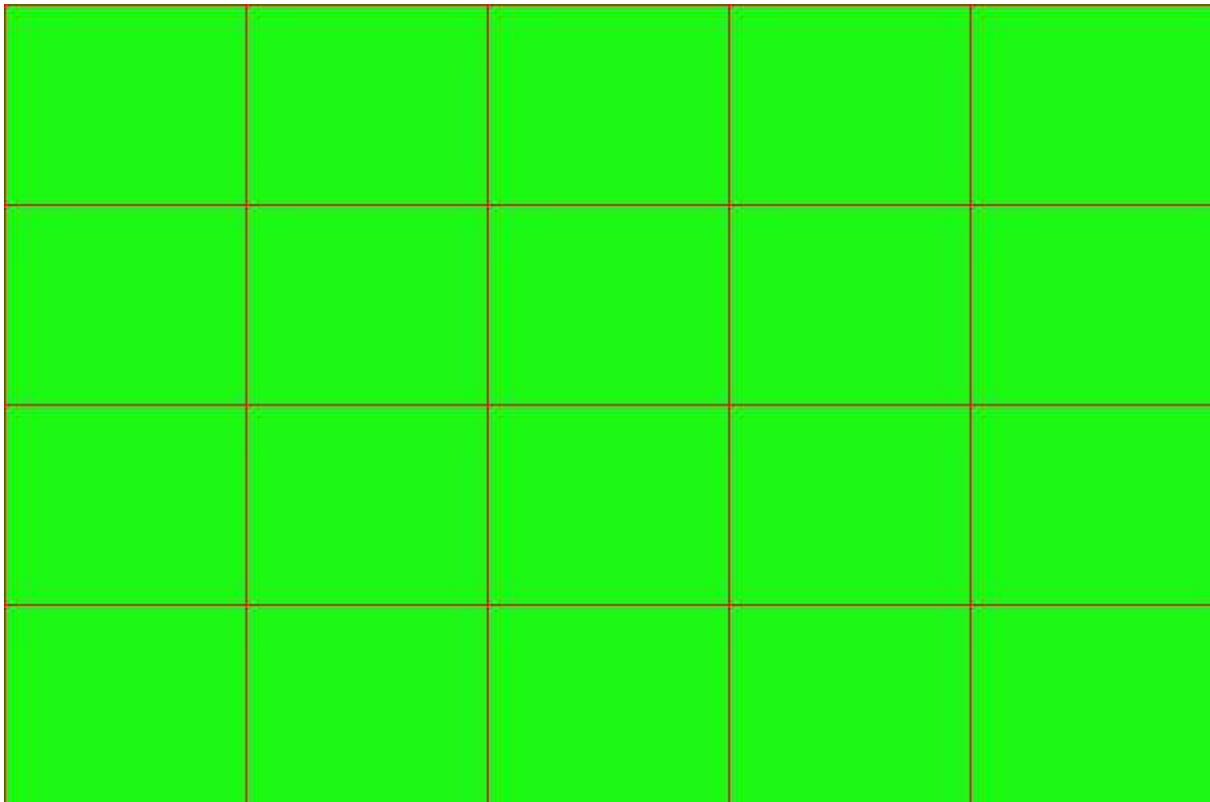
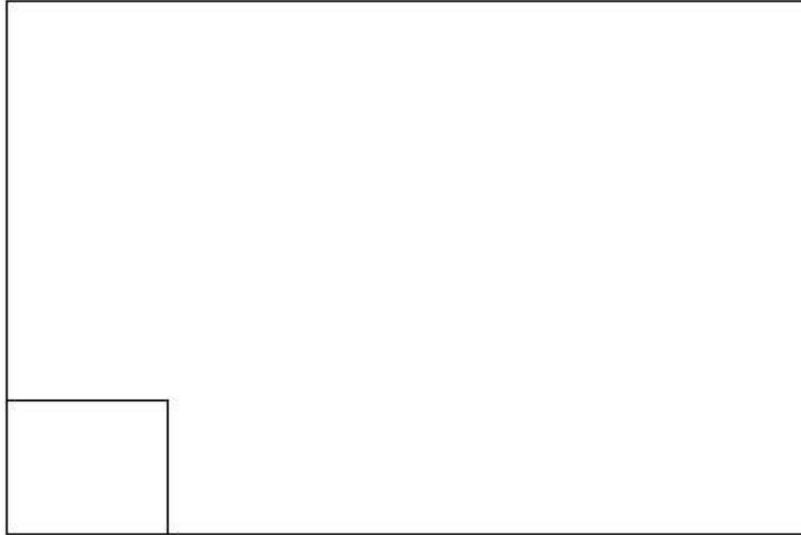
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	1.77	[KNm/m]	$M_{11}$	10.77	[KNm/m]
$M_y$	10.67	[KNm/m]	$M_{22}$	1.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.94	[KNm/m]	$\alpha$	5.97	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	0.724	4.374	0.000	-83.27		
	Intradosso	-0.724	-4.374	-0.726	6.73		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

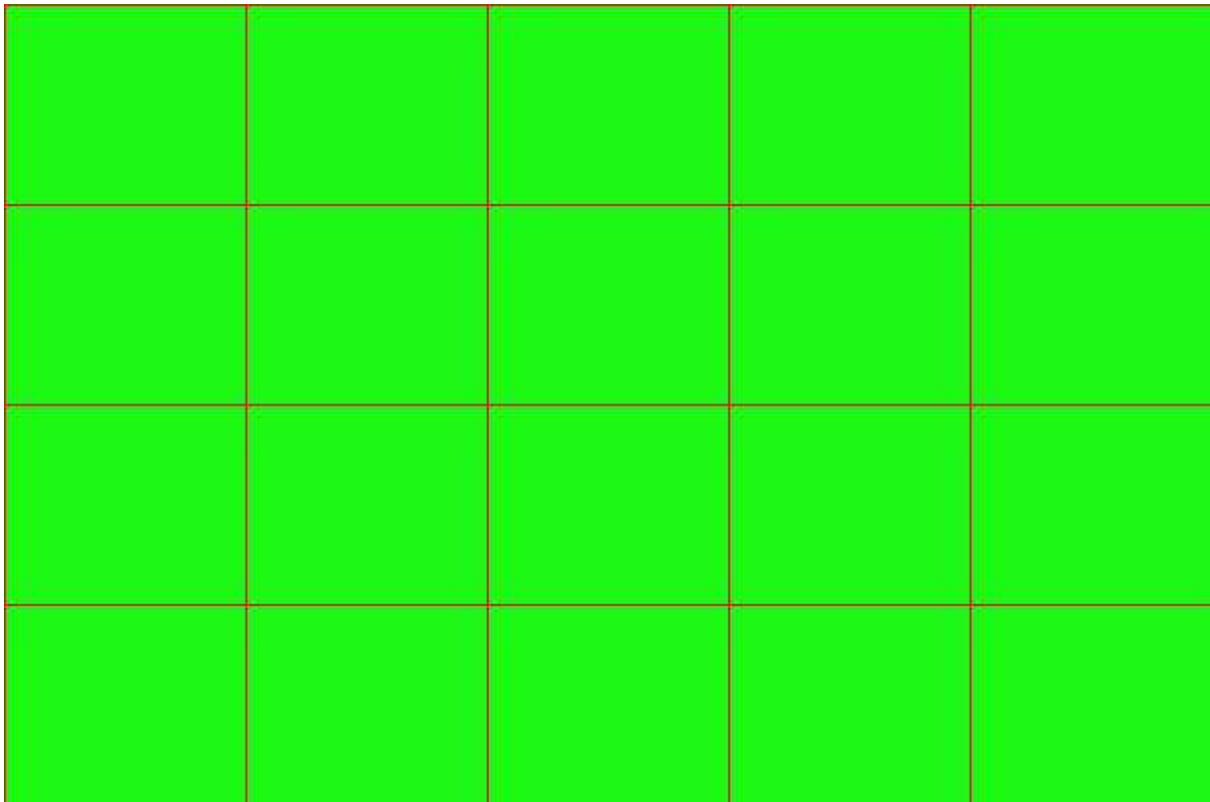
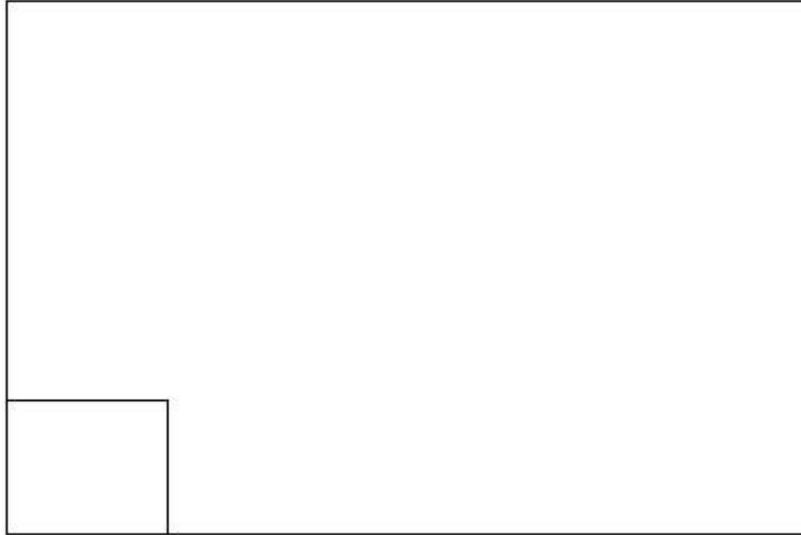
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	1.77	[KNm/m]	$M_{11}$	10.77	[KNm/m]
$M_y$	10.67	[KNm/m]	$M_{22}$	1.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.94	[KNm/m]	$\alpha$	5.97	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	0.724	4.374	0.000	-83.27		
	Intradosso	-0.724	-4.374	-0.726	6.73		



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

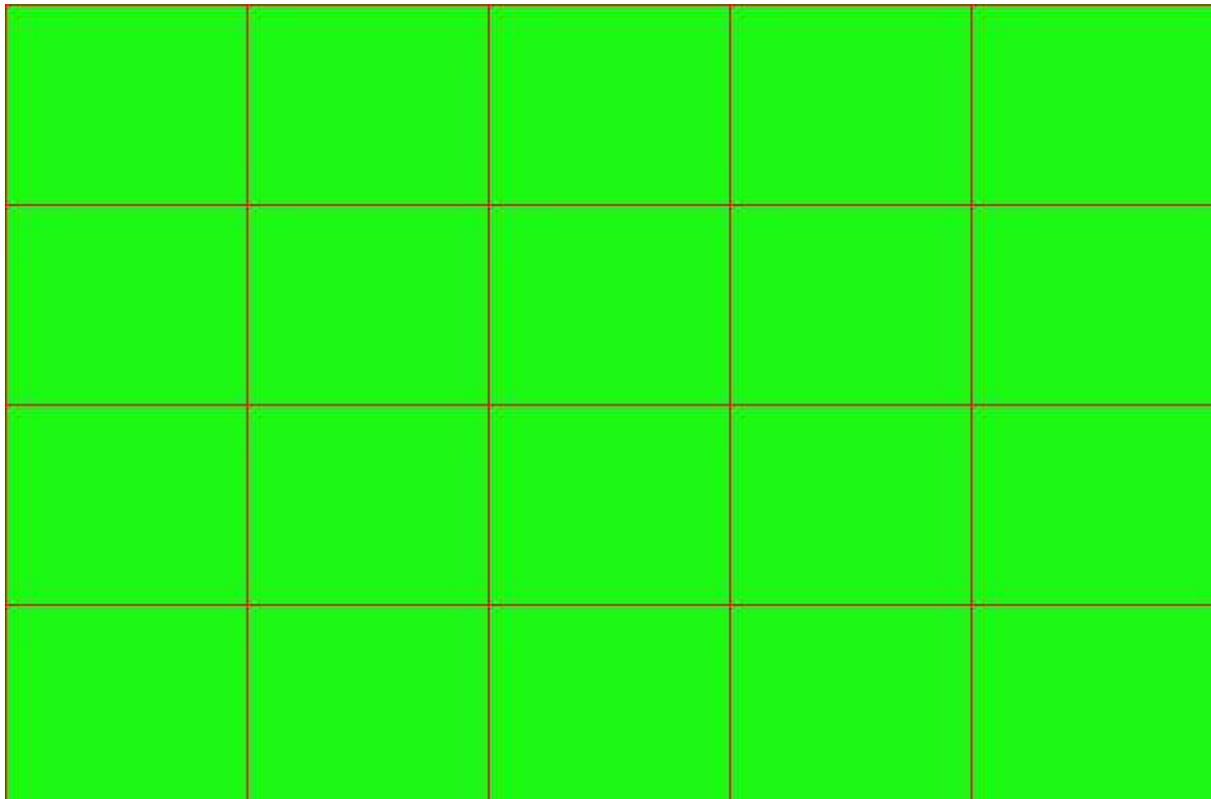
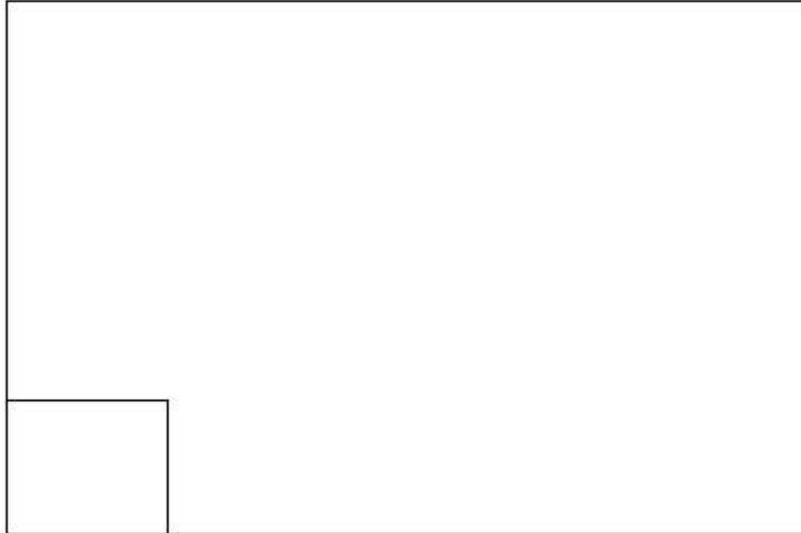
Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	1.77	[KNm/m]	$M_{11}$	10.77	[KNm/m]
$M_y$	10.67	[KNm/m]	$M_{22}$	1.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.94	[KNm/m]	$\alpha$	5.97	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	0.724	4.374	0.000	-83.27	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-0.724	-4.374	-0.726	6.73	NON Fessurato	0.000

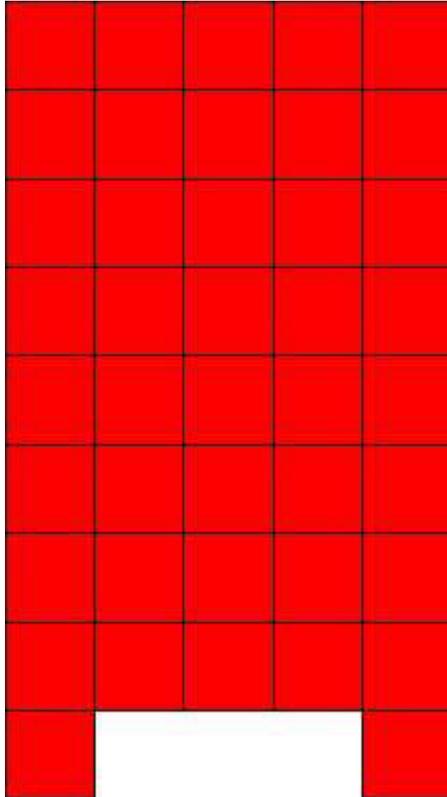
**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

#### 14.4.2 Muro d'ala destra

Mapa armature di Estradosso



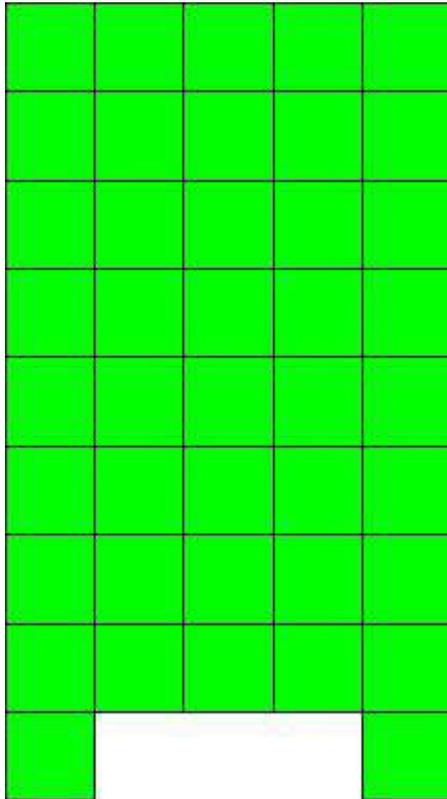
**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 231 319

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

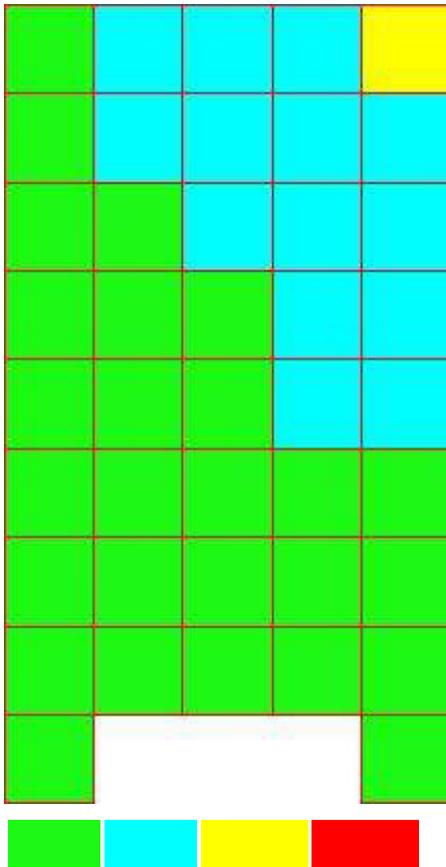
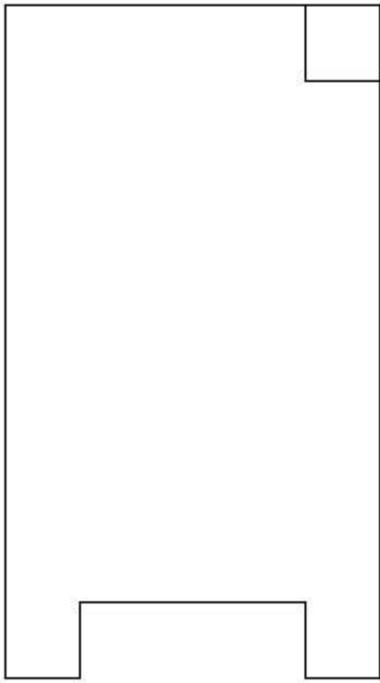
Azioni di verifica combinazione 5 (2.70 5.10 [m])

$M_{xx}$	9.54	[KNm/m]	$M_{11}$	8.54	[KNm/m]
$M_y$	95.14	[KNm/m]	$M_{22}$	96.13	[KNm/m]
$M_{xy}$	-9.27	[KNm/m]	$\alpha$	6.11	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.73	Estradosso	0.707	12.234	16.871	-0.079	-76.06
	Intradosso	0.061	0.277	-0.012	-3.500	10.87

**RELAZIONE DI CALCOLO**



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 317 327

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (2.70 3.90 [m])

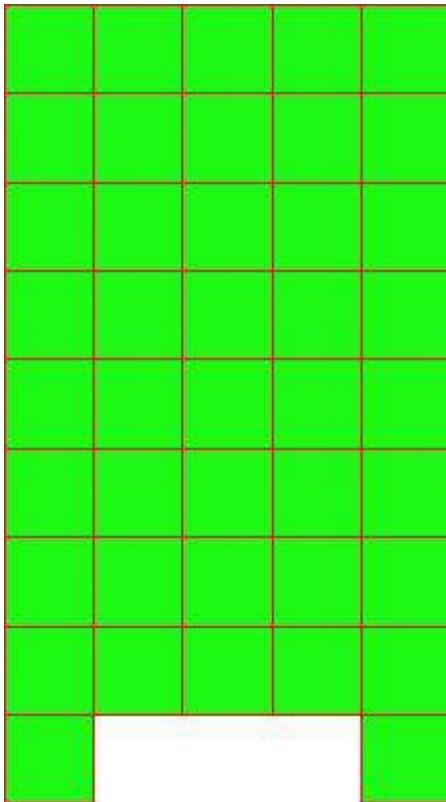
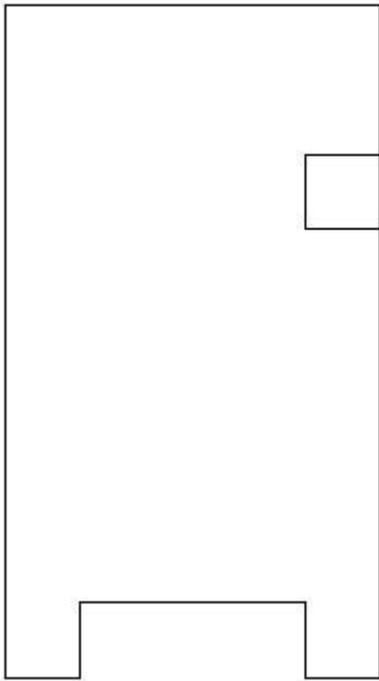
$M_{xx}$  -3.00 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.32 [KNm/m]

$M_y$  -12.44 [KNm/m]  $M_{22}$  -14.12 [KNm/m]

$M_{xy}$  4.32 [KNm/m]  $\alpha$  21.24 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-1.230	-5.101	-0.899	23.00		
	Intradosso	1.230	5.101	0.000	-67.00		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 317 327

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (2.70 3.90 [m])

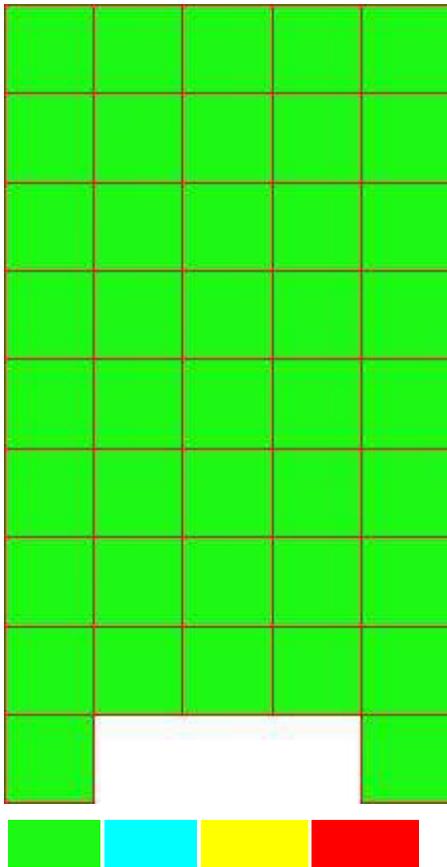
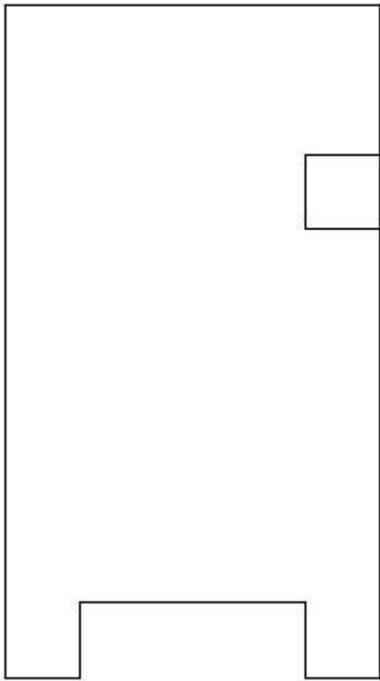
$M_{xx}$  -3.00 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.32 [KNm/m]

$M_y$  -12.44 [KNm/m]  $M_{22}$  -14.12 [KNm/m]

$M_{xy}$  4.32 [KNm/m]  $\alpha$  21.24 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	-1.230	-5.101	-0.899	23.00		
	Intradosso	1.230	5.101	0.000	-67.00		



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 317 327

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

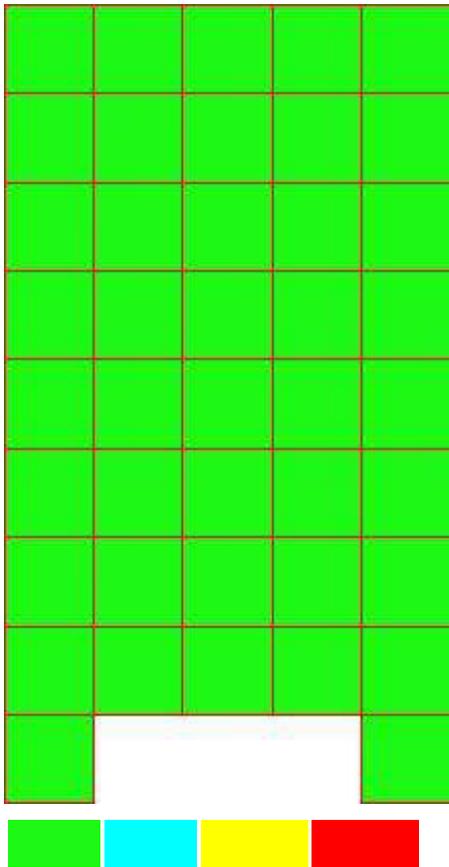
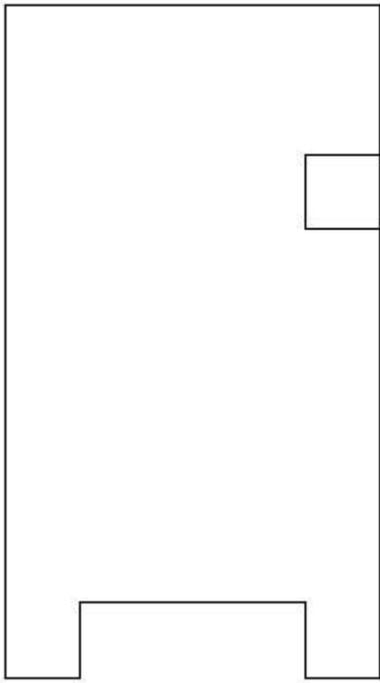
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (2.70 3.90 [m])

$M_{xx}$	-3.00	[KNm/m]	$M_{11}$	-1.32	[KNm/m]
$M_y$	-12.44	[KNm/m]	$M_{22}$	-14.12	[KNm/m]
$M_{xy}$	4.32	[KNm/m]	$\alpha$	21.24	[°]

Verifiche

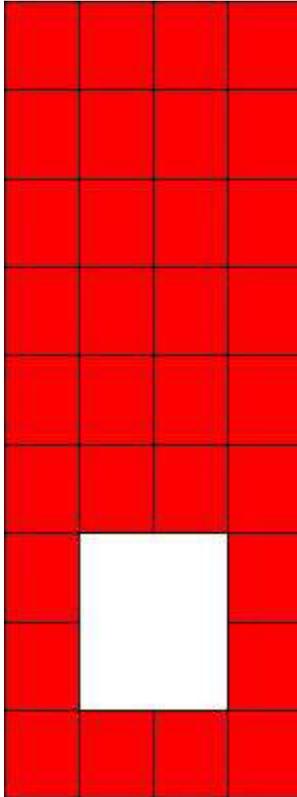
Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.06	Estradosso	-1.230	-5.101	-0.899	23.00	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.230	5.101	0.000	-67.00	NON Fessurato	0.000



30 % 70 % 100 % 110 %

#### 14.4.3 Muro d'ala monte

Mapa armature di Estradosso



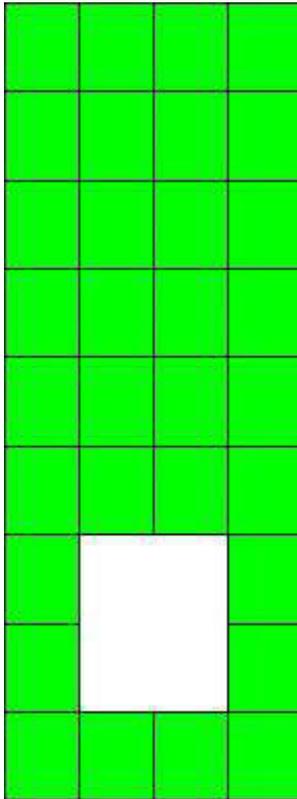
**Colore**



**Armature**

top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon c1 / \epsilon c2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 303 455

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

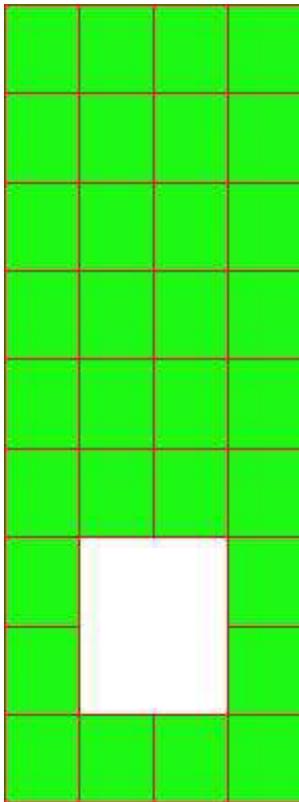
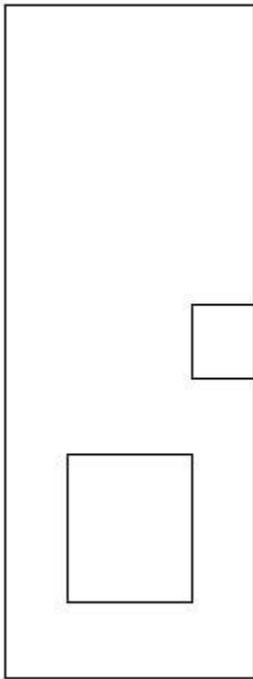
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 4 (1.75 2.70 [m])

$M_{xx}$	33.40	[KNm/m]	$M_{11}$	-35.83	[KNm/m]
$M_y$	3.10	[KNm/m]	$M_{22}$	-0.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-8.93	[KNm/m]	$\alpha$	15.26	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.28	Estradosso	10.803	1.340	16.044	-0.251	-20.39
	Intradosso	0.122	0.078	0.051	-3.500	71.48



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 457 360

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.25 3.30 [m])

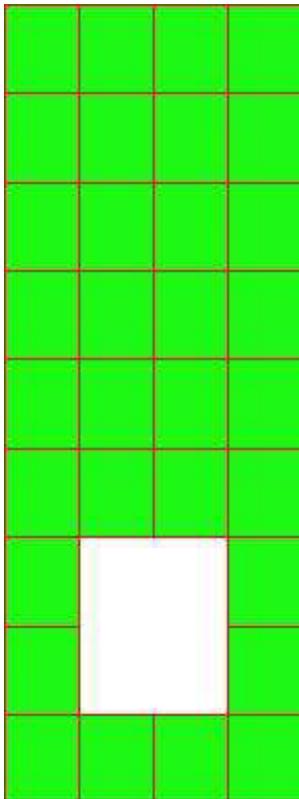
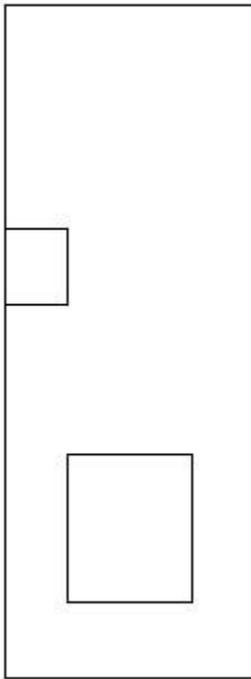
$M_{xx}$  9.43 [KNm/m]  $M_{11}$  -9.56 [KNm/m]

$M_y$  1.21 [KNm/m]  $M_{22}$  -1.08 [KNm/m]

$M_{xy}$  1.05 [KNm/m]  $\alpha$  -7.16 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	3.865	0.496	0.000	8.05		
	Intradosso	-3.865	-0.496	-0.624	-81.95		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 457 360

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

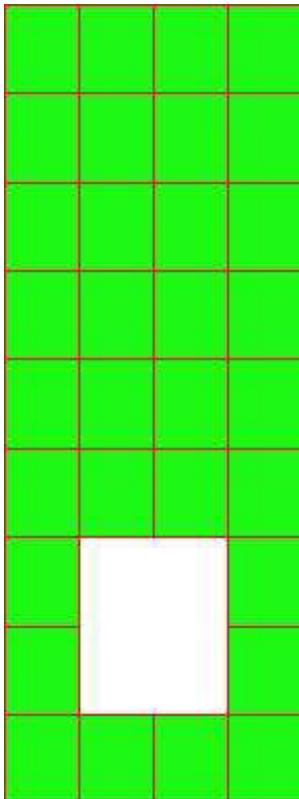
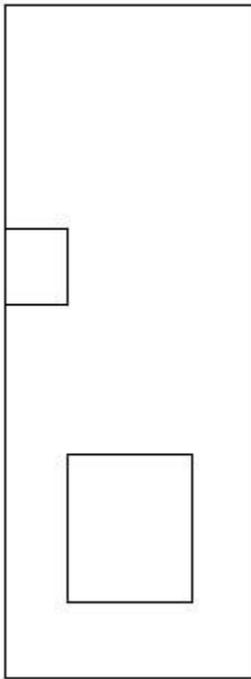
Azioni di verifica combinazione 11 (0.25 3.30 [m])

$M_{xx}$	9.43	[KNm/m]	$M_{11}$	-9.56	[KNm/m]
$M_y$	1.21	[KNm/m]	$M_{22}$	-1.08	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.05	[KNm/m]	$\alpha$	-7.16	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	3.865	0.496	0.000	8.05		
	Intradosso	-3.865	-0.496	-0.624	-81.95		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 457 360

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.25 3.30 [m])

$M_{xx}$  9.43 [KNm/m]  $M_{11}$  -9.56 [KNm/m]

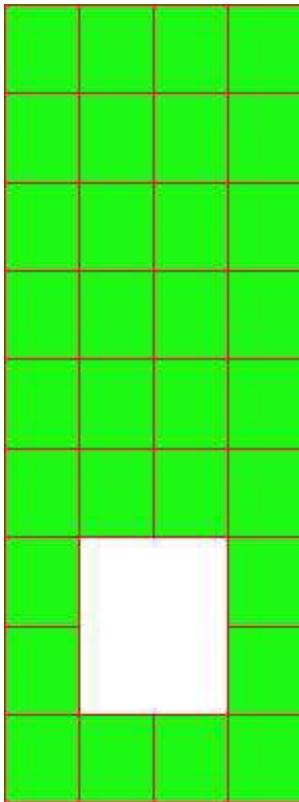
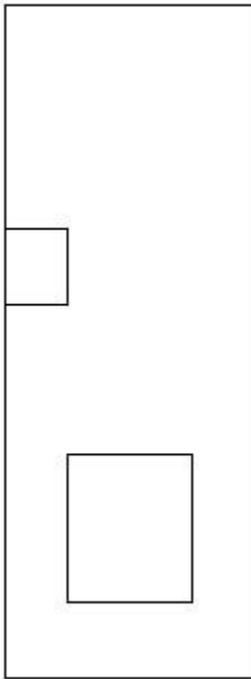
$M_y$  1.21 [KNm/m]  $M_{22}$  -1.08 [KNm/m]

$M_{xy}$  1.05 [KNm/m]  $\alpha$  -7.16 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	3.865	0.496	0.000	8.05	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-3.865	-0.496	-0.624	-81.95	NON Fessurato	0.000

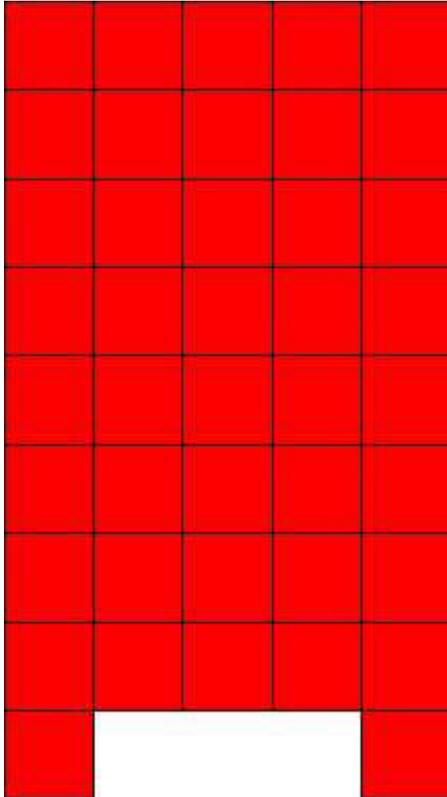
**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

#### 14.4.4 Muro d'ala sinistra

Mapa armature di Estradosso

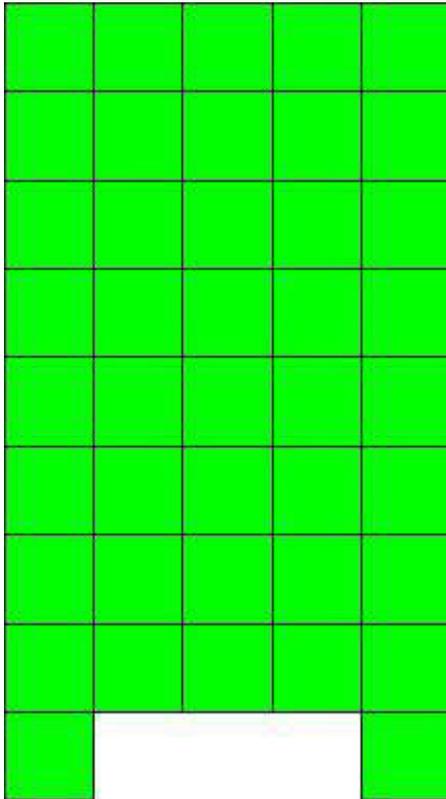


**Colore**

**Armature**

 top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**



bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biassial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 367 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

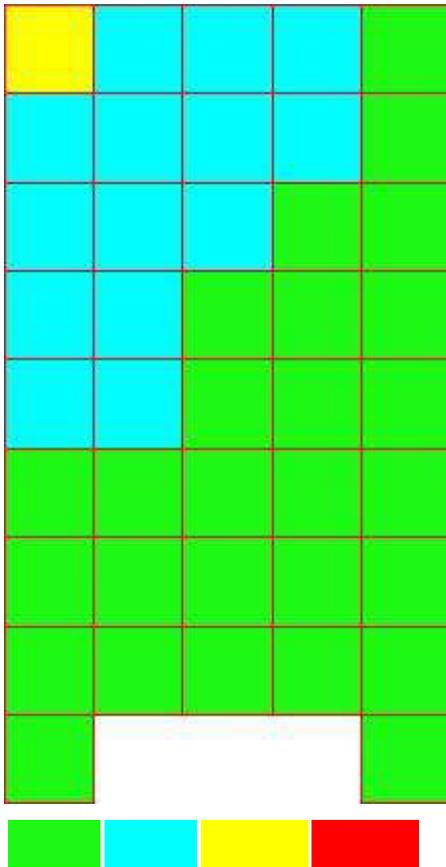
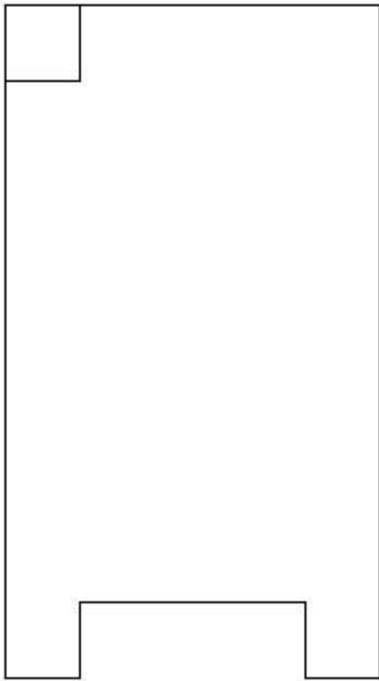
Azioni di verifica combinazione 9 (0.30 5.10 [m])

$M_{xx}$	9.54	[KNm/m]	$M_{11}$	8.54	[KNm/m]
$M_y$	95.14	[KNm/m]	$M_{22}$	96.13	[KNm/m]
$M_{xy}$	9.27	[KNm/m]	$\alpha$	-6.11	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.73	Estradosso	0.707	12.234	16.871	-0.079	76.06
	Intradosso	0.061	0.277	-0.012	-3.500	-10.87

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 369 399

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 3.90 [m])

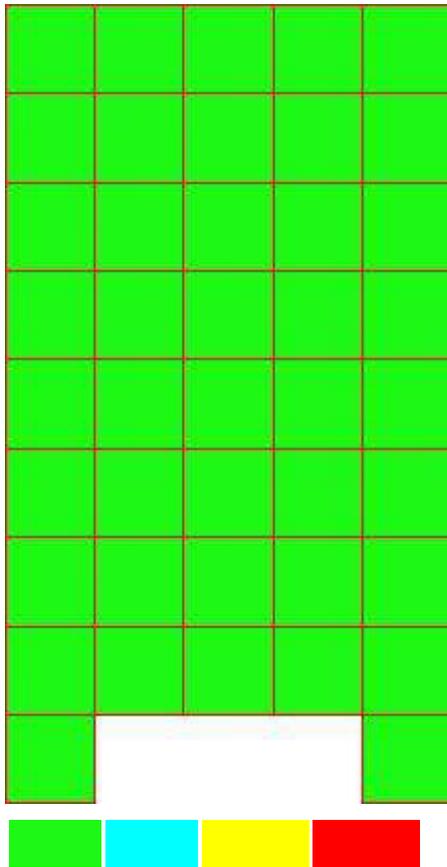
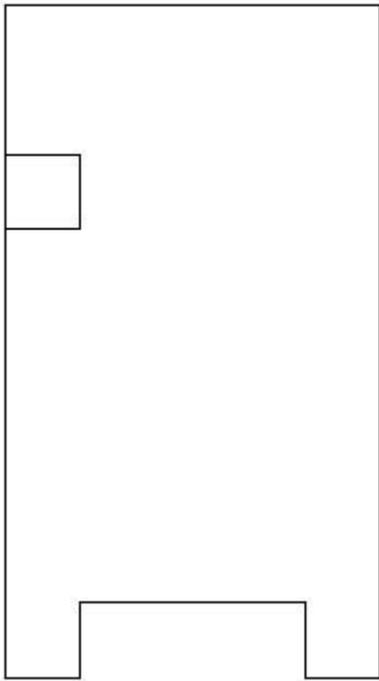
$M_{xx}$  -3.00 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.32 [KNm/m]

$M_y$  -12.44 [KNm/m]  $M_{22}$  -14.12 [KNm/m]

$M_{xy}$  -4.32 [KNm/m]  $\alpha$  -21.24 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-1.230	-5.101	-0.899	-23.00		
	Intradosso	1.230	5.101	0.000	67.00		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 369 399

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

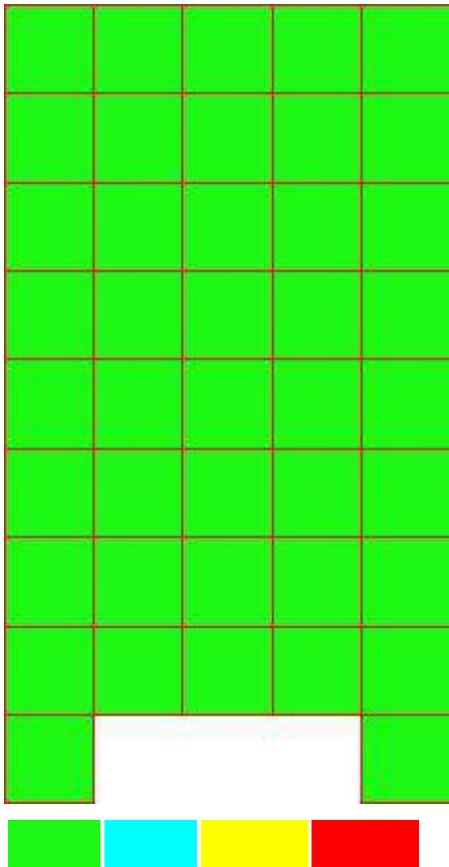
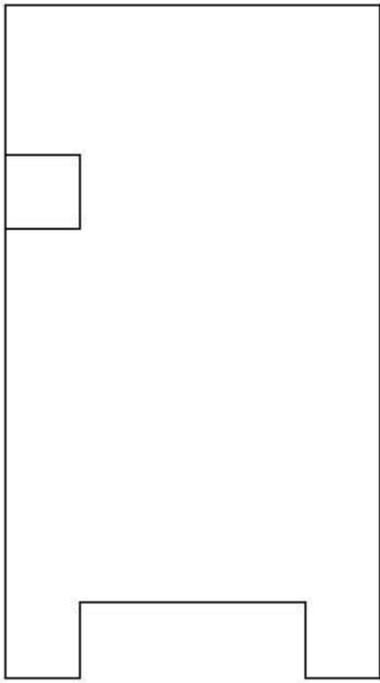
Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 3.90 [m])

$M_{xx}$	-3.00	[KNm/m]	$M_{11}$	-1.32	[KNm/m]
$M_y$	-12.44	[KNm/m]	$M_{22}$	-14.12	[KNm/m]
$M_{xy}$	-4.32	[KNm/m]	$\alpha$	-21.24	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	-1.230	-5.101	-0.899	-23.00		
	Intradosso	1.230	5.101	0.000	67.00		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 369 399

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 3.90 [m])

$M_{xx}$  -3.00 [KNm/m]  $M_{11}$  -1.32 [KNm/m]

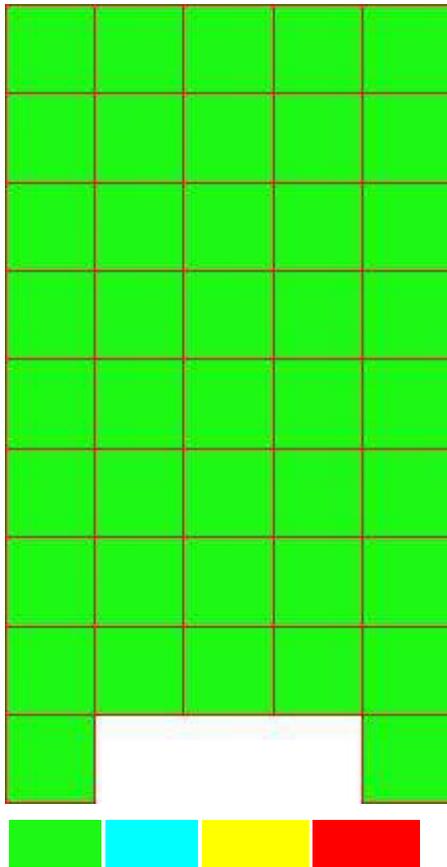
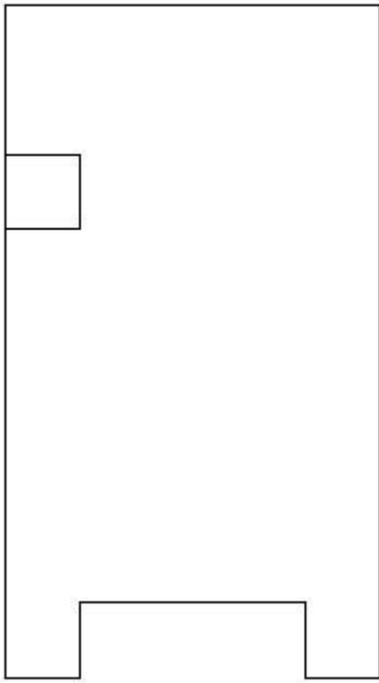
$M_y$  -12.44 [KNm/m]  $M_{22}$  -14.12 [KNm/m]

$M_{xy}$  -4.32 [KNm/m]  $\alpha$  -21.24 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.06	Estradosso	-1.230	-5.101	-0.899	-23.00	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.230	5.101	0.000	67.00	NON Fessurato	0.000

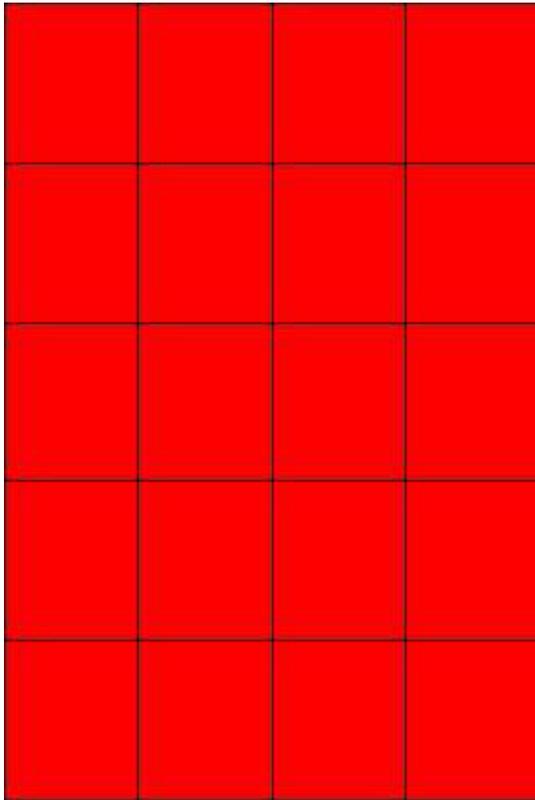
**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

#### 14.4.5 Muro d'ala valle

Mappa armature di Estradosso



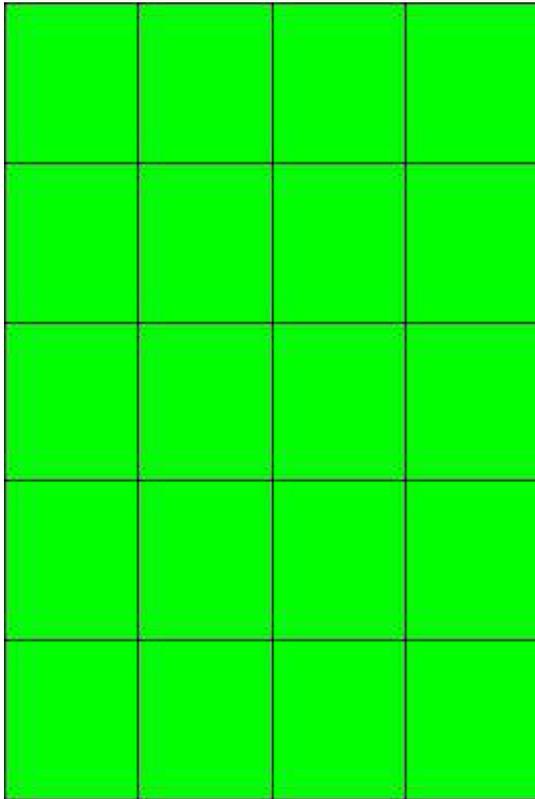
**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]  
top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]  
 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1 + 400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c,d,biaxial} = f_{c,d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 424 370

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

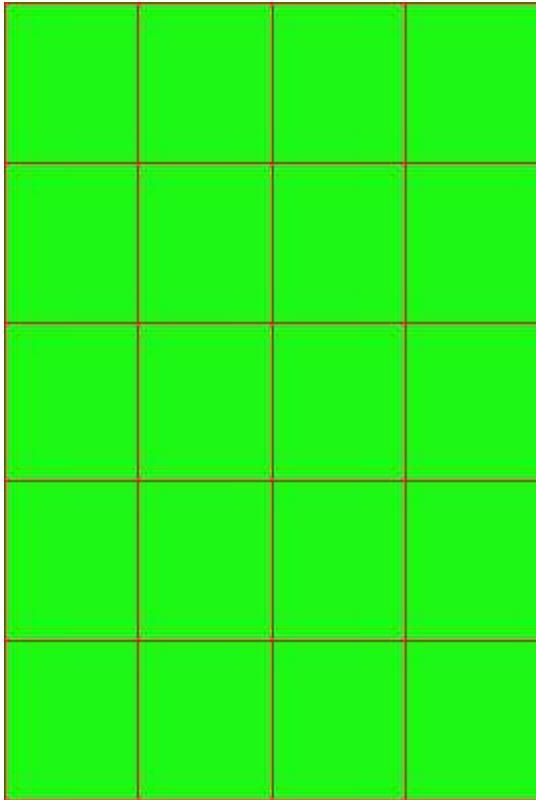
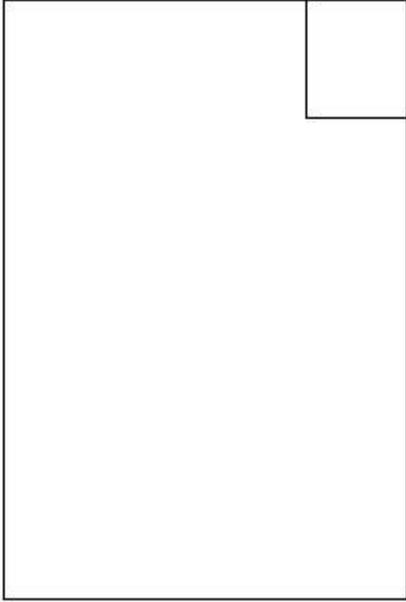
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0

Azioni di verifica combinazione 4 (1.75 2.70 [m])

$M_{xx}$	51.30	[KNm/m]	$M_{11}$	51.96	[KNm/m]
$M_y$	6.96	[KNm/m]	$M_{22}$	6.31	[KNm/m]
$M_{xy}$	5.43	[KNm/m]	$\alpha$	6.89	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.22	Estradosso	8.685	0.761	12.657	-0.176	17.60
	Intradosso	-0.478	-0.010	-0.023	-3.500	-75.36



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 424 370

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

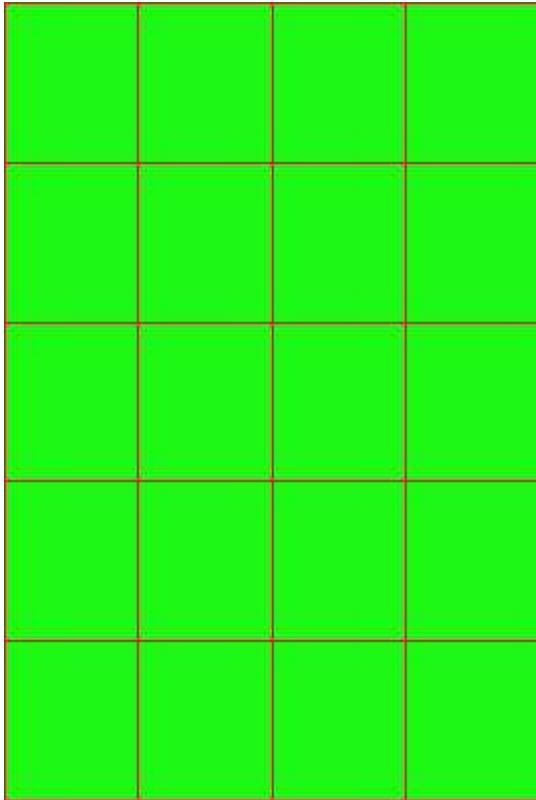
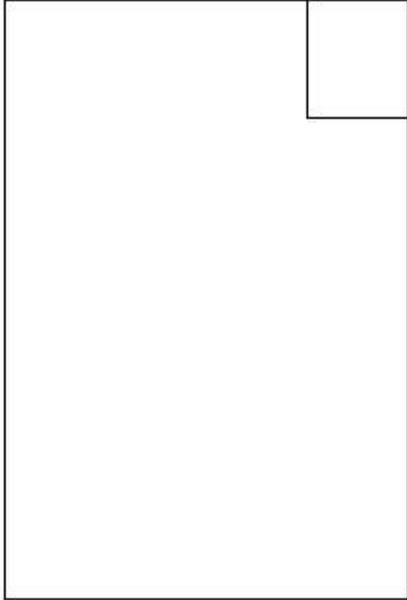
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.75 2.70 [m])

$M_{xx}$	10.89	[KNm/m]	$M_{11}$	11.19	[KNm/m]
$M_y$	1.33	[KNm/m]	$M_{22}$	1.02	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.75	[KNm/m]	$\alpha$	10.05	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	3.999	0.489	0.000	12.40		
	Intradosso	-3.999	-0.489	-0.641	-77.60		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 424 370

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.75 2.70 [m])

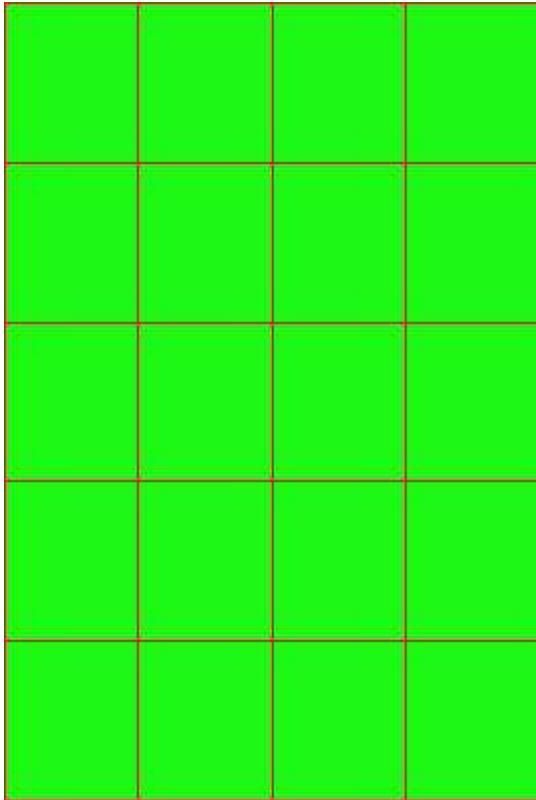
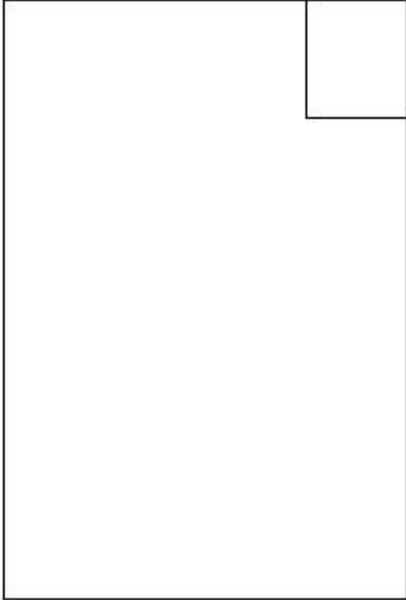
$M_{xx}$  10.89 [KNm/m]  $M_{11}$  11.19 [KNm/m]

$M_y$  1.33 [KNm/m]  $M_{22}$  1.02 [KNm/m]

$M_{xy}$  1.75 [KNm/m]  $\alpha$  10.05 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	3.999	0.489	0.000	12.40		
	Intradosso	-3.999	-0.489	-0.641	-77.60		



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 424 370

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0	3142	50.0

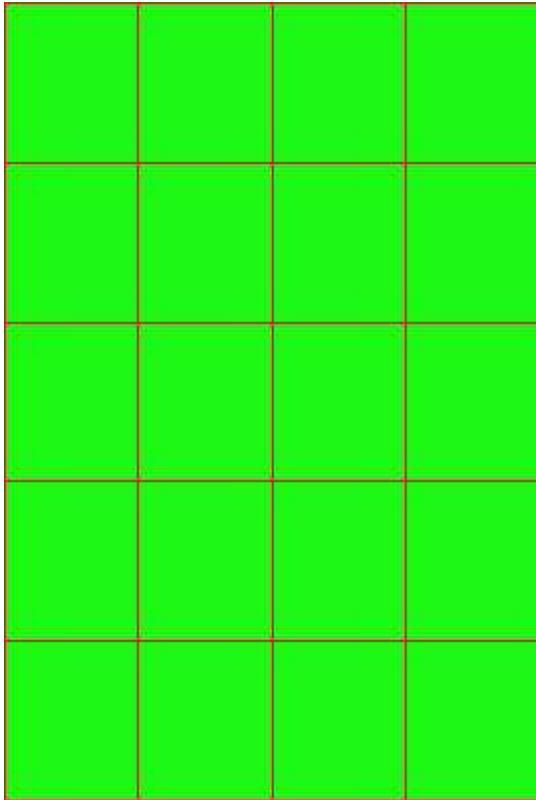
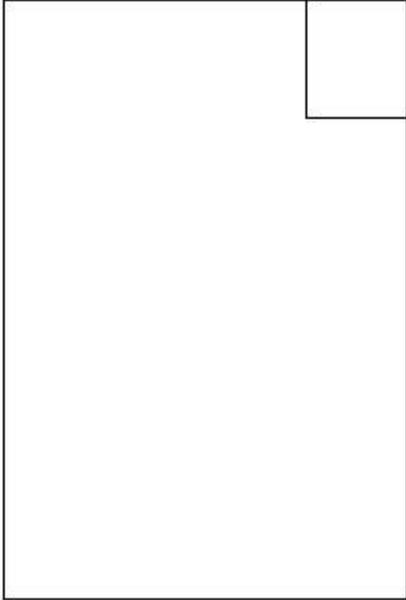
Azioni di verifica combinazione 12 (1.75 2.70 [m])

$M_{xx}$	10.89	[KNm/m]	$M_{11}$	11.19	[KNm/m]
$M_y$	1.33	[KNm/m]	$M_{22}$	1.02	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.75	[KNm/m]	$\alpha$	10.05	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	3.999	0.489	0.000	12.40	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-3.999	-0.489	-0.641	-77.60	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 %   70 %   100 %   110 %

## 15 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE 2

### 15.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato monte" dell'attraversamento idraulico posto al km 0+677 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 30cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto con la sua reale dimensione. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

#### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	7,80 [m]
Larghezza esterna	1,80 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,50 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,50 [m]
Spessore muri d'ala	0,30[m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

### 15.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	7,80	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m3]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione Mc Calcarenite fratturata	
Spessore dello strato	10,00	[m]
Peso di volume	24,50	[kN/m3]
Angolo di attrito	27,00	[°]
Coesione	0,215	[MPa]

### 15.3 RISULTATI DELL'ANALISI

#### 15.3.1 Dati di input modellazione

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Lista materiali introdotti:

Materiale Numero	Info	Tipo	E [MPa]	$\nu$	$\alpha$ 1/[1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]
1	Calcestruzzo	Calcestruzzo	30000.000	0.12	0.000012	25.00
2	Acciaio	Acciaio	210000.003	0.33	0.000012	78.50

Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$	Commento
1	5.0	0.100	0.10	Default

Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
1	1	s= 30 [cm]	Mesh isotropa PIEDRITTISigmaZ=0
2	1	s= 30 [cm]	Mesh platea SOLETTASigmaZ=0 Terreno numero 1 Default

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2008

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 10

Numero di combinazioni di carico . : 20

**Condizione**

- 1 G1k\_Strutturale
- 2 G2.2k\_Spinta a riposo
- 3 E\_Spinta sismica+X SLV
- 4 E\_Spinta sismica-X SLV
- 5 E\_Spinta sismica+Y SLV
- 6 E\_Spinta sismica-Y SLV
- 7 E\_Spinta sismica+X SLO
- 8 E\_Spinta sismica-X SLO
- 9 E\_Spinta sismica+Y SLO

**Condizione**

10	E_Spinta sismica-Y SLO
11	Sisma 0SLV
12	Sisma 90SLV
13	Sisma 180SLV
14	Sisma 270SLV
15	Sisma 0SLO
16	Sisma 90SLO
17	Sisma 180SLO
18	Sisma 270SLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico numero**

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

2	Sisma 0 / 90
3	Sisma 0 / 270
4	Sisma 90 / 0
5	Sisma 90 / 180
6	Sisma 180 / 90
7	Sisma 180 / 270
8	Sisma 270 / 0
9	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
2	1	1	1		0.3		1	0.3		
3	1	1	1			0.3	1			0.3

**RELAZIONE DI CALCOLO**

4	1	1	0.3	1	0.3	1	
5	1	1		0.3	1	1	0.3
6	1	1	1	0.3		0.3	1
7	1	1	1		0.3	1	0.3
8	1	1	0.3		1	0.3	1
9	1	1		0.3	1		0.3

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

10 RARA

**Comb.\Cond 1 2**

10 1 1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

11 REQUENTE

**Comb.\Cond 1 2**

11 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

12 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2**

12 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

13 Sisma 0 / 90

14 Sisma 0 / 270

**Combinazione di carico numero**

15	Sisma 90 / 0
16	Sisma 90 / 180
17	Sisma 180 / 90
18	Sisma 180 / 270
19	Sisma 270 / 0
20	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	7	8	9	10	15	16	17	18
13	1	1	1		0.3		1	0.3		
14	1	1	1			0.3	1			0.3
15	1	1	0.3		1		0.3	1		
16	1	1		0.3	1			1	0.3	
17	1	1		1	0.3			0.3	1	
18	1	1		1		0.3			1	0.3
19	1	1	0.3			1	0.3			1
20	1	1		0.3		1			0.3	1

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 0+677 lotto1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00

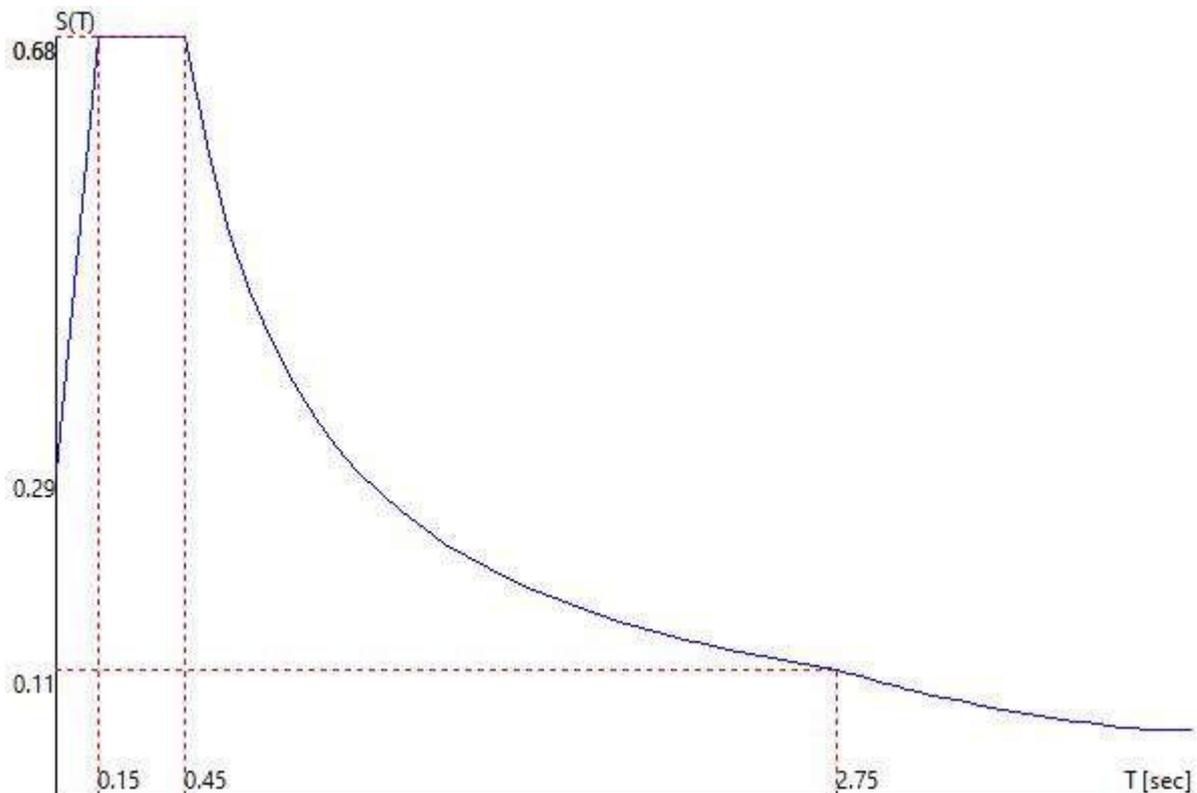
RELAZIONE DI CALCOLO

- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_w$  1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura  $q$  per sisma verticale 1.00
- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.15 [sec]
- $T_C$  0.45 [sec]
- $T_D$  2.75 [sec]
- $a_g/g$  0.2878
- $F_o$  2.3614
- $T_C^*$  0.4545

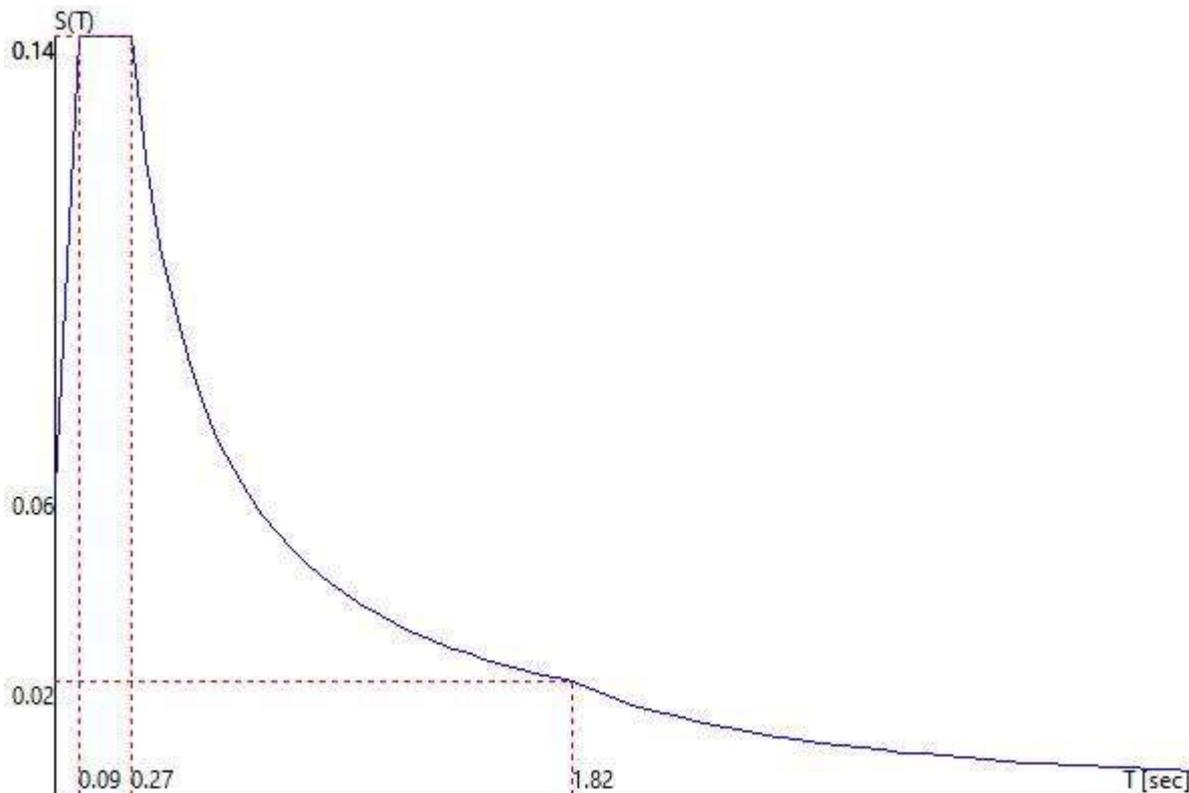
TU 2008 SLV H



TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.09 [sec]
- $T_C$  0.27 [sec]
- $T_D$  1.82 [sec]
- $a_g/g$  0.0550
- $F_o$  2.5106
- $T_C^*$  0.2700

TU 2008 SLO H



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	G1k_Strutturale	1.000000

**RELAZIONE DI CALCOLO**

2	G2.2k_Spinta a riposo	0.000000
3	E_Spinta sismica+X SLV	0.000000
4	E_Spinta sismica-X SLV	0.000000
5	E_Spinta sismica+Y SLV	0.000000
6	E_Spinta sismica-Y SLV	0.000000
7	E_Spinta sismica+X SLO	0.000000
8	E_Spinta sismica-X SLO	0.000000
9	E_Spinta sismica+Y SLO	0.000000
10	E_Spinta sismica-Y SLO	0.000000

Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLO Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLO Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLO Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLO Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

Analisi Modale via Vettori di Ritz **Percentuale della massa di piano utilizzata per la valutazione delle azioni dovute ad eccentricità aggiuntive del centro di massa 100.0%**

**Carichi applicati agli elementi**

Convenzioni adottate

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

**RELAZIONE DI CALCOLO**

La distanza fra i suddetti nodi.

$q_{xi}, \dots, q_{zj}$

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal Nodol, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{zj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z$   $x_{App}$

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza  $x_{App}$  dal Nodol.

$M_x, \dots, M_z$   $x_{App}$

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza  $x_{App}$  dal Nodol.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Elemento	Condizione di carico	Nodi	$L_i$ [m]	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]	$q_{S_x}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$q_{S_y}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$q_{S_z}$ [KN/m <sup>2</sup> ]
374 373	1											0.00	-7.50	0.00
	2											0.00	0.00	61.00
	6											0.00	0.00	45.00
	10											0.00	0.00	9.00
272 438	1											0.00	0.00	-7.50
271 306	5											0.00	0.00	-45.00
	2											0.00	0.00	-5.00
	1											0.00	-7.50	0.00
	9											0.00	0.00	-9.00
278 307	5											0.00	0.00	-45.00
	2											0.00	0.00	-5.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00
279 280	5		0.00	0.00	-
	2		0.00	0.00	45.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00
305 308	5		0.00	0.00	-
	2		0.00	0.00	45.00
	2		0.00	0.00	-
	1		0.00	0.00	10.00
	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00
306 309	5		0.00	0.00	-
	2		0.00	0.00	45.00
	2		0.00	0.00	-
	1		0.00	0.00	10.00
	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00
307 281	5		0.00	0.00	-
	2		0.00	0.00	45.00
	2		0.00	0.00	-
	1		0.00	0.00	10.00
	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00
304 310	5		0.00	0.00	-
	2		0.00	0.00	45.00
	2		0.00	0.00	-
	1		0.00	0.00	10.00
	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00
308 311	5		0.00	0.00	-
	2		0.00	0.00	45.00
	2		0.00	0.00	-
	1		0.00	0.00	10.00
	1		0.00	-	0.00
	9		0.00	7.50	-9.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	9		0.00	0.00	-9.00
309 282	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 10.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
303 312	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 20.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
310 313	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 20.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
311 283	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 20.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
302 314	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 20.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
312 315	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 20.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

313 284	5	0.00	0.00	-	45.00
	2	0.00	0.00	-	20.00
	1	0.00	-	7.50	0.00
	9	0.00	0.00		-9.00
301 316	5	0.00	0.00	-	45.00
	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-	7.50	0.00
	9	0.00	0.00		-9.00
314 317	5	0.00	0.00	-	45.00
	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-	7.50	0.00
	9	0.00	0.00		-9.00
315 285	5	0.00	0.00	-	45.00
	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-	7.50	0.00
	9	0.00	0.00		-9.00
300 318	5	0.00	0.00	-	45.00
	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-	7.50	0.00
	9	0.00	0.00		-9.00
316 319	5	0.00	0.00	-	45.00
	2	0.00	0.00	-	31.00
	1	0.00	-	7.50	0.00
	9	0.00	0.00		-9.00
317 286	5	0.00	0.00	-	45.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	-	31.00
	1		0.00	-	0.00	
	9		7.50			
	9		0.00	0.00	-9.00	
299 320	5		0.00	0.00	-	45.00
	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-	0.00	
	9		7.50			
	9		0.00	0.00	-9.00	
318 321	5		0.00	0.00	-	45.00
	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-	0.00	
	9		7.50			
	9		0.00	0.00	-9.00	
319 287	5		0.00	0.00	-	45.00
	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-	0.00	
	9		7.50			
	9		0.00	0.00	-9.00	
298 322	5		0.00	0.00	-	45.00
	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-	0.00	
	9		7.50			
	9		0.00	0.00	-9.00	
320 323	5		0.00	0.00	-	45.00
	2		0.00	0.00	-	41.00
	1		0.00	-	0.00	
	9		7.50			
	9		0.00	0.00	-9.00	
321 288	5		0.00	0.00	-	45.00
	2		0.00	0.00	-	41.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	9		0.00	0.00	-9.00
297 324	5		0.00	0.00	-
					45.00
	2		0.00	0.00	-
					51.00
	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	9		0.00	0.00	-9.00
322 325	5		0.00	0.00	-
					45.00
	2		0.00	0.00	-
					51.00
	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	9		0.00	0.00	-9.00
323 289	5		0.00	0.00	-
					45.00
	2		0.00	0.00	-
					51.00
	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	9		0.00	0.00	-9.00
296 326	5		0.00	0.00	-
					45.00
	2		0.00	0.00	-
					51.00
	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	9		0.00	0.00	-9.00
324 327	5		0.00	0.00	-
					45.00
	2		0.00	0.00	-
					51.00
	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	9		0.00	0.00	-9.00
325 290	5		0.00	0.00	-
					45.00
	2		0.00	0.00	-
					51.00
	1		0.00	-	0.00
				7.50	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	9		0.00	0.00	-9.00
295 328	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 61.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
326 329	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 61.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
327 291	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 61.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
294 293	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 61.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
328 292	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 61.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00
329 274	5		0.00	0.00	- 45.00
	2		0.00	0.00	- 61.00
	1		0.00	- 7.50	0.00
	9		0.00	0.00	-9.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

275 346	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-5.00
	4	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
330 347	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-5.00
	4	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
331 332	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-5.00
	4	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
280 348	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-
	4	0.00	0.00	10.00
	8	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
346 349	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-
	4	0.00	0.00	10.00
	8	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
347 333	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-
	4	0.00	0.00	10.00
	8	0.00	0.00	-
	8	0.00	0.00	45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
281 350	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	-
	4	0.00	0.00	10.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	4		0.00	0.00	-	45.00
	8		0.00	0.00	-	9.00
348 351	1		0.00	-	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-	10.00
	4		0.00	0.00	-	45.00
	8		0.00	0.00	-	9.00
349 334	1		0.00	-	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-	10.00
	4		0.00	0.00	-	45.00
	8		0.00	0.00	-	9.00
285 358	1		0.00	-	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-	31.00
	4		0.00	0.00	-	45.00
	8		0.00	0.00	-	9.00
356 359	1		0.00	-	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-	31.00
	4		0.00	0.00	-	45.00
	8		0.00	0.00	-	9.00
357 338	1		0.00	-	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-	31.00
	4		0.00	0.00	-	45.00
	8		0.00	0.00	-	9.00
286 360	1		0.00	-	7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-	41.00
	4		0.00	0.00	-	45.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	8		0.00	0.00	-9.00
358 361	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	- 41.00
	4		0.00	0.00	- 45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
359 339	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	- 41.00
	4		0.00	0.00	- 45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
287 362	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	- 41.00
	4		0.00	0.00	- 45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
360 363	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	- 41.00
	4		0.00	0.00	- 45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
361 340	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	- 41.00
	4		0.00	0.00	- 45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
288 364	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	- 51.00
	4		0.00	0.00	- 45.00
	8		0.00	0.00	-9.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

362 365	1	0.00	-	0.00
			7.50	
	2	0.00	0.00	-
				51.00
	4	0.00	0.00	-
				45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
363 341	1	0.00	-	0.00
			7.50	
	2	0.00	0.00	-
				51.00
	4	0.00	0.00	-
				45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
289 366	1	0.00	-	0.00
			7.50	
	2	0.00	0.00	-
				51.00
	4	0.00	0.00	-
				45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
364 367	1	0.00	-	0.00
			7.50	
	2	0.00	0.00	-
				51.00
	4	0.00	0.00	-
				45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
365 342	1	0.00	-	0.00
			7.50	
	2	0.00	0.00	-
				51.00
	4	0.00	0.00	-
				45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
290 368	1	0.00	-	0.00
			7.50	
	2	0.00	0.00	-
				61.00
	4	0.00	0.00	-
				45.00
	8	0.00	0.00	-9.00
366 369	1	0.00	-	0.00
			7.50	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	-
					61.00
	4		0.00	0.00	-
					45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
367 343	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	-
					61.00
	4		0.00	0.00	-
					45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
291 345	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	-
					61.00
	4		0.00	0.00	-
					45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
368 344	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	-
					61.00
	4		0.00	0.00	-
					45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
369 276	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	-
					61.00
	4		0.00	0.00	-
					45.00
	8		0.00	0.00	-9.00
408 372	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	61.0
					0
	6		0.00	0.00	45.0
					0
	10		0.00	0.00	9.00
373 439	1		0.00	0.00	-7.50
273 386	1		0.00	-	0.00
				7.50	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	5.00
	6		0.00	0.00	45.00
	10		0.00	0.00	9.00
370 387	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	6		0.00	0.00	45.00
	10		0.00	0.00	9.00
371 332	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	6		0.00	0.00	45.00
	10		0.00	0.00	9.00
385 388	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	6		0.00	0.00	45.00
	10		0.00	0.00	9.00
386 389	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	6		0.00	0.00	45.00
	10		0.00	0.00	9.00
387 333	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	6		0.00	0.00	45.00
	10		0.00	0.00	9.00
384 390	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	6		0.00	0.00	45.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	10		0.00	0.00	9.00
388 391	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
389 334	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
383 392	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
390 393	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
391 335	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
382 394	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

392 395	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	20.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00
393 336	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	20.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00
381 396	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	31.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00
394 397	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	31.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00
395 337	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	31.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00
380 398	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	31.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00
396 399	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	31.0
	6	0.00	0.00	0 45.0
	10	0.00	0.00	0 9.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	31.0
				0	
	6		0.00	0.00	45.0
				0	
	10		0.00	0.00	9.00
397 338	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	31.0
				0	
	6		0.00	0.00	45.0
				0	
	10		0.00	0.00	9.00
379 400	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	41.0
				0	
	6		0.00	0.00	45.0
				0	
	10		0.00	0.00	9.00
398 401	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	41.0
				0	
	6		0.00	0.00	45.0
				0	
	10		0.00	0.00	9.00
399 339	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	41.0
				0	
	6		0.00	0.00	45.0
				0	
	10		0.00	0.00	9.00
378 402	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	41.0
				0	
	6		0.00	0.00	45.0
				0	
	10		0.00	0.00	9.00
400 403	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	41.0
				0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	6		0.00	0.00	45.0
	10		0.00	0.00	9.00
401 340	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	41.0
	6		0.00	0.00	45.0
	10		0.00	0.00	9.00
377 404	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	51.0
	6		0.00	0.00	45.0
	10		0.00	0.00	9.00
402 405	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	51.0
	6		0.00	0.00	45.0
	10		0.00	0.00	9.00
403 341	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	51.0
	6		0.00	0.00	45.0
	10		0.00	0.00	9.00
376 406	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	51.0
	6		0.00	0.00	45.0
	10		0.00	0.00	9.00
404 407	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	51.0
	6		0.00	0.00	45.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	10		0.00	0.00	9.00
406 409	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	61.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
375 408	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	61.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
405 342	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	51.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
407 343	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	61.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
409 276	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	61.0 0
	6		0.00	0.00	45.0 0
	10		0.00	0.00	9.00
412 440	1		0.00	0.00	-7.50
271 414	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	5.00
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

410 415	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	5.00
	3	0.00	0.00	34.00
	7	0.00	0.00	7.00
411 385	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	5.00
	3	0.00	0.00	34.00
	7	0.00	0.00	7.00
305 416	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	10.00
	3	0.00	0.00	34.00
	7	0.00	0.00	7.00
414 417	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	10.00
	3	0.00	0.00	34.00
	7	0.00	0.00	7.00
415 384	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	10.00
	3	0.00	0.00	34.00
	7	0.00	0.00	7.00
304 418	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	10.00
	3	0.00	0.00	34.00
	7	0.00	0.00	7.00
416 419	1	0.00	-	0.00
			7.50	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2		0.00	0.00	10.0
				0	
	3		0.00	0.00	34.0
				0	
	7		0.00	0.00	7.00
417 383	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	10.0
				0	
	3		0.00	0.00	34.0
				0	
	7		0.00	0.00	7.00
303 420	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	20.0
				0	
	3		0.00	0.00	34.0
				0	
	7		0.00	0.00	7.00
418 421	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	20.0
				0	
	3		0.00	0.00	34.0
				0	
	7		0.00	0.00	7.00
419 382	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	20.0
				0	
	3		0.00	0.00	34.0
				0	
	7		0.00	0.00	7.00
302 422	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	20.0
				0	
	3		0.00	0.00	34.0
				0	
	7		0.00	0.00	7.00
420 423	1		0.00	-	0.00
				7.50	
	2		0.00	0.00	20.0
				0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	3		0.00	0.00	34.0
	7		0.00	0.00	7.00
421 381	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	20.0
	3		0.00	0.00	34.0
	7		0.00	0.00	7.00
301 424	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	31.0
	3		0.00	0.00	34.0
	7		0.00	0.00	7.00
422 425	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	31.0
	3		0.00	0.00	34.0
	7		0.00	0.00	7.00
423 380	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	31.0
	3		0.00	0.00	34.0
	7		0.00	0.00	7.00
300 426	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	31.0
	3		0.00	0.00	34.0
	7		0.00	0.00	7.00
424 427	1		0.00	-	0.00
	2		0.00	0.00	31.0
	3		0.00	0.00	34.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	7		0.00	0.00	7.00
425 379	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	31.0 0
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00
299 428	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.0 0
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00
426 429	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.0 0
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00
427 378	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.0 0
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00
298 430	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.0 0
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00
428 431	1		0.00	- 7.50	0.00
	2		0.00	0.00	41.0 0
	3		0.00	0.00	34.0 0
	7		0.00	0.00	7.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

429 377	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	41.0
	3	0.00	0.00	0
	7	0.00	0.00	34.0
297 432	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	51.0
	3	0.00	0.00	0
	7	0.00	0.00	34.0
430 433	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	51.0
	3	0.00	0.00	0
	7	0.00	0.00	34.0
431 376	1	0.00	-	0.00
	2	0.00	7.50	51.0
	3	0.00	0.00	0
	7	0.00	0.00	34.0
438 441	1	0.00	0.00	-7.50
372 344	1	0.00	0.00	-7.50
439 345	1	0.00	0.00	-7.50
413 293	1	0.00	0.00	-7.50
440 292	1	0.00	0.00	-7.50
441 274	1	0.00	0.00	-7.50

**15.3.2 Rappresentazione grafica modello**

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



Figura 15-1 "Rappresentazione grafica del modello di calcolo"

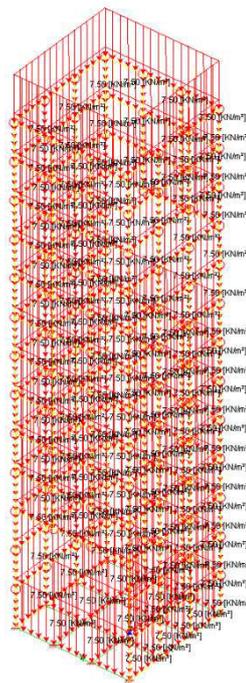


Figura 15-2 "Condizione Gk1"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

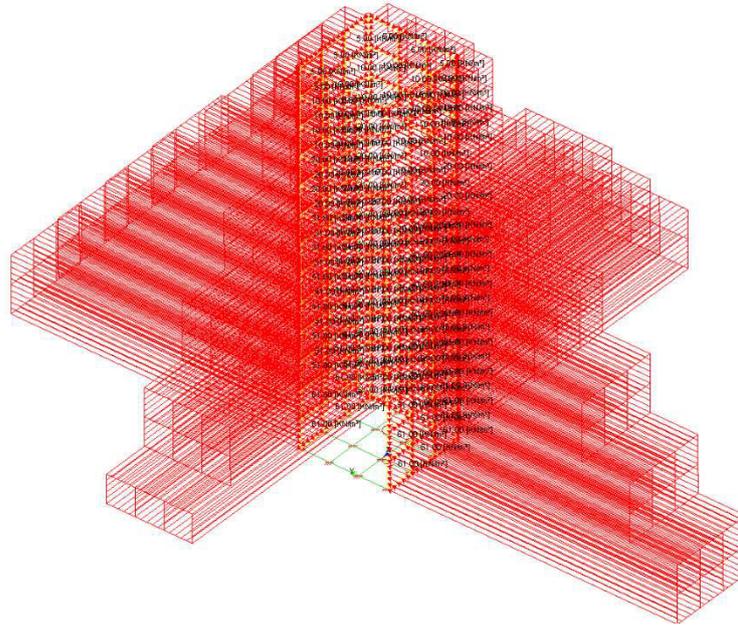


Figura 15-3"Condizione Gk2.1"

15.3.3 Risultati sollecitazione

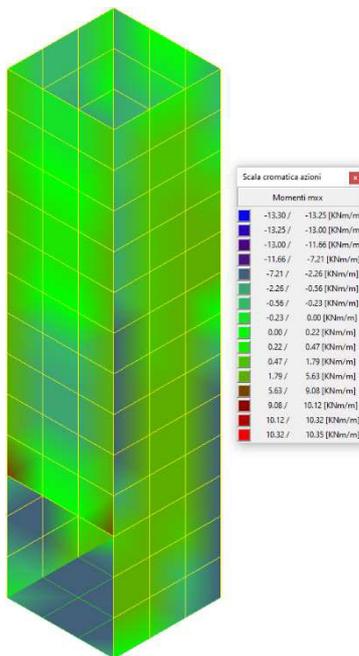


Figura 15-4"Inviluppo momenti flettenti mxx"

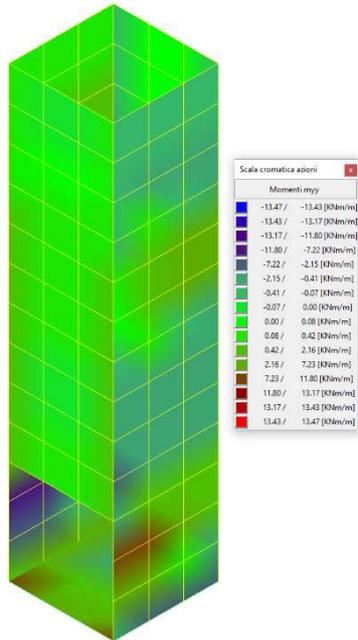


Figura 15-5 "Inviluppo momento flettenti myy"

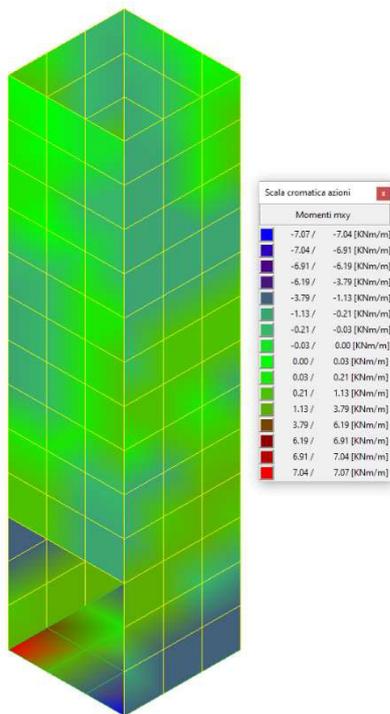


Figura 15-6 "Inviluppo momenti flettenti mxy"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

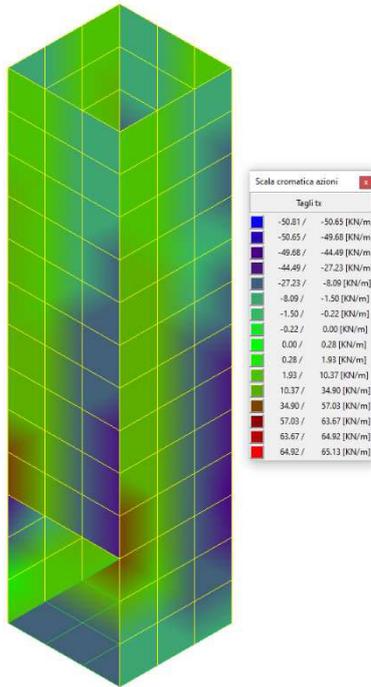


Figura 15-7 "Inviluppo tagli vx"

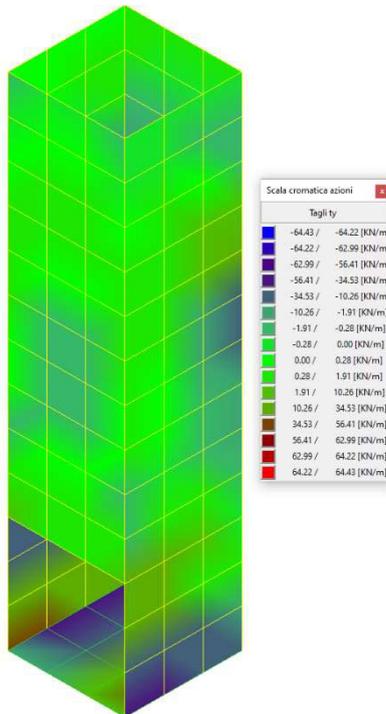


Figura 15-8 "Inviluppo tagli vy"

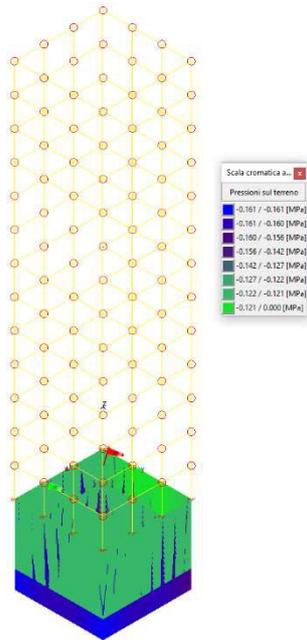


Figura 15-9 "Involuppo pressioni terreno"

#### Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	1	0.157
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	1	<b>0.161</b>

#### Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 5 6 2 1	2	0.120
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 15 16 12 11	2	<b>0.124</b>

#### Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	10	0.121
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	10	<b>0.124</b>

#### Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	11	0.121

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Max Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3 11 **0.124**

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	12	0.121
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	12	0.124

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	14	0.120
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 15 16 12 11	13	<b>0.124</b>

## 15.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo z dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidità degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$c_{f,x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$A_{f_x}$

Armatura in direzione x

$c_{f,y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$A_{f_y}$

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$d$

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$\tau_{b,0}$

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

$\tau_{b,1}$

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

$N, M_x, M_y$

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

$\tau$

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

$\epsilon_{ud}$

Deformazione uniforme ultima

$\epsilon_{yd}$

Deformazione al limite di snervamento

$f_{ck}$

Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cd}$

Tensione di calcolo a compressione di base

$\epsilon_{c2}$

Deformazione limite elastico

$\epsilon_y$

Deformazione limite ultimo

$f_{ctd}$

Tensione di calcolo a trazione di progetto

$\epsilon_{ctd}$

Deformazione al limite di trazione

$E_{cm}$

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$Af_x$

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$Af_y$

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$Cr$

Coefficiente rottura  $S_D/S_R$

$\epsilon_x$

Deformazione acciaio direzione x

$\epsilon_y$

Deformazione acciaio direzione y

$\epsilon_{\min}$

Deformazione minima cls

$\epsilon_{\max}$

Deformazione massima cls

$\theta_{\max}$

Angolo direzioni principali di deformazione

$\sigma_{\text{amm}}$

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

$\sigma_x$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

$\sigma_y$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,\text{Max}}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

**d**

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$C_{Rd,c}$

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

$V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}$

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

$B_x, B_y$

Dimensioni perimetro critico

$\beta$

Angolo diffusione tensioni

$v_{Ed}$

Tensione tangenziale sull'area critica

$\rho$

Rapporto meccanico di armatura

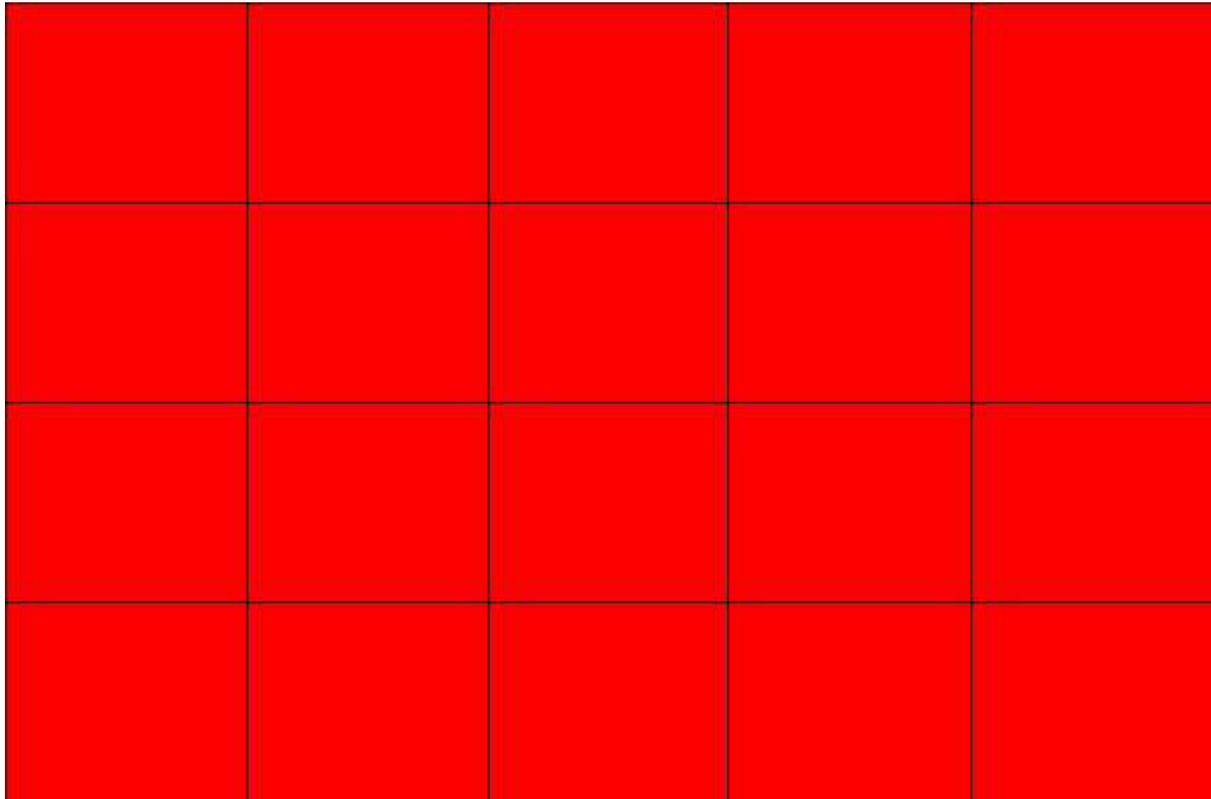
$V_{Rd,c}$

Taglio resistente elementi privi di armatura

#### 15.4.1 Fondazione

Mappa armature di Estradosso

**RELAZIONE DI CALCOLO**



**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso

**RELAZIONE DI CALCOLO**


**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biassial} = f_{Cd} ( 1 + 3.8 \alpha ) / ( 1.0 + \alpha )^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

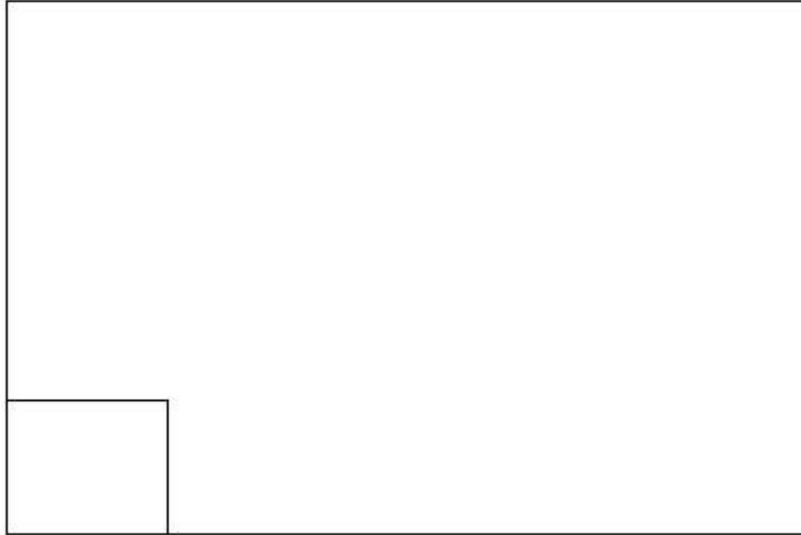
Azioni di verifica combinazione 9 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	10.57	[KNm/m]	$M_{11}$	118.04	[KNm/m]
$M_y$	117.20	[KNm/m]	$M_{22}$	9.73	[KNm/m]
$M_{xy}$	-9.52	[KNm/m]	$\alpha$	5.06	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.89	Estradosso	0.584	12.315	16.801	-0.060	-77.36
	Intradosso	0.051	0.277	-0.014	-3.500	9.67

**RELAZIONE DI CALCOLO**






30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

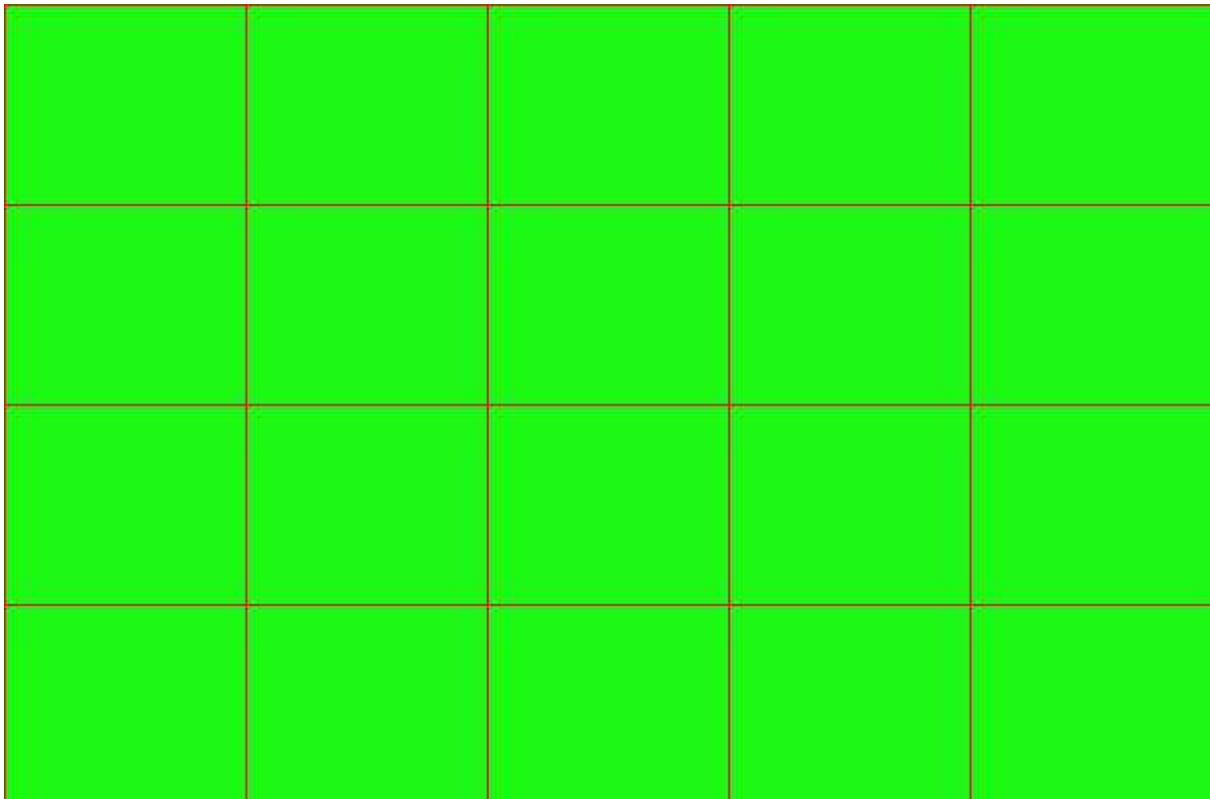
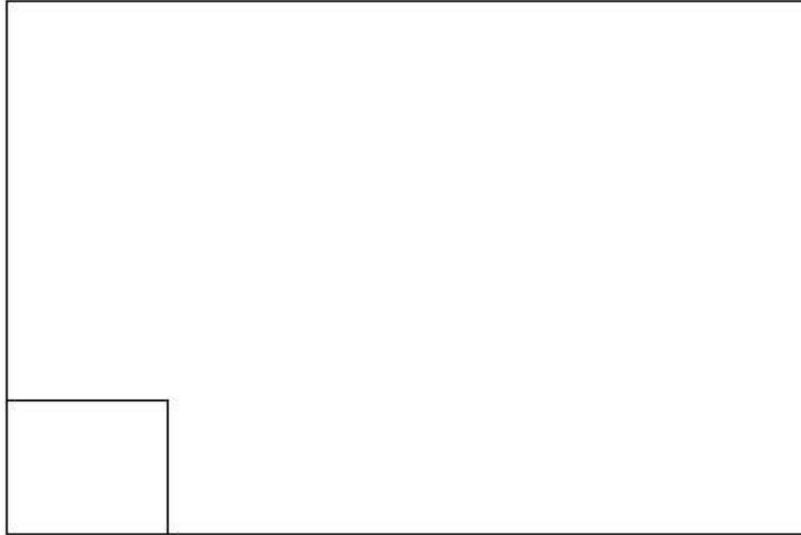
Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	1.77	[KNm/m]	$M_{11}$	10.77	[KNm/m]
$M_y$	10.67	[KNm/m]	$M_{22}$	1.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.94	[KNm/m]	$\alpha$	5.97	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	0.724	4.374	0.000	-83.27		
	Intradosso	-0.724	-4.374	-0.726	6.73		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

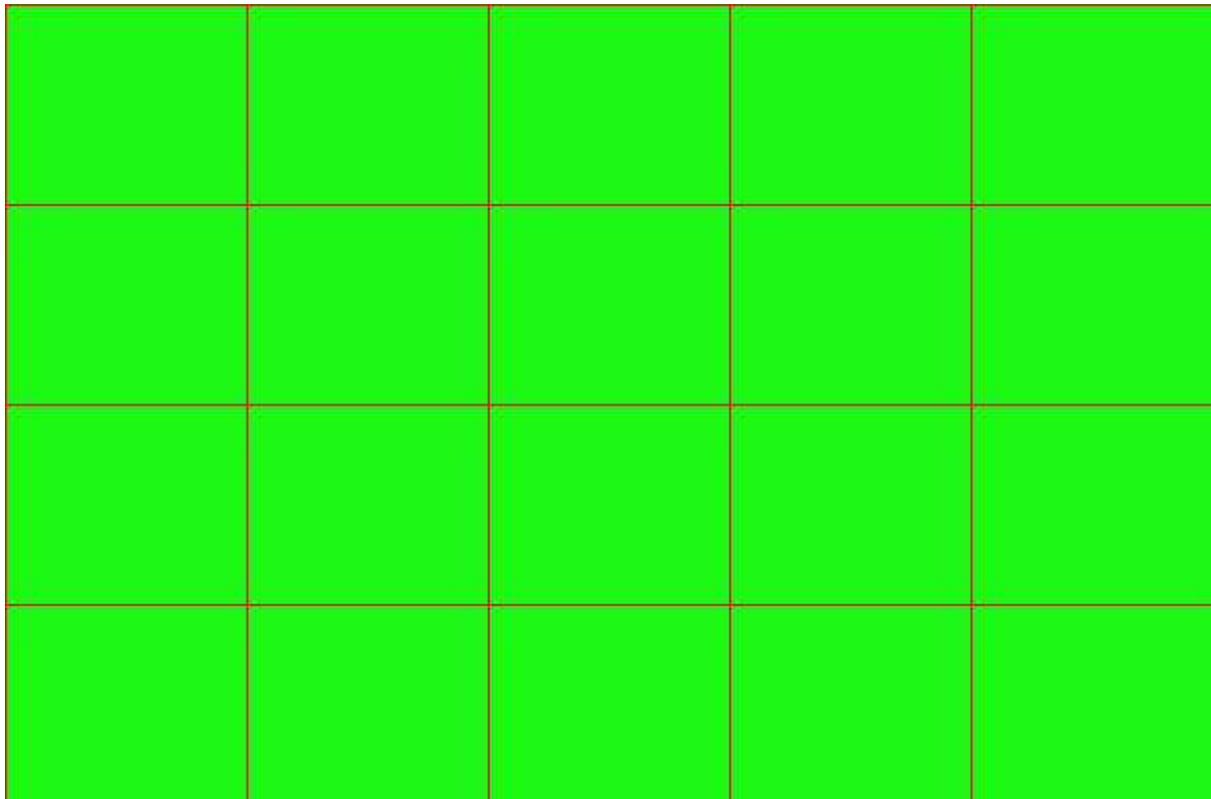
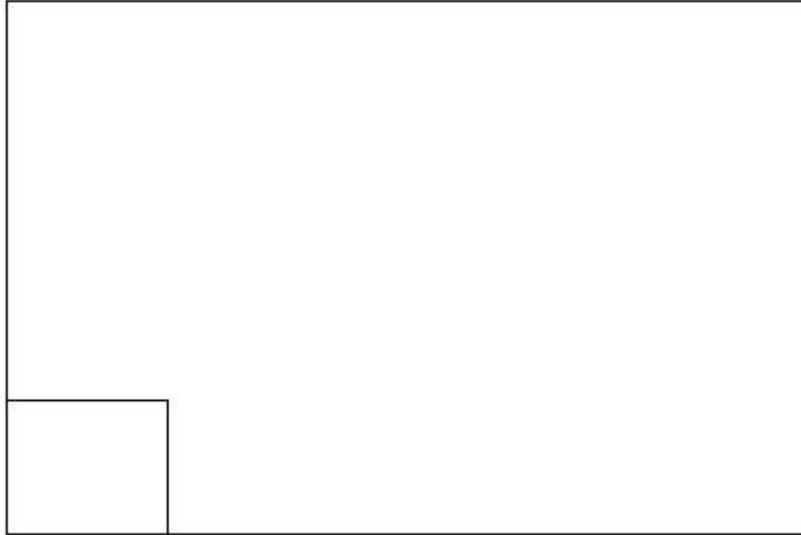
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	1.77	[KNm/m]	$M_{11}$	10.77	[KNm/m]
$M_y$	10.67	[KNm/m]	$M_{22}$	1.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.94	[KNm/m]	$\alpha$	5.97	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	0.724	4.374	0.000	-83.27		
	Intradosso	-0.724	-4.374	-0.726	6.73		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 410 366

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

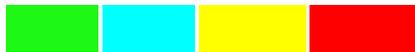
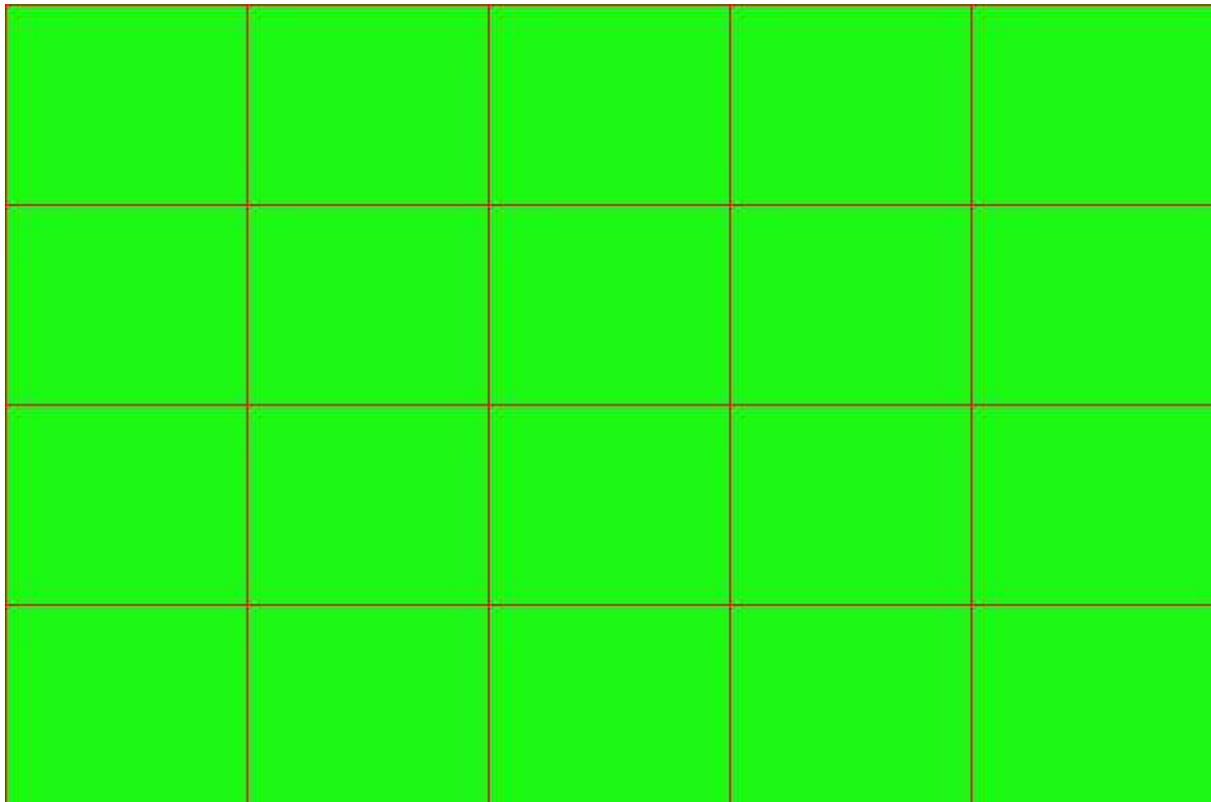
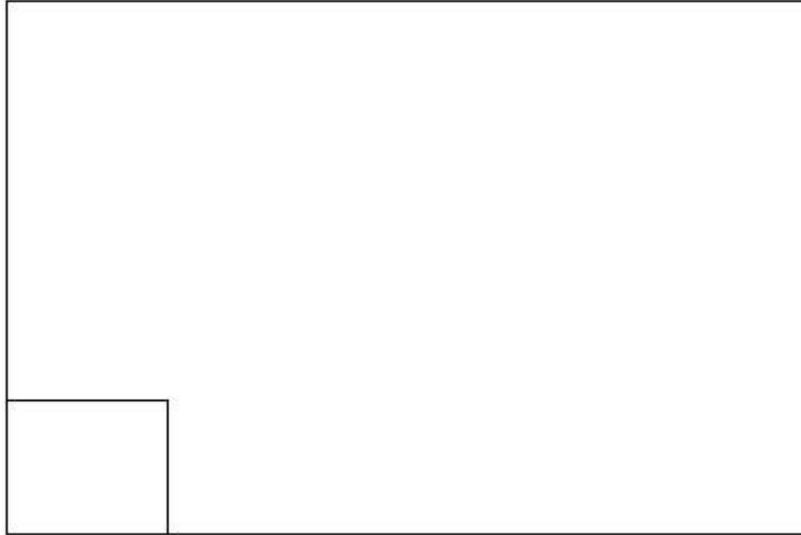
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 0.25 [m])

$M_{xx}$	1.77	[KNm/m]	$M_{11}$	10.77	[KNm/m]
$M_y$	10.67	[KNm/m]	$M_{22}$	1.67	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.94	[KNm/m]	$\alpha$	5.97	[°]

Verifiche

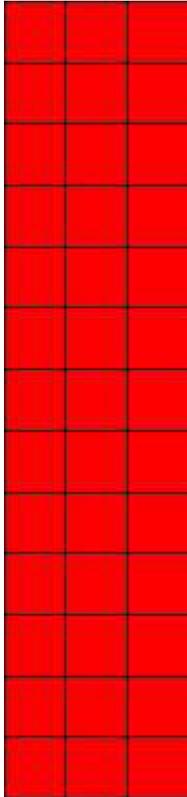
Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	0.724	4.374	0.000	-83.27	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-0.724	-4.374	-0.726	6.73	NON Fessurato	0.000



30 % 70 % 100 % 110 %

### 15.4.2 Muro d'ala destra

Mapa armature di Estradosso

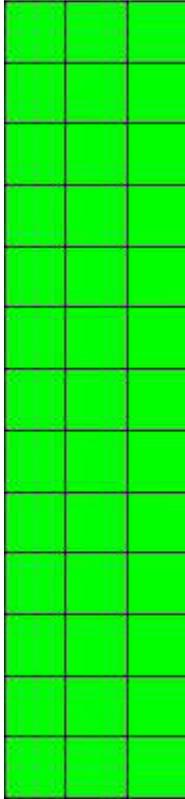


**Colore**

**Armature**

 top  $\varnothing 20/20'$  X +  $\varnothing 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**



bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 21 2

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

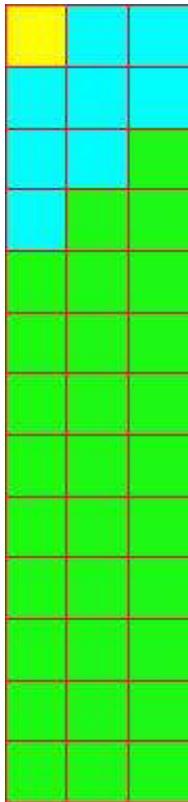
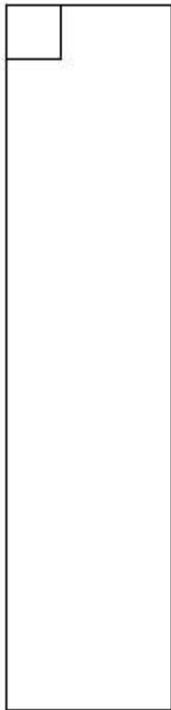
Azioni di verifica combinazione 3 (0.30 7.50 [m])

$M_{xx}$	12.08	[KNm/m]	$M_{11}$	8.93	[KNm/m]
$M_y$	119.97	[KNm/m]	$M_{22}$	123.11	[KNm/m]
$M_{xy}$	-18.68	[KNm/m]	$\alpha$	9.55	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.95	Estradosso	0.995	11.575	16.474	-0.145	-73.00
	Intradosso	0.074	0.192	0.006	-3.500	14.29

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 43 22

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

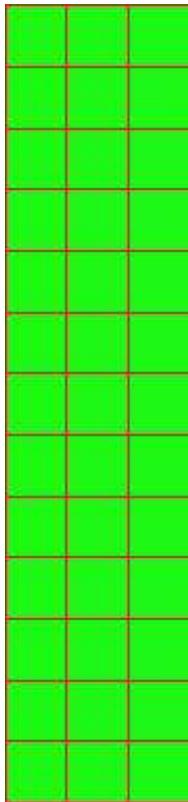
Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 6.90 [m])

$M_{xx}$	2.77	[KNm/m]	$M_{11}$	2.45	[KNm/m]
$M_y$	10.36	[KNm/m]	$M_{22}$	10.68	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.59	[KNm/m]	$\alpha$	-11.33	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	1.136	4.248	0.000	77.36		
	Intradosso	-1.136	-4.248	-0.751	-12.64		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 43 22

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

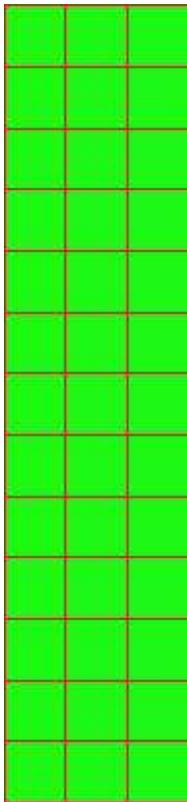
Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 6.90 [m])

$M_{xx}$	2.77	[KNm/m]	$M_{11}$	2.45	[KNm/m]
$M_y$	10.36	[KNm/m]	$M_{22}$	10.68	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.59	[KNm/m]	$\alpha$	-11.33	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	1.136	4.248	0.000	77.36		
	Intradosso	-1.136	-4.248	-0.751	-12.64		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 43 22

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 6.90 [m])

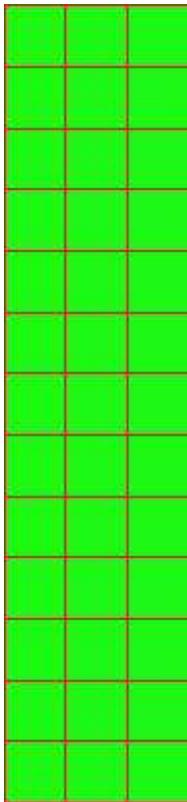
$M_{xx}$	2.77	[KNm/m]	$M_{11}$	2.45	[KNm/m]
$M_y$	10.36	[KNm/m]	$M_{22}$	10.68	[KNm/m]
$M_{xy}$	1.59	[KNm/m]	$\alpha$	-11.33	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	1.136	4.248	0.000	77.36	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-1.136	-4.248	-0.751	-12.64	NON Fessurato	0.000

---

**RELAZIONE DI CALCOLO**



---

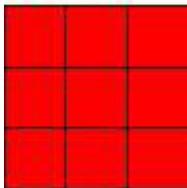
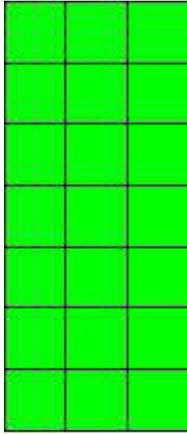
MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

### 15.4.3 Muro d'ala monte

Mapa armature di Estradosso



**Colore**

**Armature**

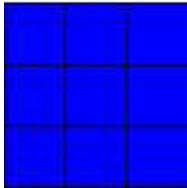
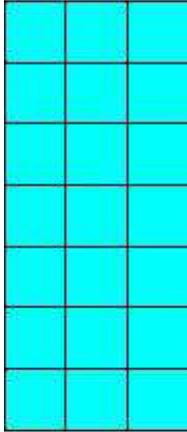


top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]



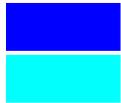
top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**



bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c,d,biaxial} = f_{c,d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon c1 / \epsilon c2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 69 48

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

**RELAZIONE DI CALCOLO**

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

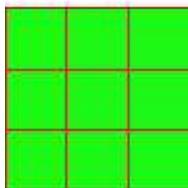
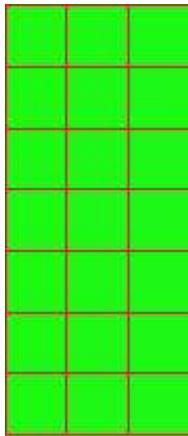
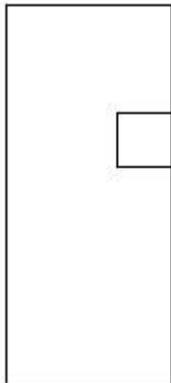
Azioni di verifica combinazione 4 (1.50 6.30 [m])

$M_{xx}$	25.97	[KNm/m]	$M_{11}$	-29.59	[KNm/m]
$M_y$	-2.92	[KNm/m]	$M_{22}$	6.54	[KNm/m]
$M_{xy}$	-10.85	[KNm/m]	$\alpha$	18.46	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.23	Estradosso	9.870	1.383	15.180	-0.598	-22.47
	Intradosso	0.038	0.319	0.527	-3.500	68.66

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 73 50

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.90 6.30 [m])

$M_{xx}$  -5.26 [KNm/m]  $M_{11}$  5.26 [KNm/m]

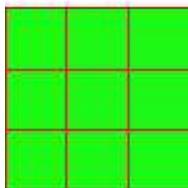
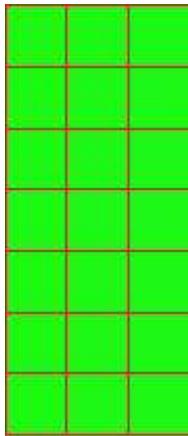
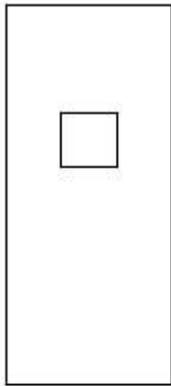
$M_y$  -2.22 [KNm/m]  $M_{22}$  2.22 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.00 [KNm/m]  $\alpha$  0.00 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	-2.158	-0.908	-0.385	90.00		
	Intradosso	2.158	0.908	0.000	-0.00		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 73 50

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.90 6.30 [m])

$M_{xx}$  -5.26 [KNm/m]  $M_{11}$  5.26 [KNm/m]

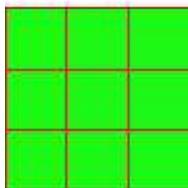
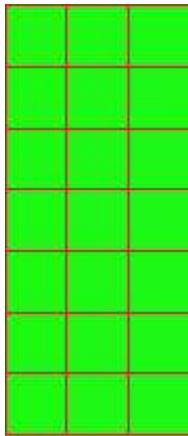
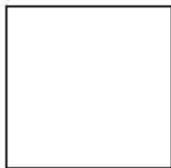
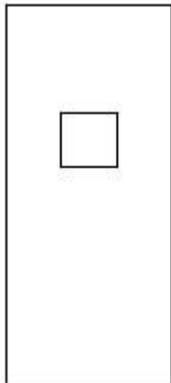
$M_y$  -2.22 [KNm/m]  $M_{22}$  2.22 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.00 [KNm/m]  $\alpha$  0.00 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-2.158	-0.908	-0.385	90.00		
	Intradosso	2.158	0.908	0.000	-0.00		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 73 50

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.90 6.30 [m])

$M_{xx}$  -5.26 [KNm/m]  $M_{11}$  5.26 [KNm/m]

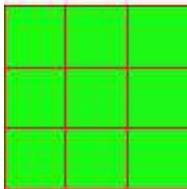
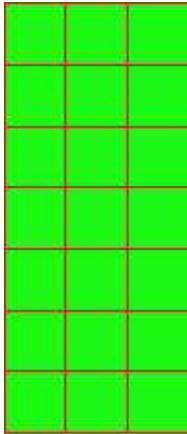
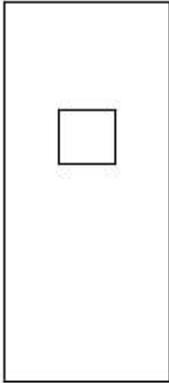
$M_y$  -2.22 [KNm/m]  $M_{22}$  2.22 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.00 [KNm/m]  $\alpha$  0.00 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.03	Estradosso	-2.158	-0.908	-0.385	90.00	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	2.158	0.908	0.000	-0.00	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



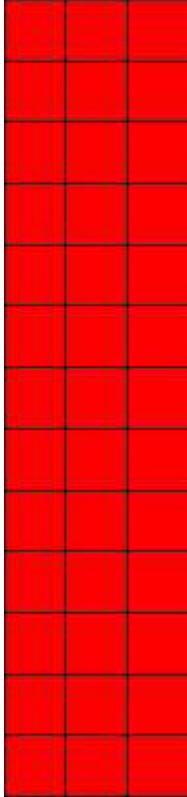
MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

#### 15.4.4 Muro d'ala sinistra

Mapa armature di Estradosso



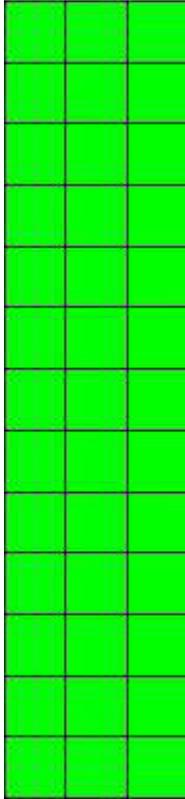
**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon c1 / \epsilon c2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 30 14

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

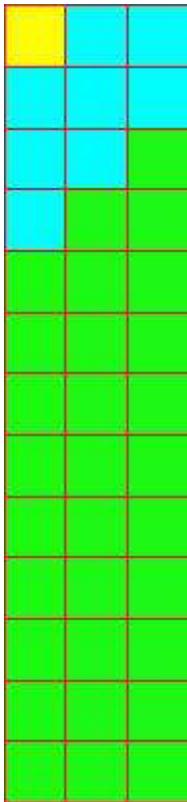
Azioni di verifica combinazione 2 (0.30 7.50 [m])

$M_{xx}$	-12.08	[KNm/m]	$M_{11}$	-8.93	[KNm/m]
$M_y$	-119.97	[KNm/m]	$M_{22}$	-123.11	[KNm/m]
$M_{xy}$	18.68	[KNm/m]	$\alpha$	9.55	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.95	Estradosso	0.074	0.192	0.006	-3.500	14.29
	Intradosso	0.995	11.575	16.474	-0.145	-73.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 52 31

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 6.90 [m])

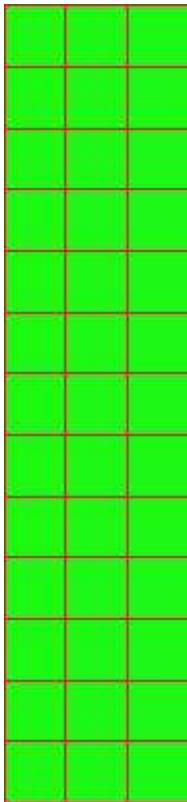
$M_{xx}$	-2.77	[KNm/m]	$M_{11}$	-2.45	[KNm/m]
$M_y$	-10.36	[KNm/m]	$M_{22}$	-10.68	[KNm/m]
$M_{xy}$	-1.59	[KNm/m]	$\alpha$	-11.33	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.04	Estradosso	-1.136	-4.248	-0.751	-12.64		
	Intradosso	1.136	4.248	0.000	77.36		

---

**RELAZIONE DI CALCOLO**



---

MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 52 31

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

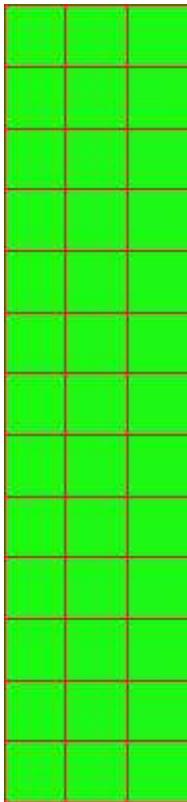
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 6.90 [m])

$M_{xx}$	-2.77	[KNm/m]	$M_{11}$	-2.45	[KNm/m]
$M_y$	-10.36	[KNm/m]	$M_{22}$	-10.68	[KNm/m]
$M_{xy}$	-1.59	[KNm/m]	$\alpha$	-11.33	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	-1.136	-4.248	-0.751	-12.64		
	Intradosso	1.136	4.248	0.000	77.36		



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 52 31

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 6.90 [m])

$M_{xx}$  -2.77 [KNm/m]  $M_{11}$  -2.45 [KNm/m]

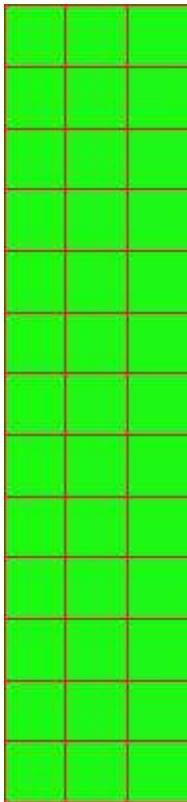
$M_y$  -10.36 [KNm/m]  $M_{22}$  -10.68 [KNm/m]

$M_{xy}$  -1.59 [KNm/m]  $\alpha$  -11.33 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.05	Estradosso	-1.136	-4.248	-0.751	-12.64	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	1.136	4.248	0.000	77.36	NON Fessurato	0.000

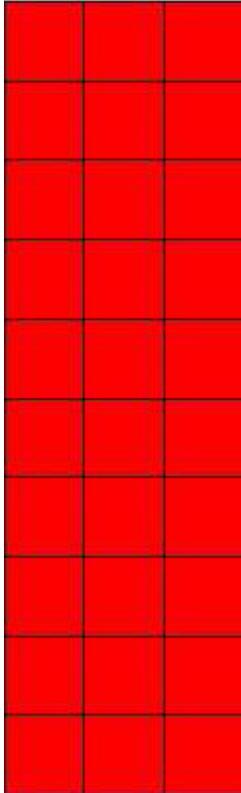
**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

#### 15.4.5 Muro d'ala valle

Mapa armature di Estradosso



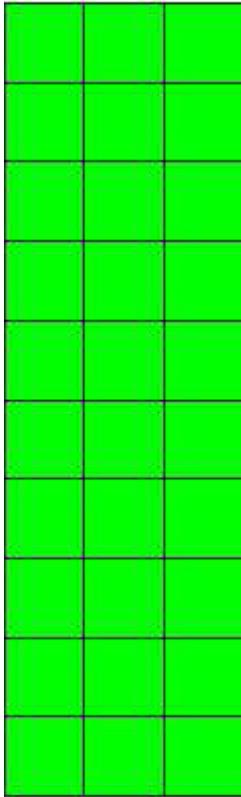
**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mapa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} \cdot (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 104 80

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 4 (1.50 5.70 [m])

$M_{xx}$  44.25 [KNm/m]  $M_{11}$  44.43 [KNm/m]

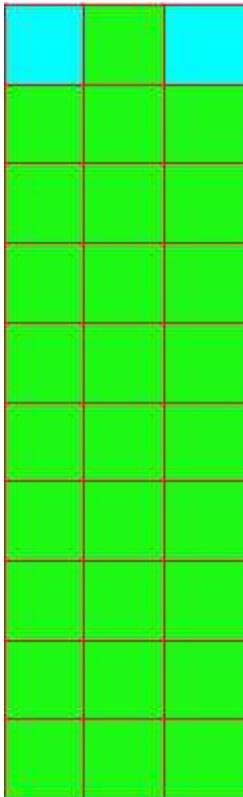
$M_y$  6.03 [KNm/m]  $M_{22}$  5.85 [KNm/m]

$M_{xy}$  2.62 [KNm/m]  $\alpha$  3.90 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.33	Estradosso	12.509	0.499	16.901	-0.021	11.42
	Intradosso	0.306	0.027	-0.040	-3.500	-81.41

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 94 72

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

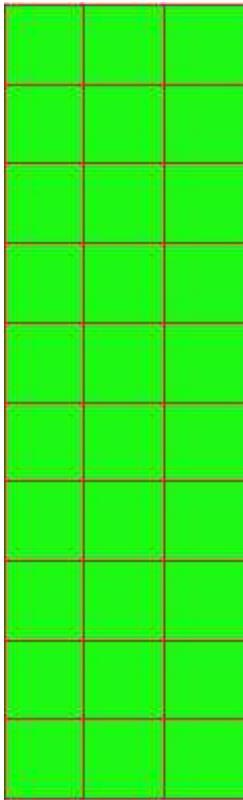
Azioni di verifica combinazione 10 (0.30 5.70 [m])

$M_{xx}$	4.92	[KNm/m]	$M_{11}$	5.04	[KNm/m]
$M_y$	1.02	[KNm/m]	$M_{22}$	0.90	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.69	[KNm/m]	$\alpha$	-9.73	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	2.017	0.419	0.000	-10.89		
	Intradosso	-2.017	-0.419	-0.347	79.11		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 94 72

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (0.30 5.70 [m])

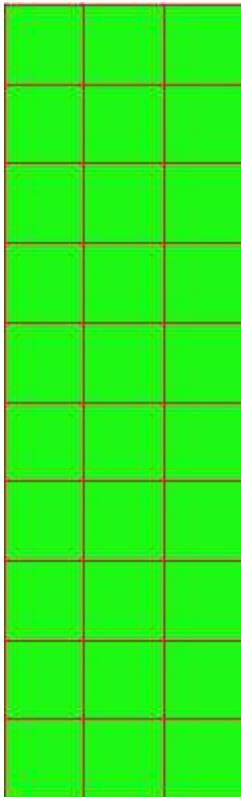
$M_{xx}$  4.92 [KNm/m]  $M_{11}$  5.04 [KNm/m]

$M_y$  1.02 [KNm/m]  $M_{22}$  0.90 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.69 [KNm/m]  $\alpha$  -9.73 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	2.017	0.419	0.000	-10.89		
	Intradosso	-2.017	-0.419	-0.347	79.11		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 94 72

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (0.30 5.70 [m])

$M_{xx}$  4.92 [KNm/m]  $M_{11}$  5.04 [KNm/m]

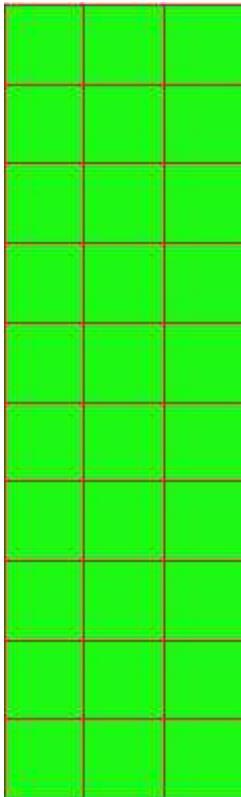
$M_y$  1.02 [KNm/m]  $M_{22}$  0.90 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.69 [KNm/m]  $\alpha$  -9.73 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	2.017	0.419	0.000	-10.89	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-2.017	-0.419	-0.347	79.11	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 %   70 %   100 %   110 %

## 16 ANALISI E VERIFICHE POZZETTO DI MONTE 3

### 16.1 PREMESSA

Nel presente capitolo si riportano le analisi e le verifiche strutturali effettuate nel pozzetto posto "lato monte" dell'attraversamento idraulico posto al km 0+677 lotto 1°. Il manufatto in progetto è costituito da dei setti in cemento armato gettato in opera di spessore 30cm. Le analisi e le verifiche sono state effettuate considerando il manufatto con la sua reale dimensione. Normativa di riferimento, caratteristiche dei materiali, criteri di progettazione e di calcolo, carichi e materiali sono i medesimi utilizzati per la verifica del tombino al netto delle modifiche geometriche e si omettono per brevità.

Di seguito si riporta la sezione trasversale studiata.

#### Geometria sezione trasversale

Altezza esterna	2,10 [m]
Larghezza esterna	3,60 [m]
Lunghezza mensola fondazione sinistra	0,00 [m]
Lunghezza mensola di fondazione destra	0,00 [m]
Spessore muri d'ala	0,30[m]
Spessore fondazione	0,30 [m]

### 16.2 CARATTERISTICHE TERRENI

Di seguito si riportano i parametri geotecnici utilizzati per le analisi.

- STRATO DI RINFIANCO

Descrizione	Rilevato	
Spessore dello strato	2,10	[m]
Peso di volume	20,00	[kN/m3]
Angolo di attrito	35,00	[°]
Coesione	0,00	[MPa]

- STRATO DI FONDAZIONE

Descrizione	Formazione	Mc	
Spessore dello strato	10,00		[m]
Peso di volume	24,50		[kN/m3]
Angolo di attrito	27,00		[°]
Coesione	0,215		[MPa]

### 16.3 RISULTATI DELL'ANALISI

Dati di input modellazione

Lista materiali introdotti:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Materiale Numero	Info	Tipo	E [MPa]	$\nu$	$\alpha$ 1/[1/°C]	Peso Specifico [KN/m <sup>3</sup> ]
1	Calcestruzzo	Calcestruzzo	30000.000	0.12	0.000012	25.00

Lista terreni impiegati:

Numero	k Winkler [kg/cm <sup>3</sup> ]	E [MPa]	$\nu$	$\sigma_{Max}$ [MPa]	Commento
1	5.0	0.100	0.10	0.100	Default

Elemento a 4 nodi Lista sezioni introdotte:

Sez.	Mat.	Spessore [cm]	
1	1	s= 30 [cm]	Mesh isotropa PIEDRITTISigmaZ=0
2	1	s= 30 [cm]	Mesh platea SOLETTASigmaZ=0 Terreno numero 1 Default

Normativa di riferimento Analisi condotta agli Stati Limite in accordo con il Testo Unico 2008

Tipo di analisi Statica + Dinamica senza condensazione

Numero di condizioni di carico ... : 10

Numero di combinazioni di carico . : 20

**Condizione**

1	G1k_Strutturale
2	G2.2k_Spinta a riposo
3	E_Spinta sismica+X SLV
4	E_Spinta sismica-X SLV
5	E_Spinta sismica+Y SLV
6	E_Spinta sismica-Y SLV
7	E_Spinta sismica+X SLO
8	E_Spinta sismica-X SLO
9	E_Spinta sismica+Y SLO
10	E_Spinta sismica-Y SLO
11	Sisma 0SLV
12	Sisma 90SLV
13	Sisma 180SLV

**RELAZIONE DI CALCOLO**

**Condizione**

14	Sisma 270SLV
15	Sisma 0SLO
16	Sisma 90SLO
17	Sisma 180SLO
18	Sisma 270SLO

Combinazioni di carico:

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

**Combinazione di carico numero**

1	SLU
---	-----

Comb.\Cond	1	2
1	1.3	1.3

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

**Combinazione di carico numero**

2	Sisma 0 / 90
3	Sisma 0 / 270
4	Sisma 90 / 0
5	Sisma 90 / 180
6	Sisma 180 / 90
7	Sisma 180 / 270
8	Sisma 270 / 0
9	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	3	4	5	6	11	12	13	14
2	1	1	1		0.3		1	0.3		
3	1	1	1			0.3	1			0.3
4	1	1	0.3		1		0.3	1		
5	1	1		0.3	1			1	0.3	
6	1	1		1	0.3			0.3	1	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

7	1	1		1	0.3		1	0.3
8	1	1	0.3		1	0.3		1
9	1	1		0.3	1		0.3	1

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

10 RARA

**Comb.\Cond 1 2**

10 1 1

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

11 REQUENTE

**Comb.\Cond 1 2**

11 1 1

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

**Combinazione di carico numero**

12 QUASI PERMANENTE

**Comb.\Cond 1 2**

12 1 1

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

**Combinazione di carico numero**

13 Sisma 0 / 90

14 Sisma 0 / 270

15 Sisma 90 / 0

16 Sisma 90 / 180

17 Sisma 180 / 90

**Combinazione di carico numero**

18	Sisma 180 / 270
19	Sisma 270 / 0
20	Sisma 270 / 180

Comb.\Cond	1	2	7	8	9	10	15	16	17	18
13	1	1	1		0.3		1	0.3		
14	1	1	1			0.3	1			0.3
15	1	1	0.3		1		0.3	1		
16	1	1		0.3	1			1	0.3	
17	1	1		1	0.3			0.3	1	
18	1	1		1		0.3			1	0.3
19	1	1	0.3			1	0.3			1
20	1	1		0.3		1			0.3	1

Parametri di calcolo Analisi Dinamica

Spettro in accordo con TU 2008

- Tombino km 0+677 lotto1 Longitudine 14.6511 Latitudine 36.9454
- Tipo di Terreno A
- Coefficiente di amplificazione topografica ( $S_T$ ) 1.0000
- Vita nominale della costruzione ( $V_N$ ) 50.0 anni
- Classe d'uso II coefficiente  $C_U$  2.0
- Classe di duttilità impostata Non Dissipativa
- Fattore di struttura massimo, C, per sisma orizzontale 1.00 ( $q_0 = C \alpha_u / \alpha_1$ )
- Fattore di duttilità  $\alpha_u / \alpha_1$  per sisma orizzontale 1.00
- Fattore riduttivo regolarità in altezza  $K_R$  1.00
- Fattore riduttivo per la presenza di setti  $K_W$  1.00
- Fattore di struttura q per sisma orizzontale 1.00
- Fattore di struttura q per sisma verticale 1.00

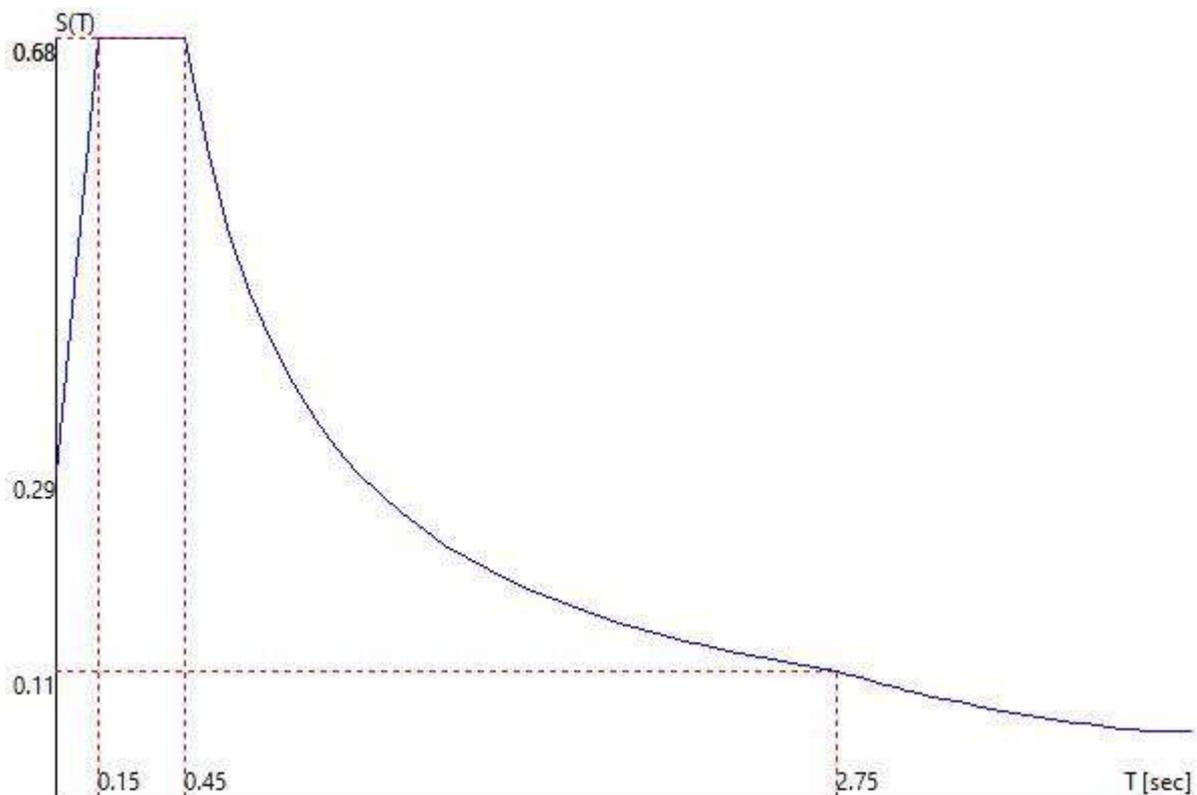
**RELAZIONE DI CALCOLO**

- Smorzamento Viscoso ( 0.05 = 5% ) 0.05

TU 2008 SLV H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 10.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 949 (anni)
- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.1514980 [sec]
- $T_C$  0.4544941 [sec]
- $T_D$  2.7512379 [sec]
- $a_g/g$  0.2878
- $F_o$  2.3614
- $T_C^*$  0.4545

TU 2008 SLV H



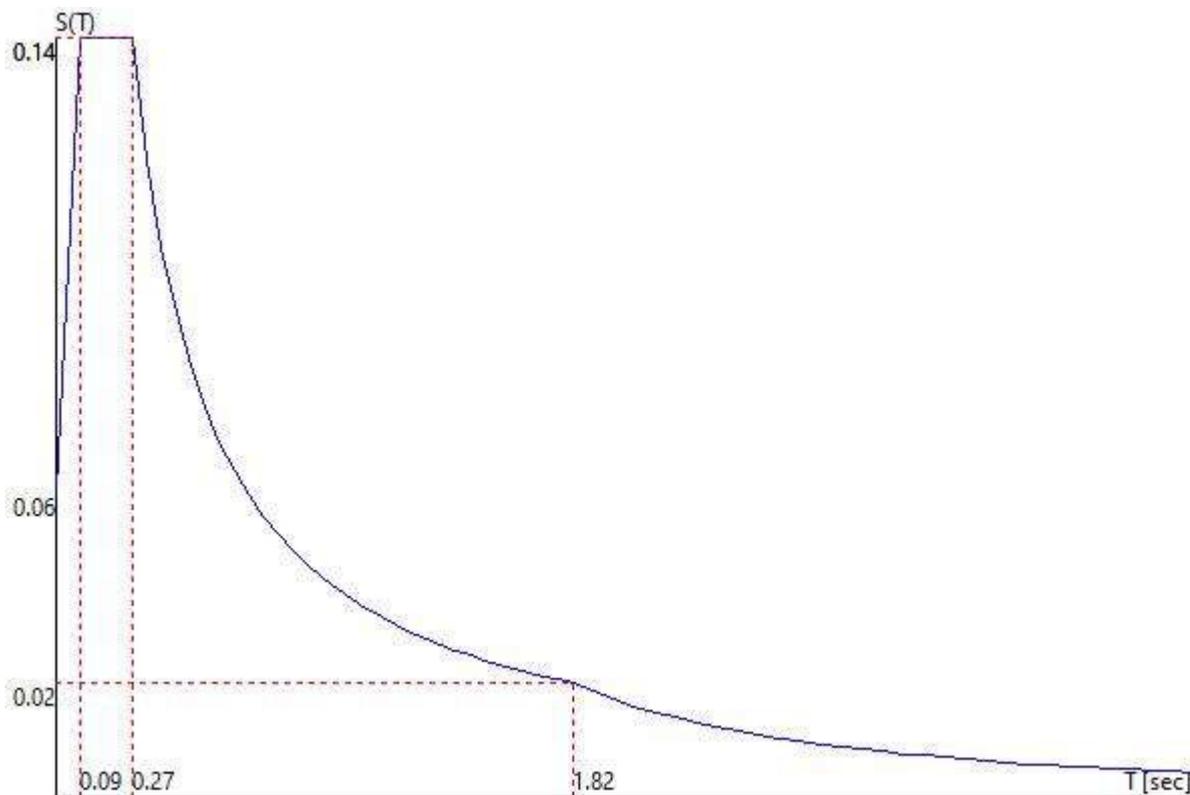
TU 2008 SLO H

- Probabilità di superamento ( $P_{VR}$ ) 81.0 e periodo di ritorno ( $T_R$ ) 60 (anni)

**RELAZIONE DI CALCOLO**

- $S_s$  1.000
- $T_B$  0.0900035 [sec]
- $T_C$  0.2700105 [sec]
- $T_D$  1.8201185 [sec]
- $a_g/g$  0.0550
- $F_o$  2.5106
- $T_C^*$  0.2700

TU 2008 SLO H



Fattori di partecipazione per il calcolo delle masse:

Condizione	Commento	Fattore di Partecipazione
1	G1k_Strutturale	1.000000
2	G2.2k_Spinta a riposo	0.000000
3	E_Spinta sismica+X SLV	0.000000
4	E_Spinta sismica-X SLV	0.000000

**RELAZIONE DI CALCOLO**

5	E_Spinta sismica+Y SLV	0.000000
6	E_Spinta sismica-Y SLV	0.000000
7	E_Spinta sismica+X SLO	0.000000
8	E_Spinta sismica-X SLO	0.000000
9	E_Spinta sismica+Y SLO	0.000000
10	E_Spinta sismica-Y SLO	0.000000

Direzioni d'ingresso del Sisma

- SLV Direzione 1 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLV Direzione 2 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLV Direzione 3 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLV Direzione 4 Angolo in pianta 270.00 [°]
- SLO Direzione 5 Angolo in pianta 0.00 [°]
- SLO Direzione 6 Angolo in pianta 90.00 [°]
- SLO Direzione 7 Angolo in pianta 180.00 [°]
- SLO Direzione 8 Angolo in pianta 270.00 [°]

Analisi Modale via Vettori di Ritz

Percentuale della massa di piano utilizzata per la valutazione delle azioni dovute ad eccentricità  
addizionali del centro di massa **100.0%**

Calcolo svolto **NON** tenendo conto delle capacità taglianti/flessionali ridotte delle sezioni.

**Carichi applicati agli elementi**

I carichi applicati vengono raccolti nella tabella riportata alla fine del paragrafo e si intendono applicati  
nel sistema di riferimento locale dell'elemento.

Per la lettura della tabella si definiscono:

NodoI, NodoJ

I nodi iniziale/finale dell'asta o lato dell'elemento cui afferisce il carico

L

La distanza fra i suddetti nodi.

qxi, ..., qzj

Le componenti di un carico distribuito costante o variabile linearmente iniziali (indice i) e finale (indice  
j).

RELAZIONE DI CALCOLO

$x_i, x_j$

Le distanze, misurate a partire dal Nodol, dei punti di applicazione dei carichi  $q_{xi}..q_{zj}$  relativi a carichi distribuiti applicati su porzioni di un'asta.

$P_x, \dots, P_z$  xApp

Le componenti di un Carico Concentrato applicato a distanza xApp dal Nodol.

$M_x, \dots, M_z$  xApp

Le componenti di una Coppia Concentrata applicata a distanza xApp dal Nodol.

Var Termica Assiale, ..., Var Termica Farfalla 13

Le variazioni termiche (Assiali ed a Farfalla) misurate in gradi Celsius.

$m_{xi}, \dots, m_{zj}$

Le componenti di coppie distribuite costanti o variabili linearmente iniziali (indice i) e finale (indice j).

$q_{S_x}, q_{S_y}, q_{S_z}$

carichi, per unità di superficie, applicati su elementi superficiali o facce di elementi solidi

Peso Proprio

Il valore del carico derivante dal peso proprio dell'elemento

Carichi distribuiti

Elemento	Condizione di carico	Nodi	L [m]	$x_i$ [m]	$q_{xi}$ [KN/m]	$q_{yi}$ [KN/m]	$q_{zi}$ [KN/m]	$x_j$ [m]	$q_{xj}$ [KN/m]	$q_{yj}$ [KN/m]	$q_{zj}$ [KN/m]	$q_{S_x}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$q_{S_y}$ [KN/m <sup>2</sup> ]	$q_{S_z}$ [KN/m <sup>2</sup> ]
181 186	1											0.00	0.00	7.50
180 185	1											0.00	0.00	7.50
179 184	1											0.00	0.00	7.50
185 190	1											0.00	0.00	7.50
184 189	1											0.00	0.00	7.50
183 188	1											0.00	0.00	7.50
190 358	1											0.00	0.00	7.50
189 390	1											0.00	0.00	7.50
188 389	1											0.00	0.00	7.50
187 388	1											0.00	0.00	7.50
424 387	1											0.00	0.00	7.50
186 454	1											0.00	0.00	7.50
423 187	1											0.00	0.00	7.50
182 453	1											0.00	0.00	7.50
422 183	1											0.00	0.00	7.50
338 452	1											0.00	0.00	7.50
337 182	1											0.00	0.00	7.50
336 181	1											0.00	0.00	7.50
335 180	1											0.00	0.00	7.50
314 179	1											0.00	0.00	7.50
311 310	1											0.00	7.50	0.00
	2											0.00	0.00	5.00
	5											0.00	0.00	31.00
	9											0.00	0.00	6.00
314 339	1											0.00	7.50	0.00
	2											0.00	0.00	20.00
	5											0.00	0.00	31.00
	9											0.00	0.00	6.00
335 340	1											0.00	7.50	0.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	2	0.00	0.00	20.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
336 341	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
337 342	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
338 304	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
313 343	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
342 305	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
312 347	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
346 306	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
350 236	1	0.00	7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	5	0.00	0.00	31.00
	9	0.00	0.00	6.00
373 383	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
372 387	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
418 372	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
421 371	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
354 355	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

374 379	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
378 356	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
382 357	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
234 375	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
383 388	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
384 389	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
385 390	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
386 358	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	20.00
	6	0.00	0.00	31.00
	10	0.00	0.00	6.00
232 413	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
407 414	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
408 415	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
409 374	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	5.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
311 416	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	3	0.00	0.00	17.00
	7	0.00	0.00	3.00
413 417	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	10.00
	3	0.00	0.00	17.00

MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	7		0.00	0.00	3.00
414 418	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
415 373	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
312 419	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
416 420	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
417 421	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	10.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
313 422	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
419 423	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
420 424	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	20.00
	3		0.00	0.00	17.00
	7		0.00	0.00	3.00
236 443	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	4		0.00	0.00	-31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
437 444	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	-31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
438 445	1		0.00	-7.50	0.00
	4		0.00	0.00	-31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
439 355	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-5.00
	4		0.00	0.00	-31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
306 446	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	4		0.00	0.00	-31.00
	8		0.00	0.00	-6.00
445 356	1		0.00	-7.50	0.00
	2		0.00	0.00	-10.00
	4		0.00	0.00	-31.00
	8		0.00	0.00	-6.00

**RELAZIONE DI CALCOLO**

305 449	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-10.00
	4	0.00	0.00	-31.00
	8	0.00	0.00	-6.00
448 357	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-10.00
	4	0.00	0.00	-31.00
	8	0.00	0.00	-6.00
304 452	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-20.00
	4	0.00	0.00	-31.00
	8	0.00	0.00	-6.00
449 453	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-20.00
	4	0.00	0.00	-31.00
	8	0.00	0.00	-6.00
450 454	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-20.00
	4	0.00	0.00	-31.00
	8	0.00	0.00	-6.00
451 358	1	0.00	-7.50	0.00
	2	0.00	0.00	-20.00
	4	0.00	0.00	-31.00
	8	0.00	0.00	-6.00

**16.3.1 Rappresentazione grafica modello**

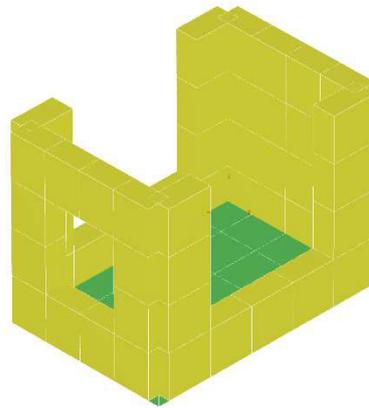


Figura 16-1"Rappresentazione grafica del modello di calcolo"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

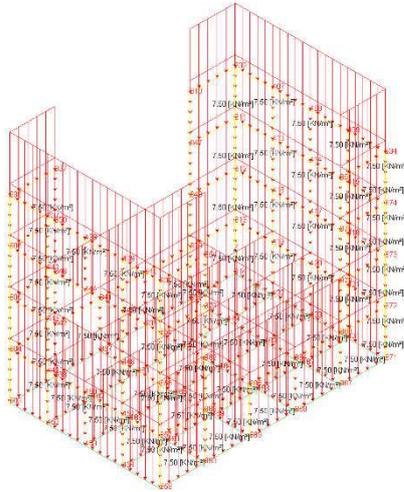


Figura 16-2 "Condizione Gk1"

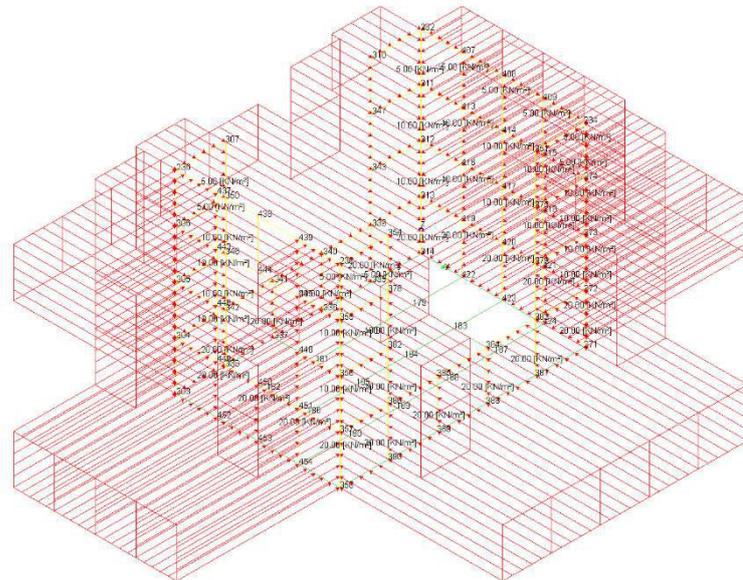


Figura 16-3 "Condizione Gk2.1"

**16.3.2 Risultati sollecitazione**

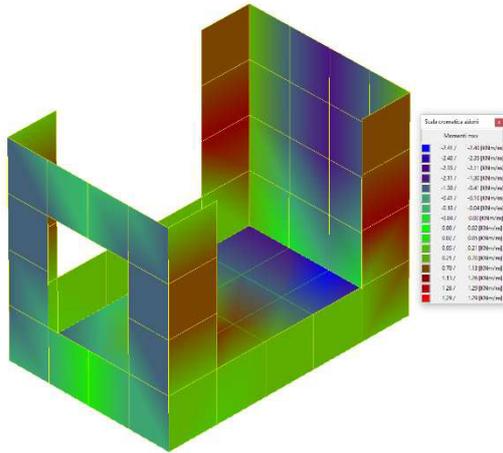


Figura 16-4 "Inviluppo momenti flettenti mxx"

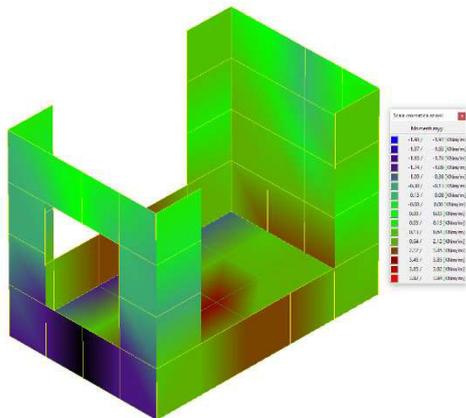


Figura 16-5 "Inviluppo momento flettenti myy"

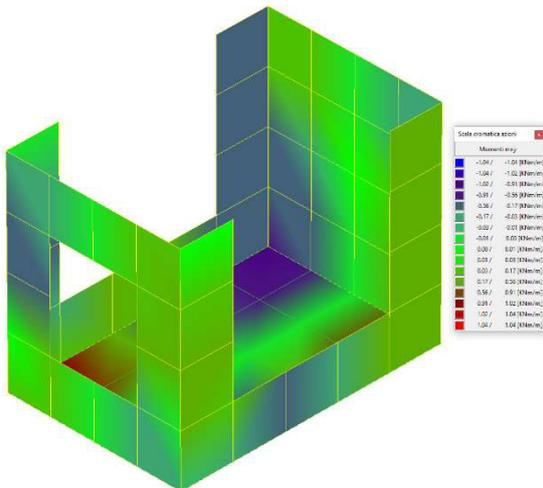


Figura 16-6 "Inviluppo momenti flettenti mxy"

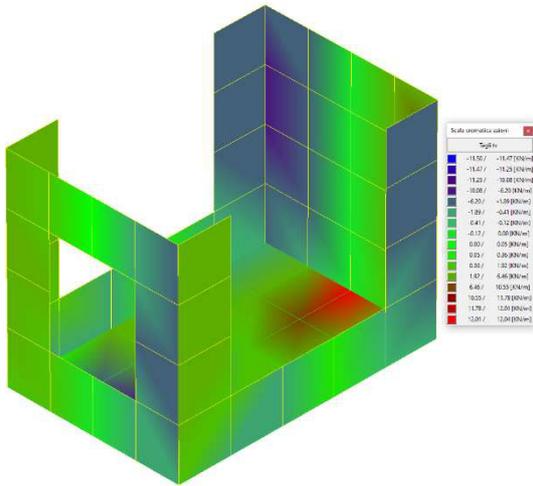


Figura 16-7 "Inviluppo tagli vx"

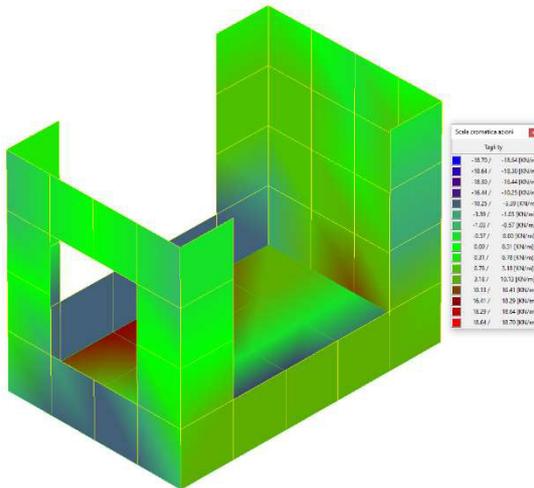


Figura 16-8 "Inviluppo tagli vy"

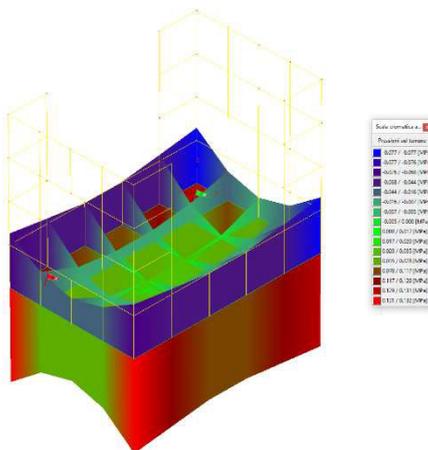


Figura 16-9 "Inviluppo pressioni terreno"

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	1	0.033
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	1	<b>0.039</b>

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 314 335 179 422	4	-0.077
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	8	<b>0.132</b>

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	10	0.026
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	10	<b>0.030</b>

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	11	0.026
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	11	<b>0.030</b>

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	12	0.026
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	12	<b>0.030</b>

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 314 335 179 422	15	0.004
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	19	0.052

## 16.4 VERIFICHE STRUTTURALI

Verifiche lastre/piastre

Modalità di verifica

Gli elementi lastra/piastra possono essere distinti in due categorie in funzione dello stato di sollecitazione:

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione semplice (flessione o tensionale a membrana);

elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto (flessionale e tensionale a membrana).

Le verifiche per stato di sollecitazione semplice sono svolte proiettando le armature lungo le direzioni principali e effettuando la verifica a flessione retta/membrana lungo tali direzioni.

Per gli elementi soggetti ad uno stato di sollecitazione misto, le direzioni principali variano, lungo lo sviluppo  $z$  dell'elemento, in modo continuo. Il codice di verifica procede a:

suddivisione dell'elemento in strati di 1 cm di spessore;

valutazione, per ogni strato, del corrispondente stato di deformazione e tensione membranale;

ricostruzione, per sovrapposizione dei vari strati membranali, del comportamento globale dell'elemento soggetto allo stato misto di presso-flessione.

L'Utente può definire delle sezioni trasversali, per le quali le sollecitazioni sono valutate mediando integrazione sulla lunghezza della sezione

Nella determinazione della matrice di rigidezza degli strati di cls, si assume:

Metodo T.A.: il calcestruzzo in compressione è assunto indefinitamente elastico lineare mentre, in trazione, si può assumere (opzionalmente) che sia in grado di assumere una trazione compresa fra 0 e  $f_{ct}$ , essendo  $f_{ct}$  la resistenza a trazione del calcestruzzo definita dall'EC2;

Metodo S.L.U.: il metodo impiegato è quello noto come MCFT acronimo di "Modified Compression Field Method", sviluppato presso l'Università di Toronto da Collins e Del Vecchio a partire dagli anni '80. Il metodo, nella forma implementata, assume per la curva monoassiale tensione-deformazioni del cls quanto previsto dall'EC2;

La verifica a punzonamento può essere condotta considerando o non considerando autoequilibrate le tensioni nel terreno sotto il cono di punzonamento. L'angolo di diffusione è fissato dall'utente.

I copriferri indicati sono da intendersi riferiti al centro delle barre resistenti.

Simbologia utilizzata T.A.:

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile

$\sigma_{amm,Trazione}$

Tensione ammissibile di trazione cls

$\sigma_{cls,1}$

Tensione cls direzione 1

$\sigma_{cls,2}$

Tensione cls direzione 2

$\sigma_{acciaio,1}$

Tensione acciaio direzione 1

$\sigma_{acciaio,2}$

Tensione acciaio direzione 2

$\mathbf{cf}_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$\mathbf{Af}_x$

Armatura in direzione x

$\mathbf{cf}_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$\mathbf{Af}_y$

Armatura in direzione y

$\mathbf{N}_x, \mathbf{N}_y, \mathbf{N}_{xy}, \mathbf{M}_{xx}, \mathbf{M}_{yy}, \mathbf{M}_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$\mathbf{N}_{11}, \mathbf{N}_{22}, \mathbf{M}_{11}, \mathbf{M}_{22}, \mathbf{M}_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$\mathbf{d}$

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$\tau_{b,0}$

Tensione ammissibile a taglio elementi privi di armatura a taglio

$\tau_{b,1}$

Tensione ammissibile a taglio elementi con armatura a taglio

$\mathbf{N}, \mathbf{M}_x, \mathbf{M}_y$

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

$\tau$

Tensione tangenziale massima

Simbologia utilizzata S.L.:

$f_{yd}$

Tensione di snervamento di progetto barre armatura

$\epsilon_{ud}$

Deformazione uniforme ultima

$\epsilon_{yd}$

Deformazione al limite di snervamento

$f_{ck}$

Resistenza cilindrica caratteristica

$f_{cd}$

Tensione di calcolo a compressione di base

$\epsilon_{c2}$

Deformazione limite elastico

$\epsilon_y$

Deformazione limite ultimo

$f_{ctd}$

Tensione di calcolo a trazione di progetto

$\epsilon_{ctd}$

Deformazione al limite di trazione

$E_{cm}$

Modulo elastico

$cf_{x,Eq}$

Copriferro in direzione x

$Af_x$

Armatura in direzione x

$cf_{y,Eq}$

Copriferro in direzione y

$Af_y$

Armatura in direzione y

$N_x, N_y, N_{xy}, M_{xx}, M_{yy}, M_{xy}$

Componenti di sollecitazione esterna

$N_{11}, N_{22}, M_{11}, M_{22}, M_{12}$

Componenti di sollecitazione principali

$\alpha$

Angolo direzioni principali

$Cr$

Coefficiente rottura  $S_D/S_R$

$\epsilon_x$

Deformazione acciaio direzione x

$\epsilon_y$

Deformazione acciaio direzione y

$\epsilon_{min}$

Deformazione minima cls

$\epsilon_{max}$

Deformazione massima cls

$\theta_{max}$

Angolo direzioni principali di deformazione

$\sigma_{amm}$

Tensione ammissibile S.L.E. di riferimento

$\sigma_x$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione x

$\sigma_y$

Tensione nelle barre nello S.L.E. di riferimento in direzione y

$\sigma_{c,Max}$

Tensione massima nel cls nello S.L.E. di riferimento

$d$

Distanza a cui è calcolato il perimetro critico

$C_{Rd,c}$

Coefficiente taglio resistente elementi privi di armatura a taglio

$V_{Ed}, M_{xEd}, M_{yEd}$

Sollecitazione esterna verifica a punzonamento

$B_x, B_y$

Dimensioni perimetro critico

$\beta$

Angolo diffusione tensioni

$v_{Ed}$

Tensione tangenziale sull'area critica

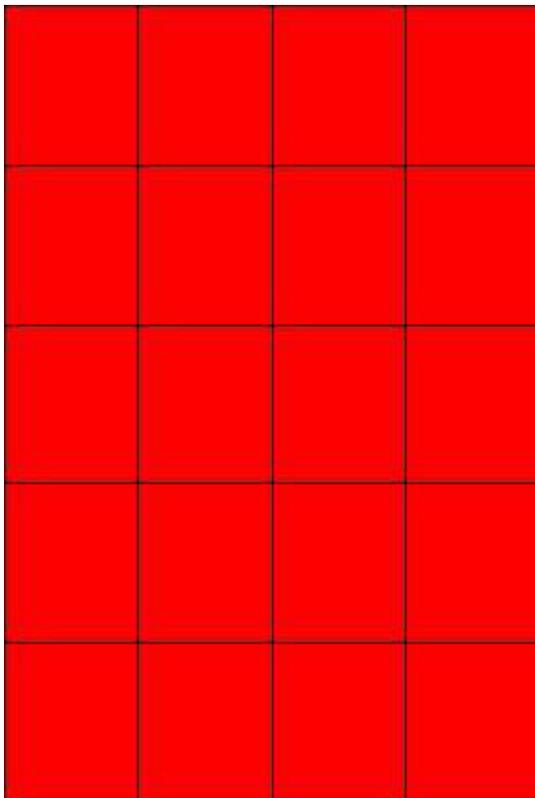
$\rho$

Rapporto meccanico di armatura

$V_{Rd,c}$

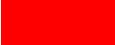
Taglio resistente elementi privi di armatura

Mapa armature di Estradosso

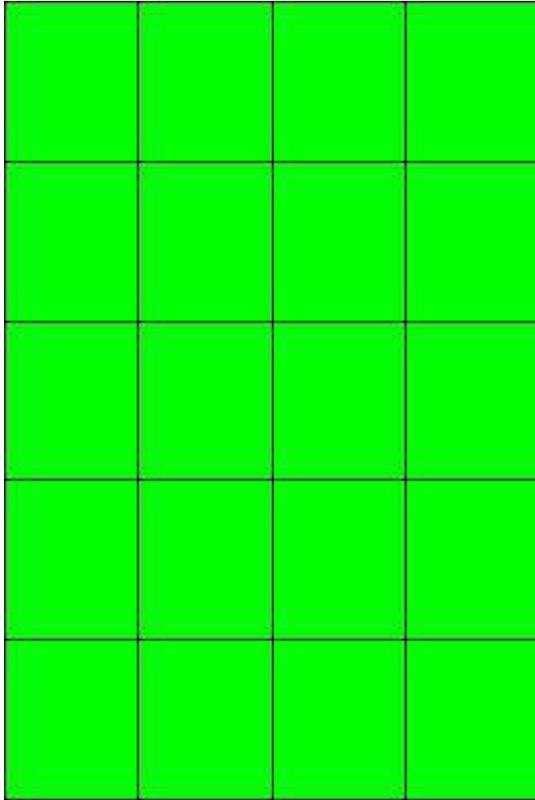


**Colore**

**Armature**

 top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c,d,soft} = f_{c,d} \cdot 0.9 / \sqrt{1 + 400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c,d,biaxial} = f_{c,d} \cdot (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 188 389

Proprietà dei materiali

RELAZIONE DI CALCOLO

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

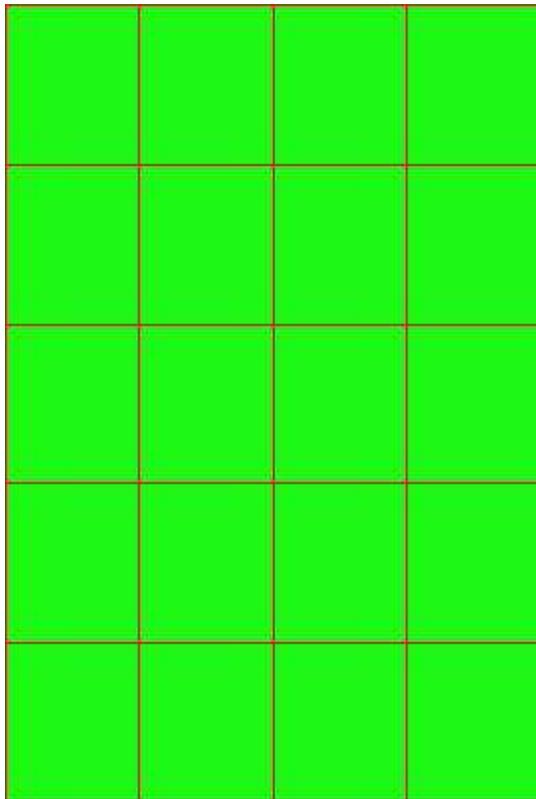
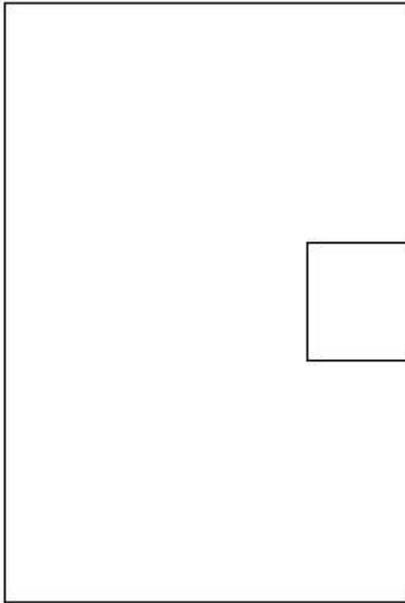
Azioni di verifica combinazione 8 (1.75 1.50 [m])

$M_{xx}$	-8.85	[KNm/m]	$M_{11}$	-3.54	[KNm/m]
$M_y$	-3.56	[KNm/m]	$M_{22}$	-8.87	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.36	[KNm/m]	$\alpha$	3.89	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.07	Estradosso	0.425	-0.018	-0.153	-3.500	-79.22
	Intradosso	12.890	0.805	17.698	0.057	13.78

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 184 189

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.25 1.50 [m])

$M_{xx}$  3.03 [KNm/m]  $M_{11}$  0.89 [KNm/m]

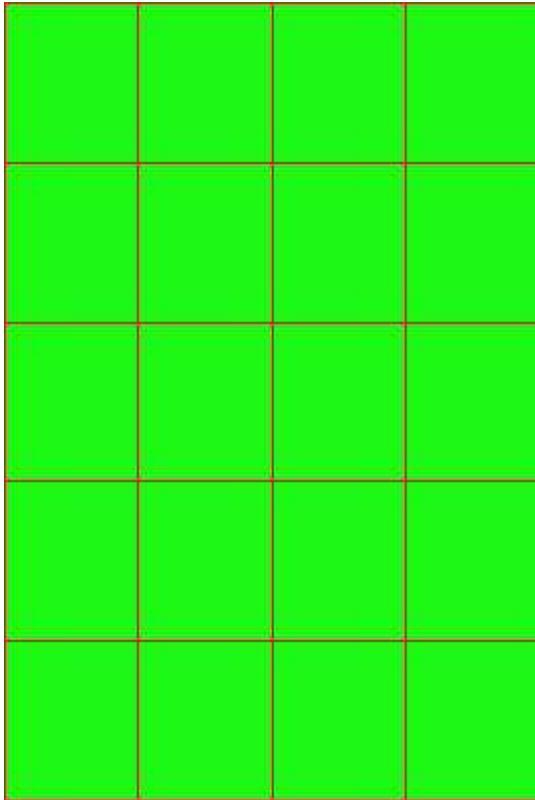
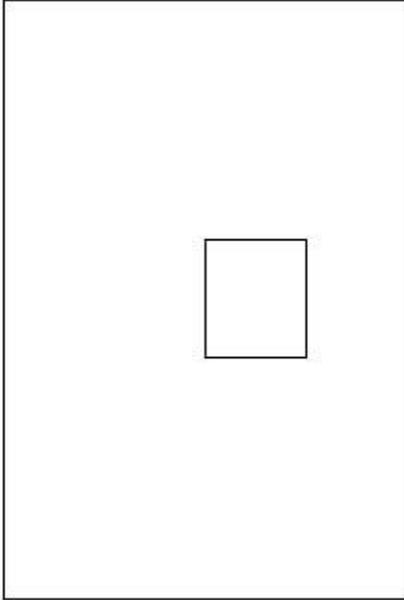
$M_y$  0.89 [KNm/m]  $M_{22}$  3.03 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.01 [KNm/m]  $\alpha$  0.37 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	1.242	0.364	0.000	0.42		
	Intradosso	-1.242	-0.364	-0.218	-89.58		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 184 189

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.25 1.50 [m])

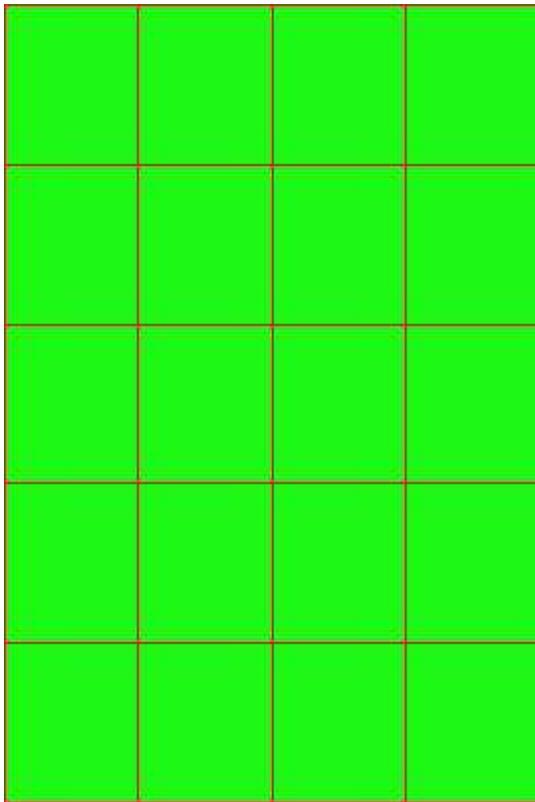
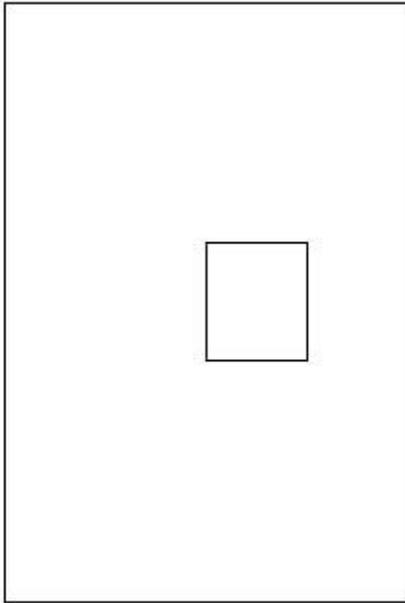
$M_{xx}$  3.03 [KNm/m]  $M_{11}$  0.89 [KNm/m]

$M_y$  0.89 [KNm/m]  $M_{22}$  3.03 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.01 [KNm/m]  $\alpha$  0.37 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	1.242	0.364	0.000	0.42		
	Intradosso	-1.242	-0.364	-0.218	-89.58		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 184 189

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 2 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (1.25 1.50 [m])

$M_{xx}$  3.03 [KNm/m]  $M_{11}$  0.89 [KNm/m]

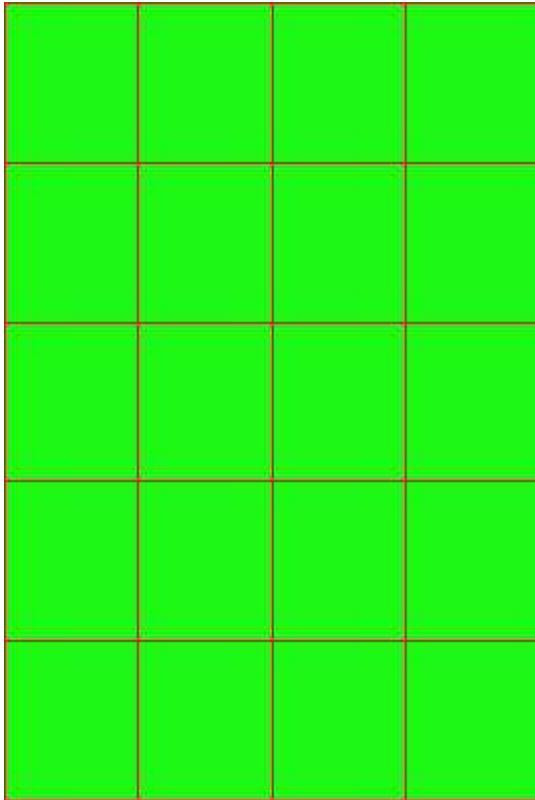
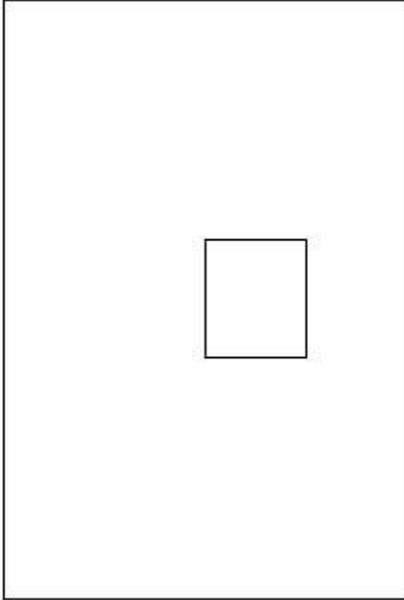
$M_y$  0.89 [KNm/m]  $M_{22}$  3.03 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.01 [KNm/m]  $\alpha$  0.37 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.02	Estradosso	1.242	0.364	0.000	0.42	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-1.242	-0.364	-0.218	-89.58	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Computo reti di armatura

Computo armature estradosso

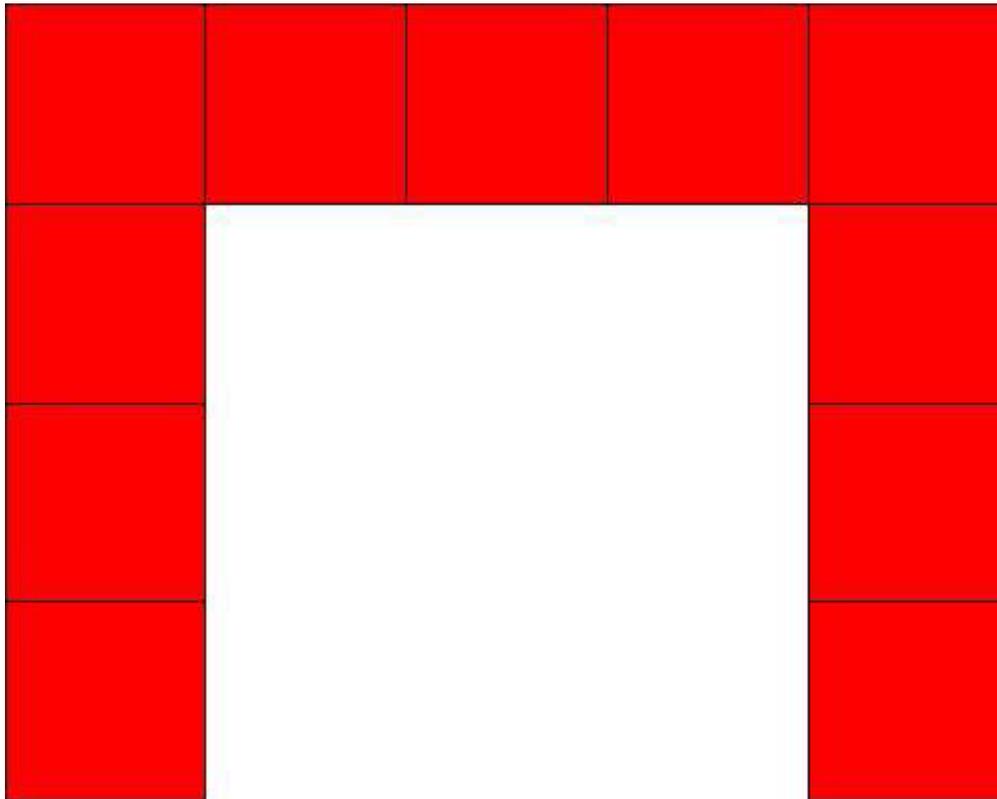
Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
top $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	6.0	1.48
<b>Totali</b>	<b>6.0</b>	<b>1.48</b>

Computo armature intradosso

Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
bottom $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	6.0	1.48
<b>Totali</b>	<b>6.0</b>	<b>1.48</b>

**16.5 MURO D'ALA DESTRA**

Mappa armature di Estradosso



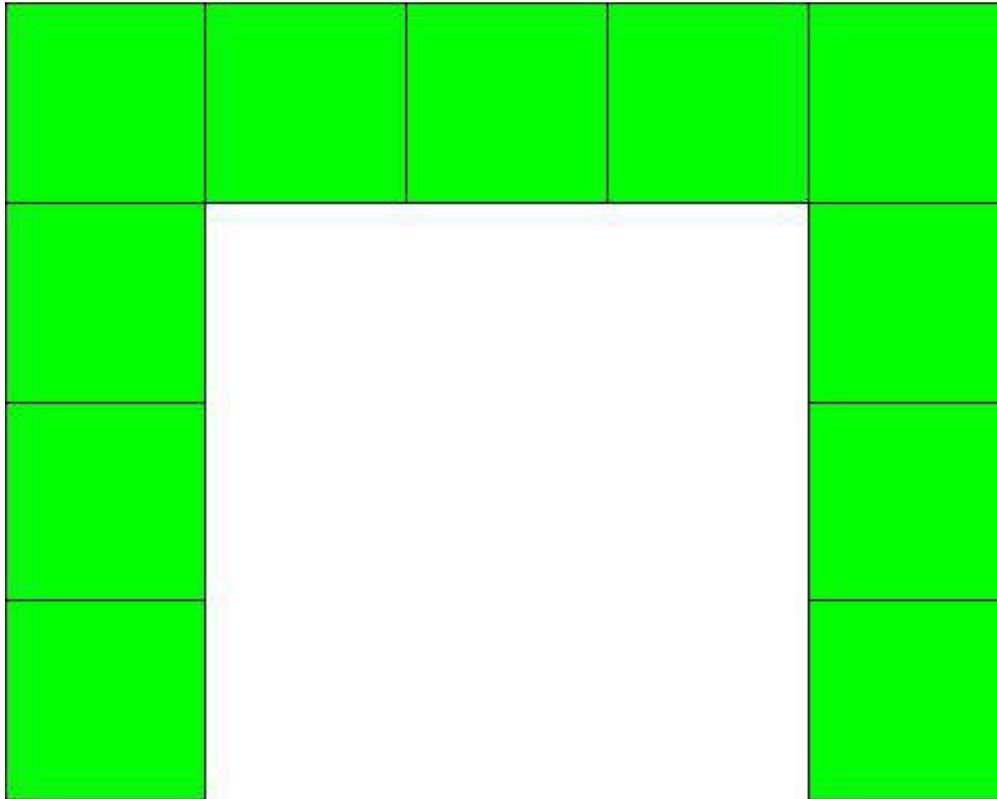
**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 382 357

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

**RELAZIONE DI CALCOLO**

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 8 (0.30 1.50 [m])

$M_{xx}$  -0.67 [KNm/m]  $M_{11}$  4.31 [KNm/m]

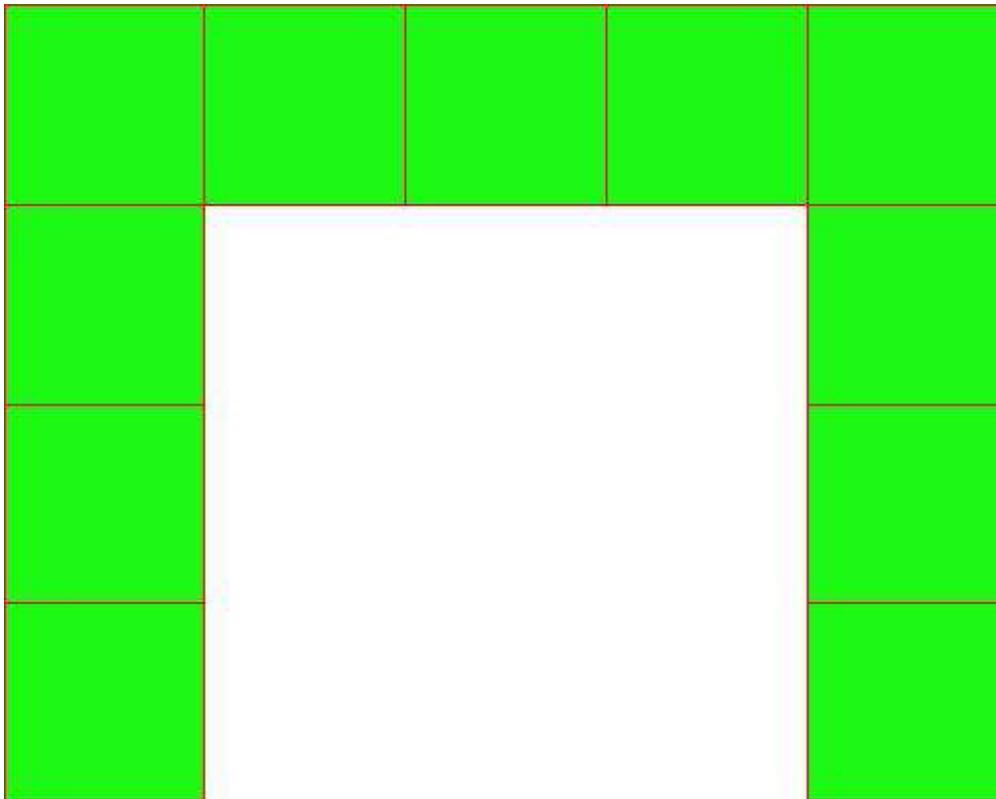
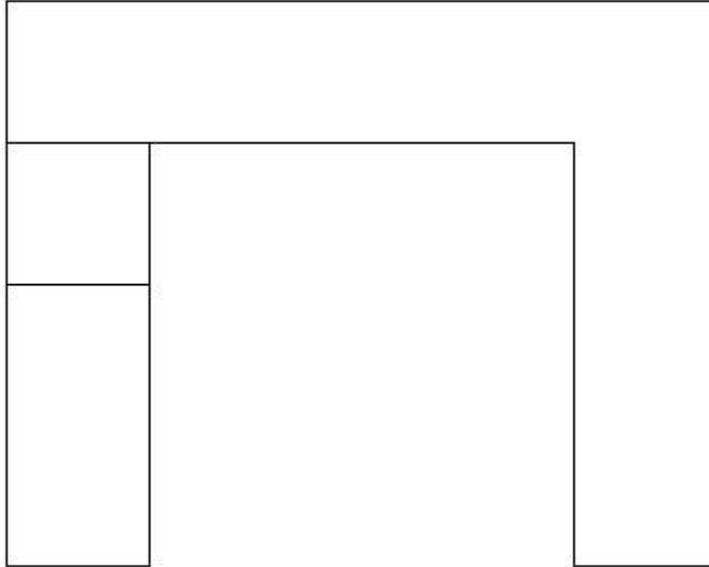
$M_y$  -0.46 [KNm/m]  $M_{22}$  -3.18 [KNm/m]

$M_{xy}$  3.74 [KNm/m]  $\alpha$  44.21 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.05	Estradosso	0.946	0.994	5.141	-3.500	45.26
	Intradosso	1.483	1.434	6.020	-2.804	-44.75

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 384 389

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.50 2.10 [m])

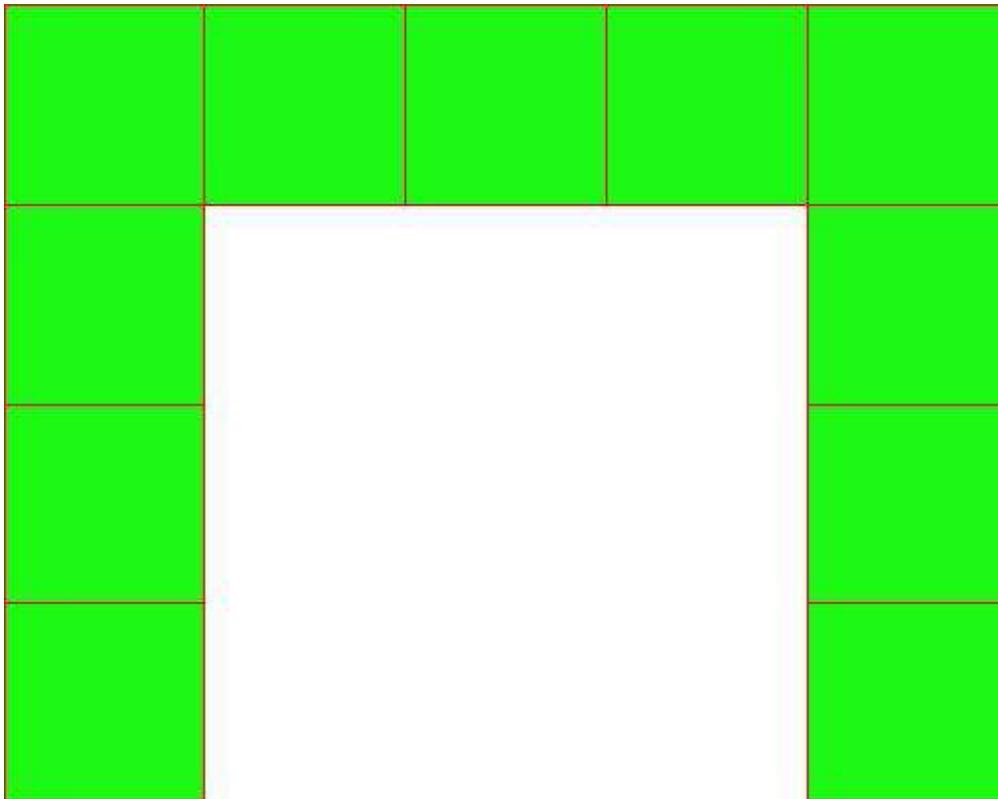
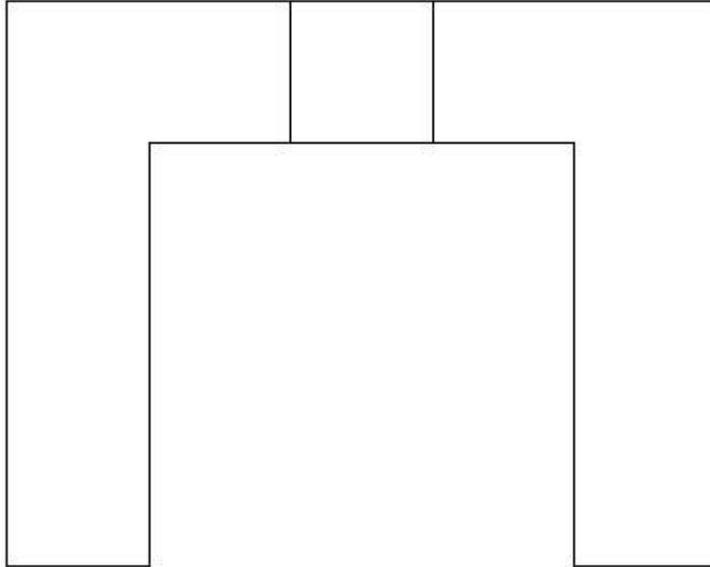
$M_{xx}$  -0.39 [KNm/m]  $M_{11}$  0.37 [KNm/m]

$M_y$  -2.20 [KNm/m]  $M_{22}$  2.21 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.15 [KNm/m]  $\alpha$  4.71 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-0.159	-0.902	-0.152	-5.32		
	Intradosso	0.159	0.902	0.000	84.68		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti *Flessione* elemento nodi 384 389

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.50 2.10 [m])

$M_{xx}$  -0.39 [KNm/m]  $M_{11}$  0.37 [KNm/m]

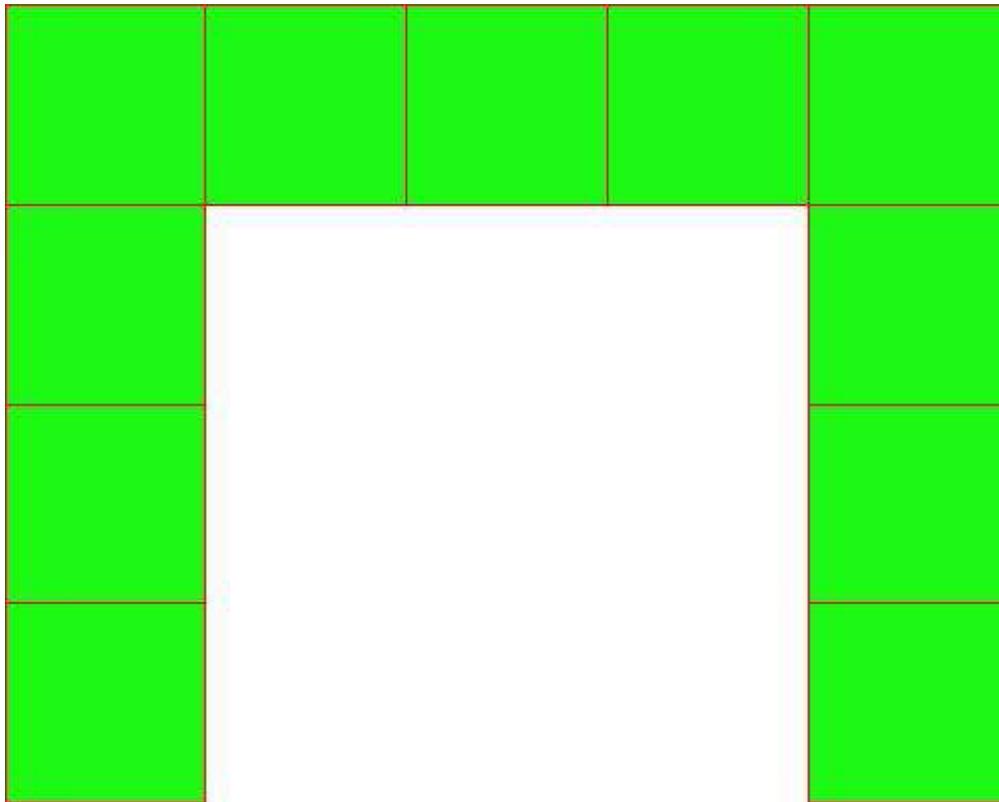
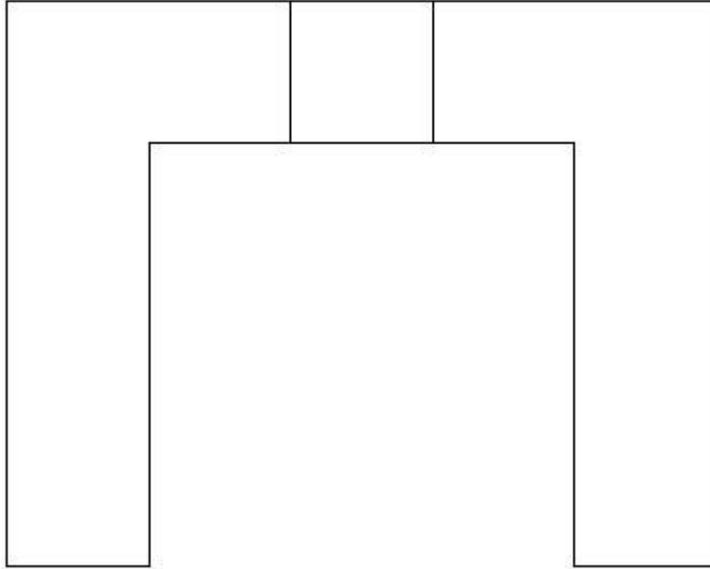
$M_y$  -2.20 [KNm/m]  $M_{22}$  2.21 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.15 [KNm/m]  $\alpha$  4.71 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.00	Estradosso	-0.159	-0.902	-0.152	-5.32		
	Intradosso	0.159	0.902	0.000	84.68		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 384 389

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (1.50 2.10 [m])

$M_{xx}$  -0.39 [KNm/m]  $M_{11}$  0.37 [KNm/m]

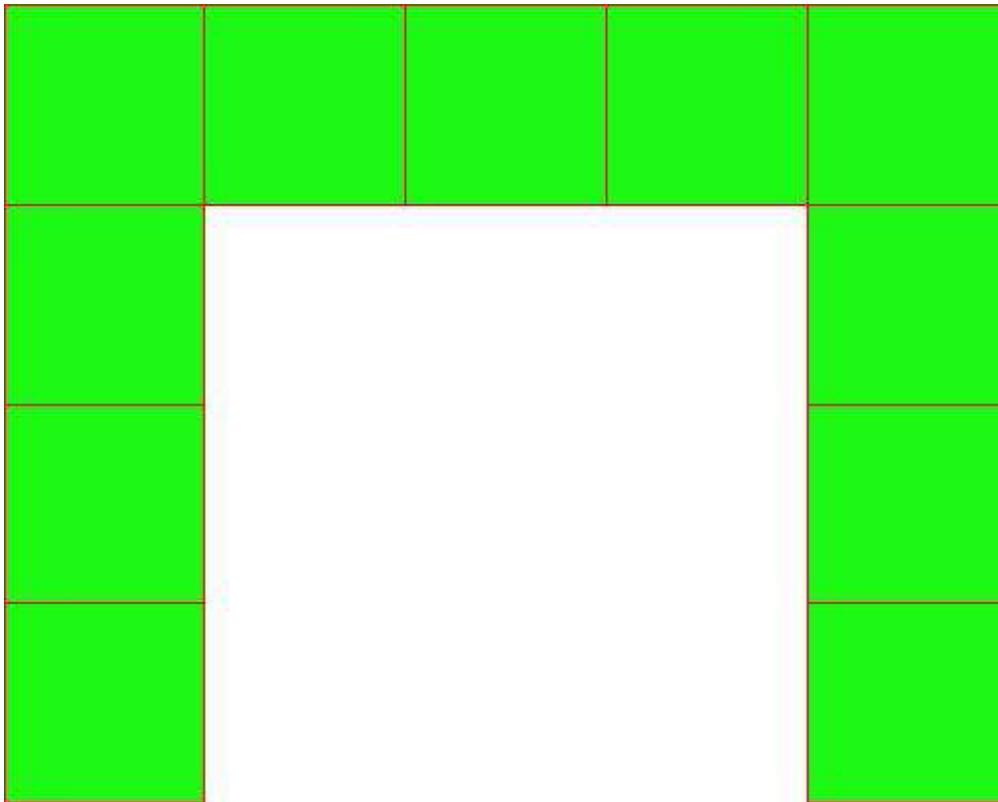
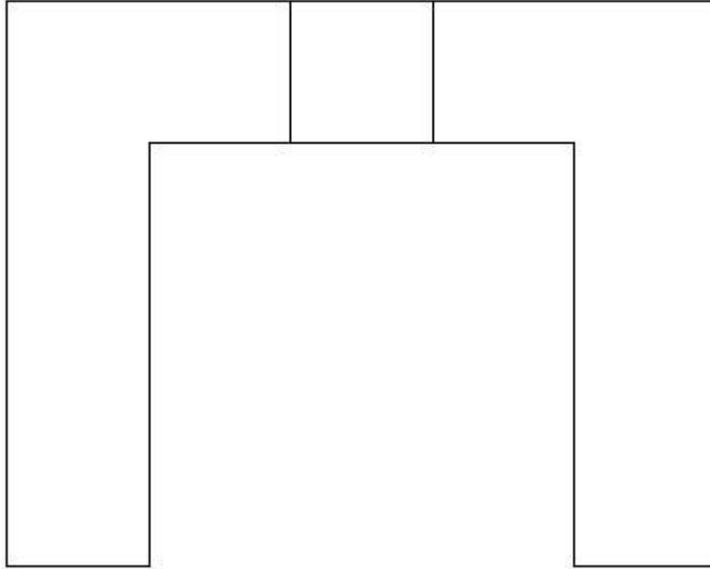
$M_y$  -2.20 [KNm/m]  $M_{22}$  2.21 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.15 [KNm/m]  $\alpha$  4.71 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-0.159	-0.902	-0.152	-5.32	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	0.159	0.902	0.000	84.68	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Computo reti di armatura

Computo armature estradosso

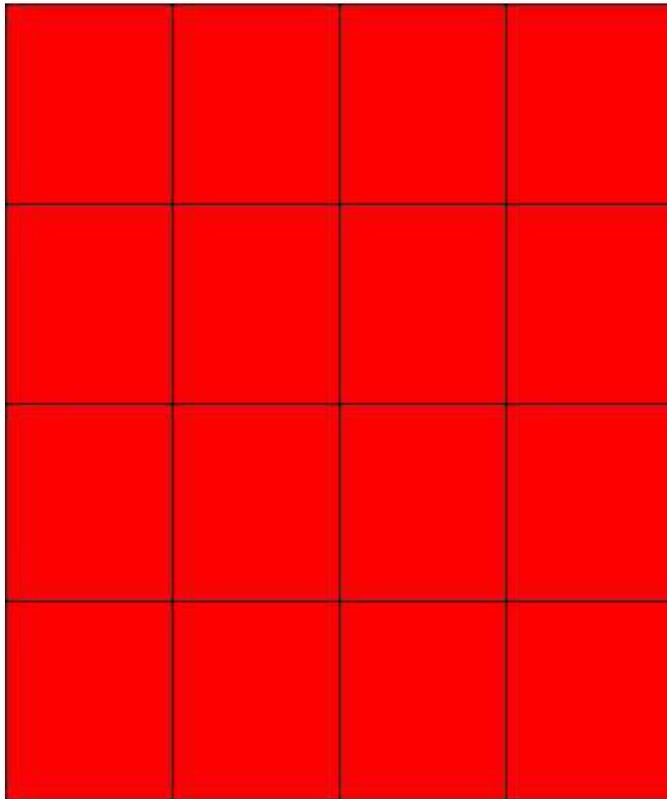
Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
top $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	4.0	0.98
<b>Totali</b>	<b>4.0</b>	<b>0.98</b>

Computo armature intradosso

Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
bottom $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	4.0	0.98
<b>Totali</b>	<b>4.0</b>	<b>0.98</b>

## 16.6 MURO D'ALA MONTE

Mappa armature di Estradosso



**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso


**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biassial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon c1 / \epsilon c2$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 407 414

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

RELAZIONE DI CALCOLO

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

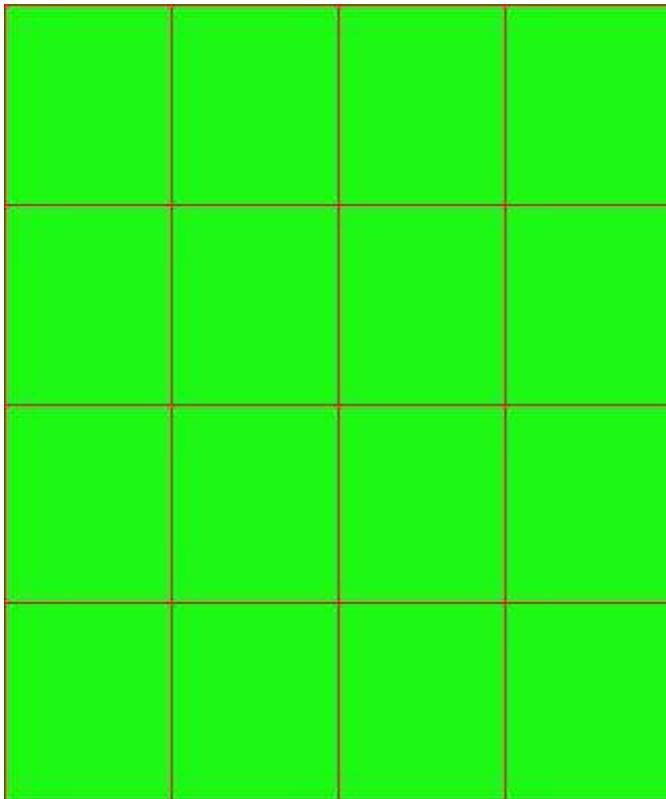
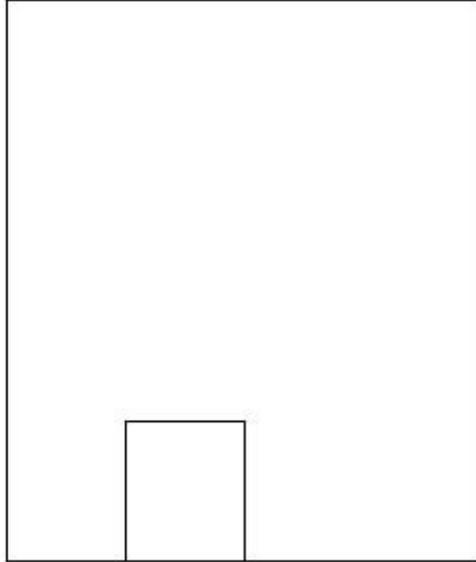
Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 3 (0.75 0.30 [m])

$M_{xx}$	-6.61	[KNm/m]	$M_{11}$	-6.66	[KNm/m]
$M_y$	-0.14	[KNm/m]	$M_{22}$	-0.09	[KNm/m]
$M_{xy}$	-0.56	[KNm/m]	$\alpha$	4.92	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.05	Estradosso	0.132	0.051	0.011	-3.500	-80.52
	Intradosso	11.707	0.494	15.951	-0.079	12.13



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 420 424

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.25 2.10 [m])

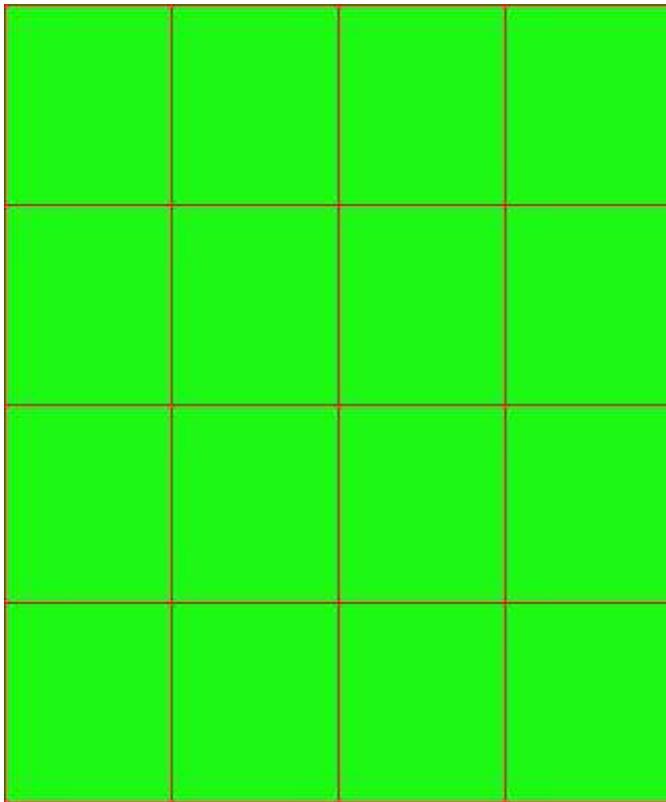
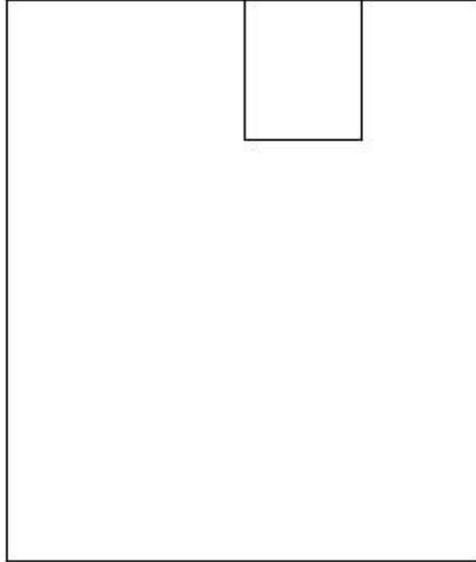
$M_{xx}$  -0.29 [KNm/m]  $M_{11}$  -0.34 [KNm/m]

$M_y$  2.00 [KNm/m]  $M_{22}$  2.04 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.32 [KNm/m]  $\alpha$  -7.91 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-0.119	0.819	-0.020	81.12		
	Intradosso	0.119	-0.819	-0.117	-8.88		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 420 424

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.25 2.10 [m])

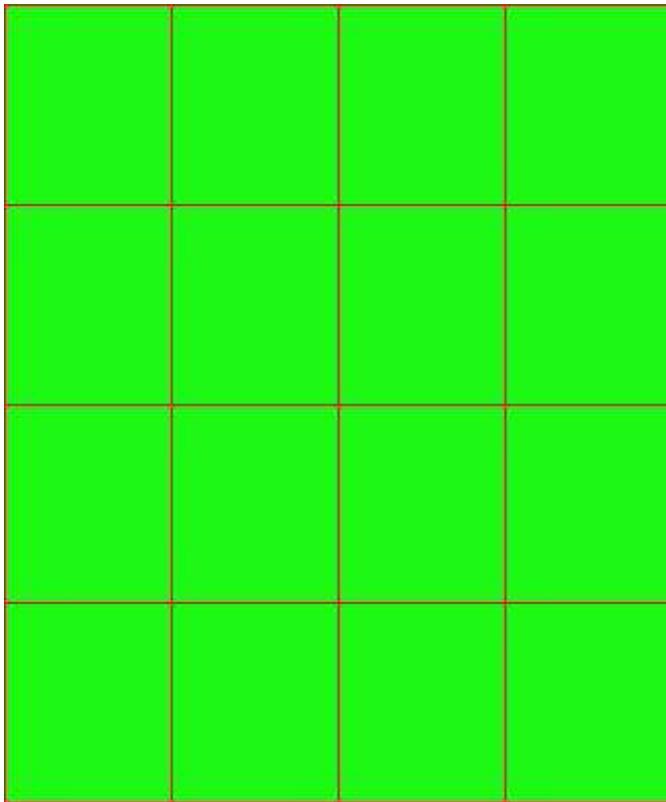
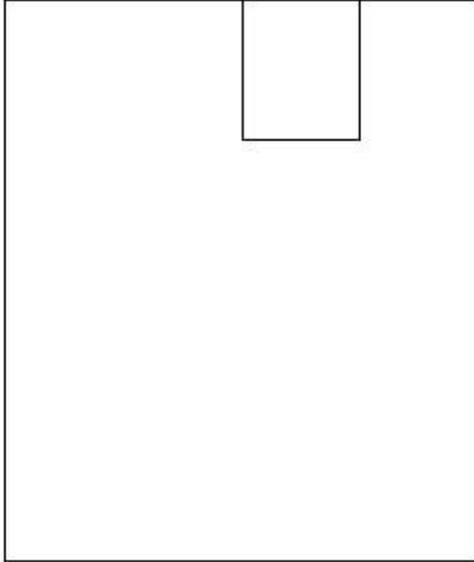
$M_{xx}$  -0.29 [KNm/m]  $M_{11}$  -0.34 [KNm/m]

$M_y$  2.00 [KNm/m]  $M_{22}$  2.04 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.32 [KNm/m]  $\alpha$  -7.91 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.00	Estradosso	-0.119	0.819	-0.020	81.12		
	Intradosso	0.119	-0.819	-0.117	-8.88		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 420 424

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (1.25 2.10 [m])

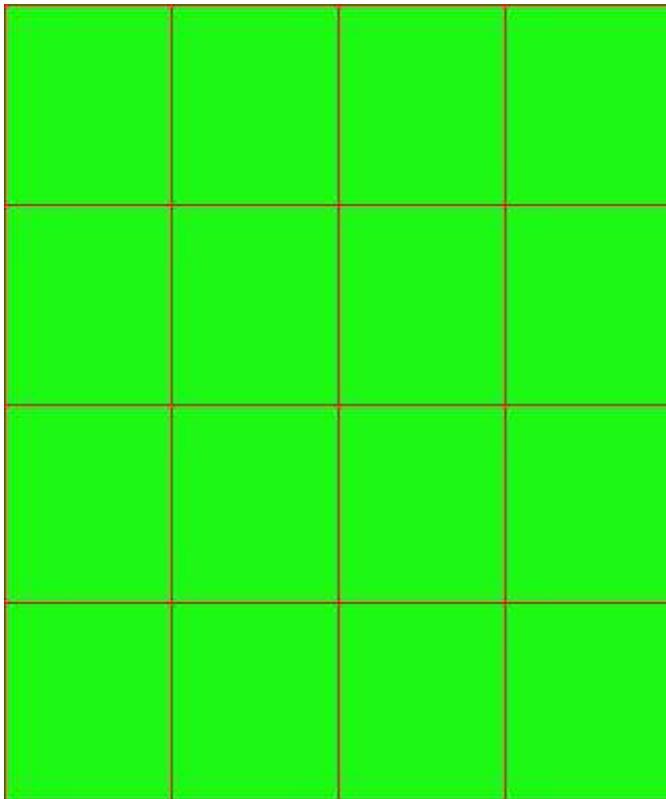
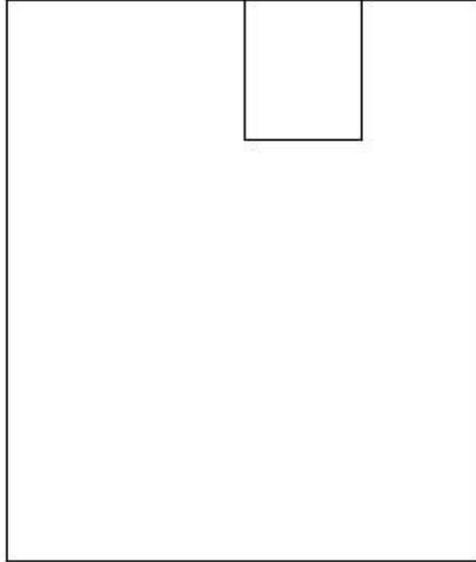
$M_{xx}$  -0.29 [KNm/m]  $M_{11}$  -0.34 [KNm/m]

$M_y$  2.00 [KNm/m]  $M_{22}$  2.04 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.32 [KNm/m]  $\alpha$  -7.91 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-0.119	0.819	-0.020	81.12	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	0.119	-0.819	-0.117	-8.88	NON Fessurato	0.000



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Computo reti di armatura

Computo armature estradosso

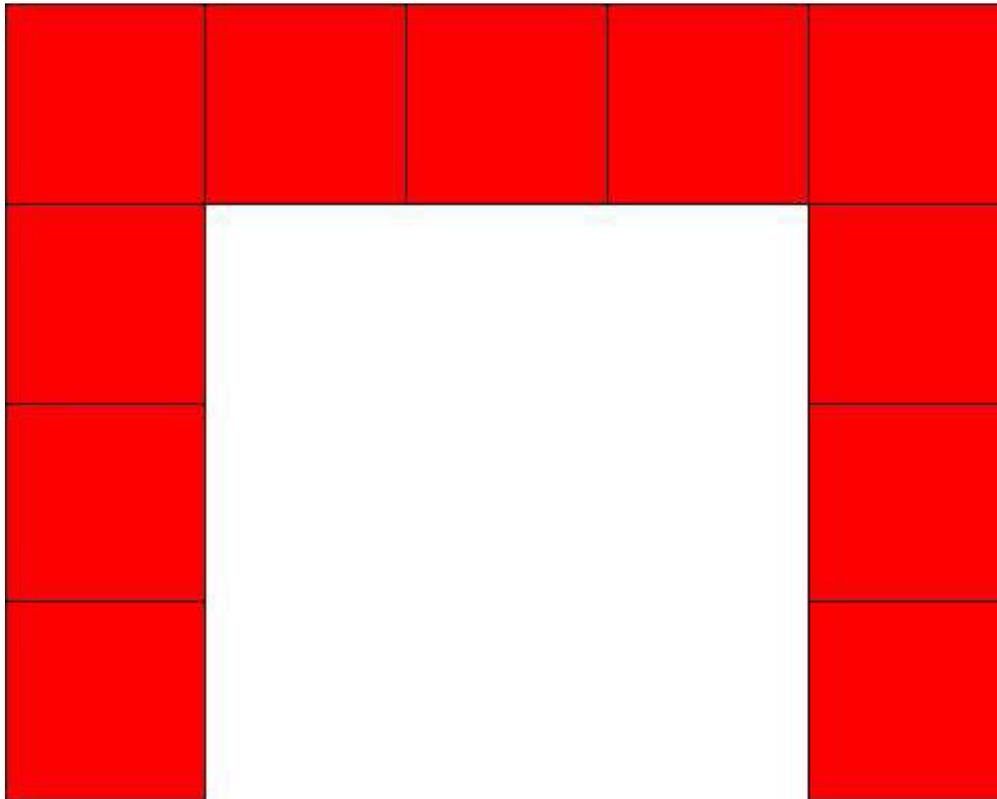
Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
top $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	4.8	1.18
<b>Totali</b>	<b>4.8</b>	<b>1.18</b>

Computo armature intradosso

Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
bottom $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	4.8	1.18
<b>Totali</b>	<b>4.8</b>	<b>1.18</b>

**16.7 MURO D'ALA SINISTRA**

Mappa armature di Estradosso



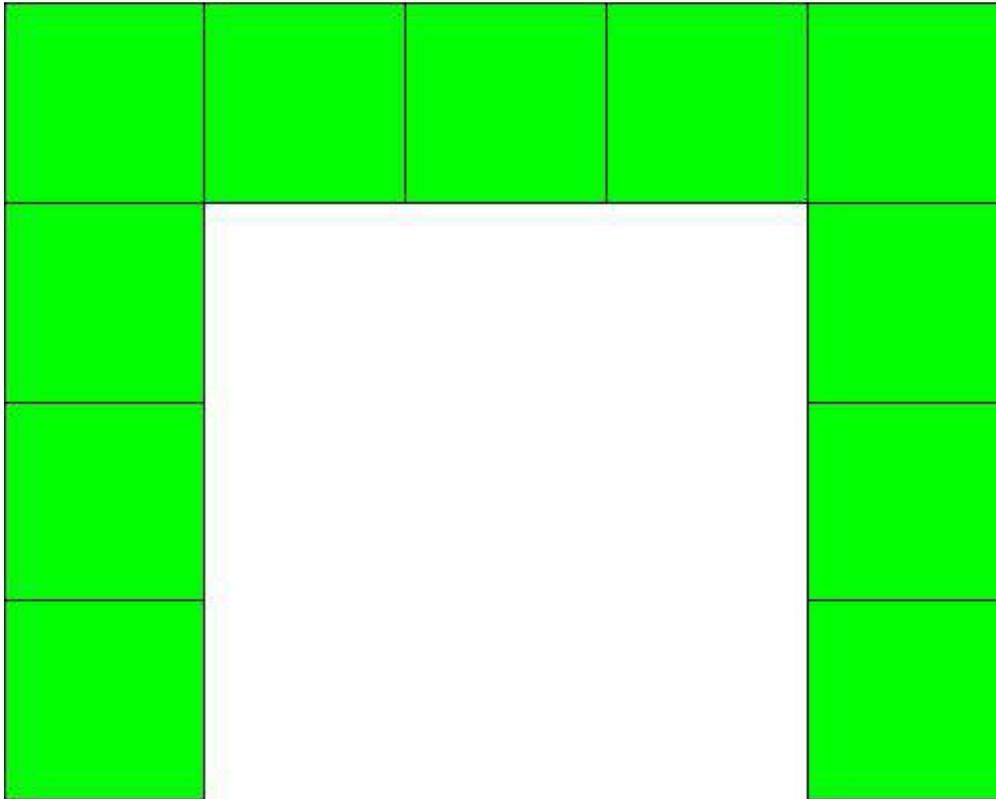
**Colore**

**Armature**



top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso



**Colore**

**Armature**

 bottom  $\phi 20/20'$  X +  $\phi 20/20'$  Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{Cd,soft} = f_{Cd} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{Cd,biaxial} = f_{Cd} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2$  /  $\alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 342 305

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$	$\epsilon_{yd} \%$	$\epsilon_{ud} \%$
[MPa]		

RELAZIONE DI CALCOLO

391.304 1.86 67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

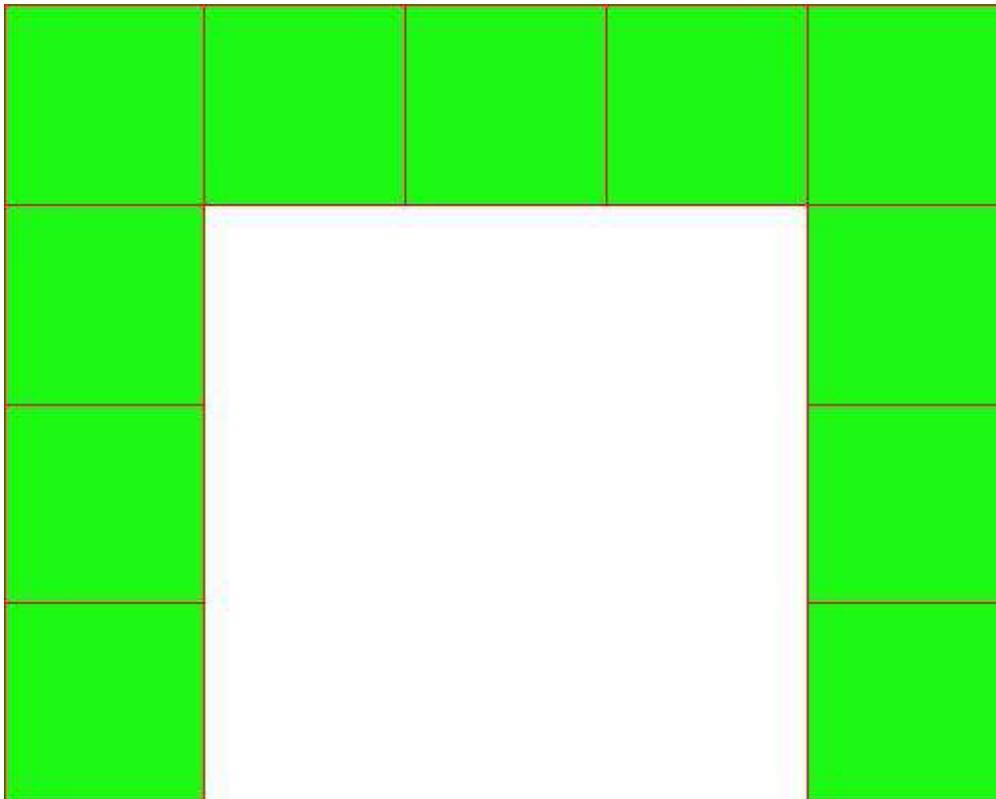
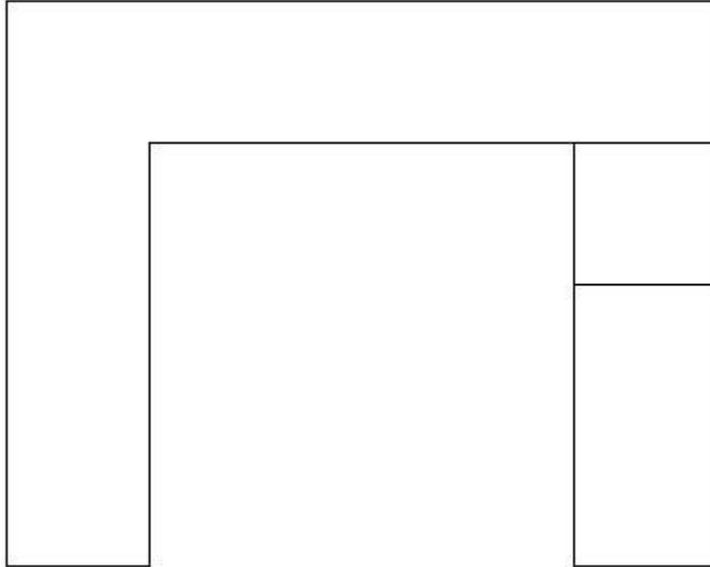
Azioni di verifica combinazione 4 (2.70 1.50 [m])

$M_{xx}$	-0.67	[KNm/m]	$M_{11}$	4.31	[KNm/m]
$M_y$	-0.46	[KNm/m]	$M_{22}$	-3.18	[KNm/m]
$M_{xy}$	-3.74	[KNm/m]	$\alpha$	-44.21	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.05	Estradosso	0.946	0.994	5.141	-3.500	-45.26
	Intradosso	1.483	1.434	6.020	-2.804	44.75

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 336 341

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.50 2.10 [m])

$M_{xx}$  -0.39 [KNm/m]  $M_{11}$  0.37 [KNm/m]

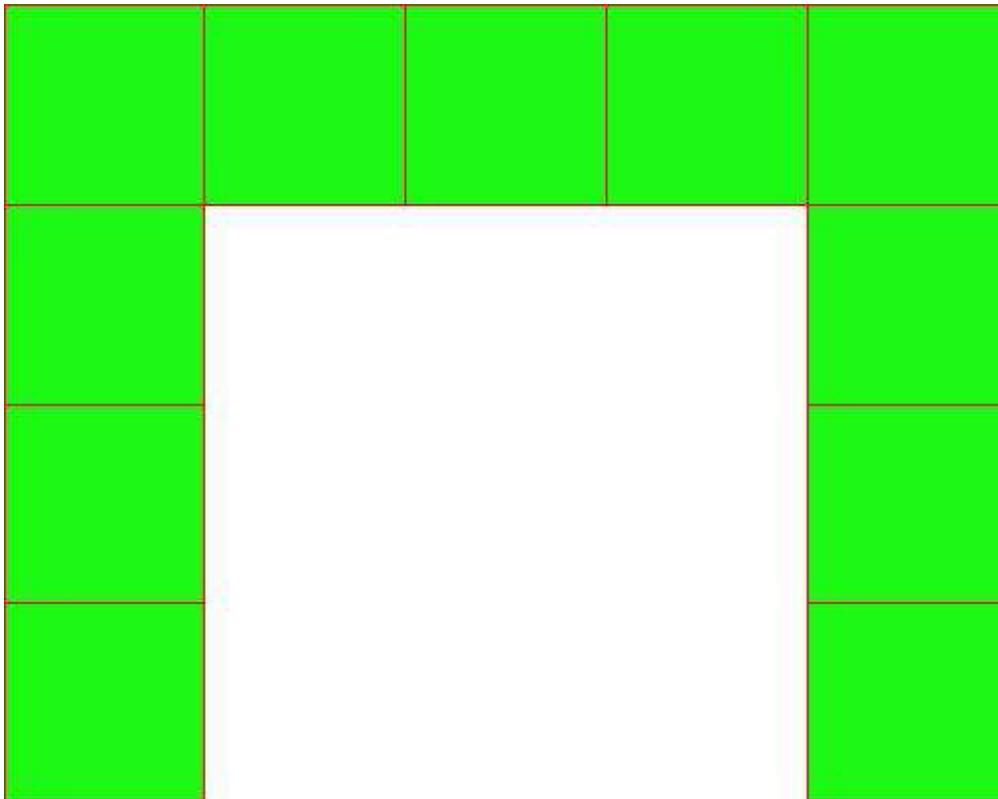
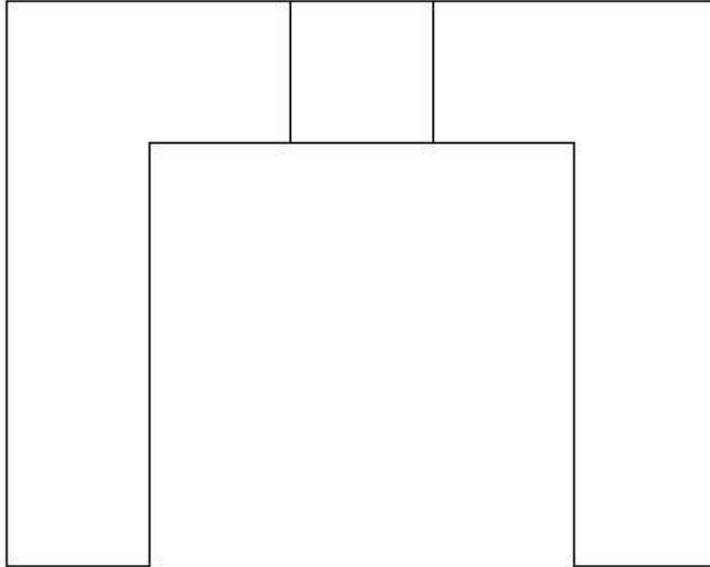
$M_y$  -2.20 [KNm/m]  $M_{22}$  2.21 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.15 [KNm/m]  $\alpha$  -4.71 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-0.159	-0.902	-0.152	5.32		
	Intradosso	0.159	0.902	0.000	-84.68		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 336 341

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.50 2.10 [m])

$M_{xx}$  -0.39 [KNm/m]  $M_{11}$  0.37 [KNm/m]

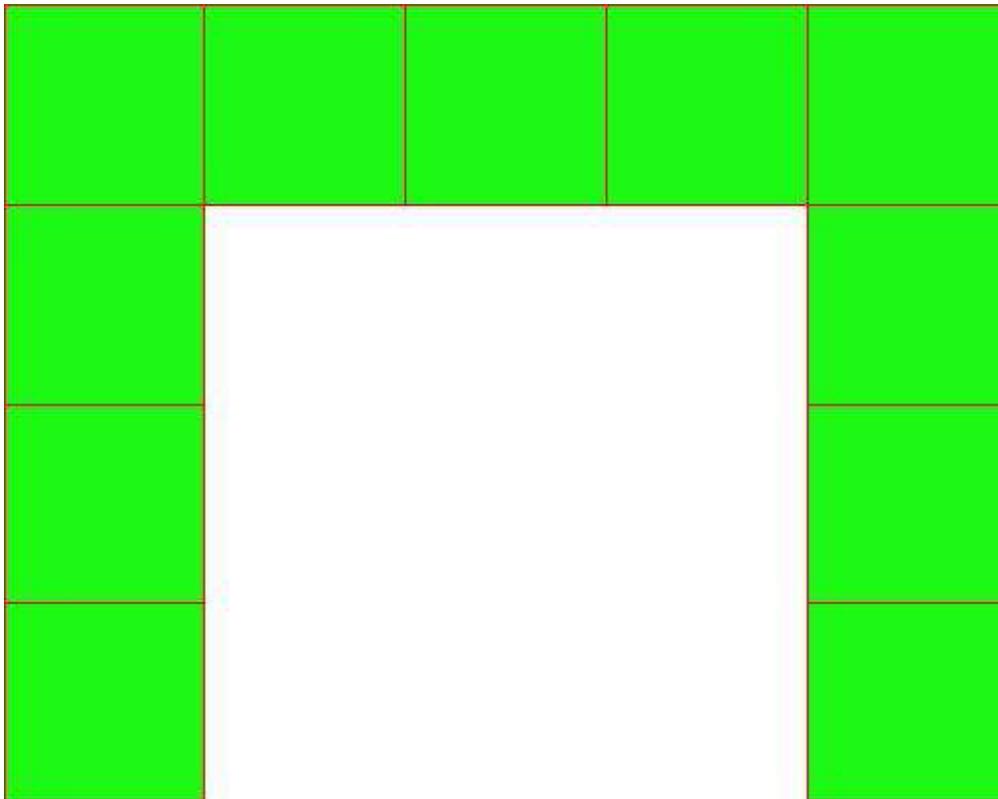
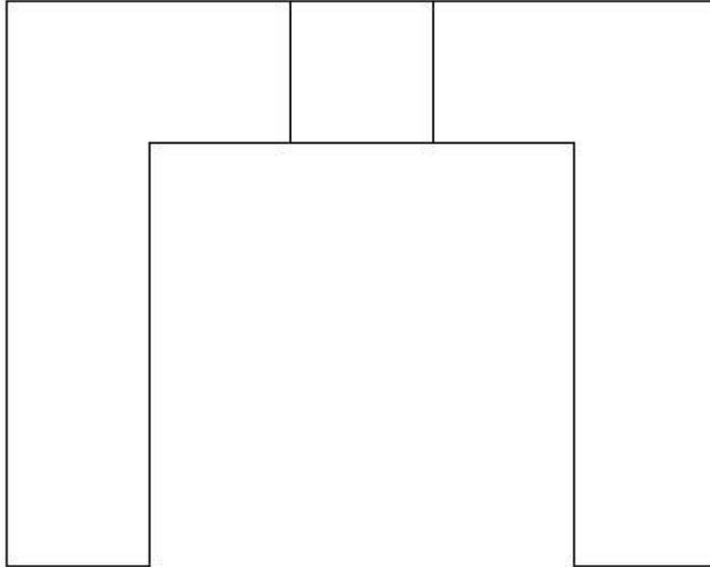
$M_y$  -2.20 [KNm/m]  $M_{22}$  2.21 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.15 [KNm/m]  $\alpha$  -4.71 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.00	Estradosso	-0.159	-0.902	-0.152	5.32		
	Intradosso	0.159	0.902	0.000	-84.68		

**RELAZIONE DI CALCOLO**



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 336 341

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (1.50 2.10 [m])

$M_{xx}$  -0.39 [KNm/m]  $M_{11}$  0.37 [KNm/m]

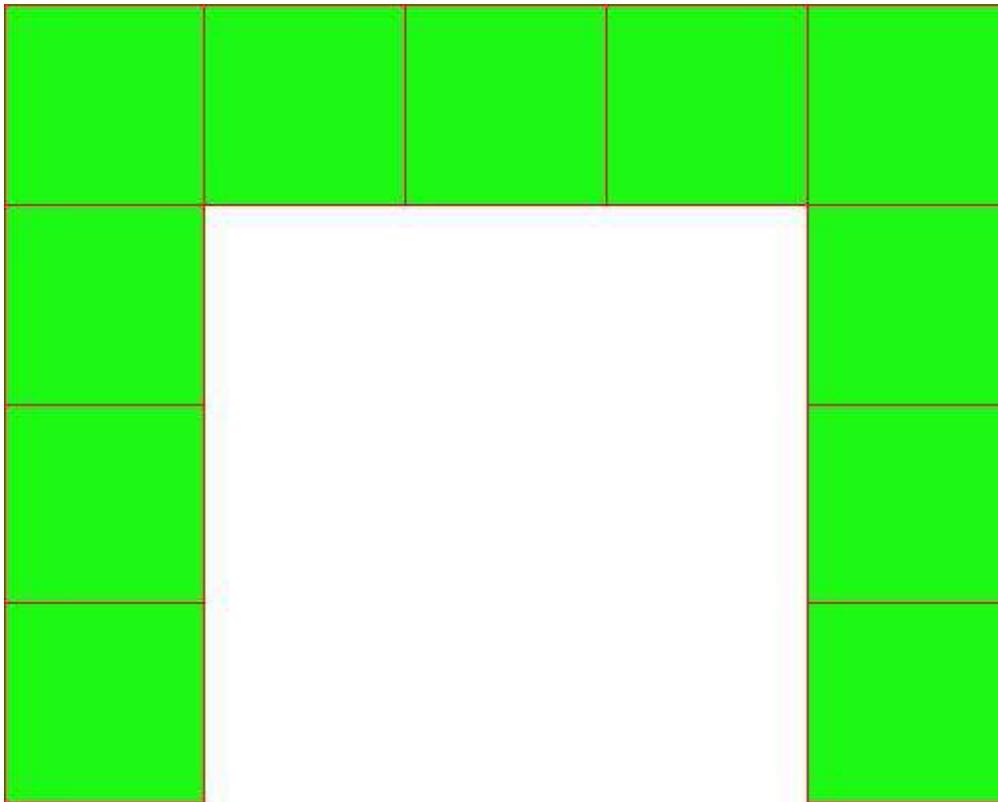
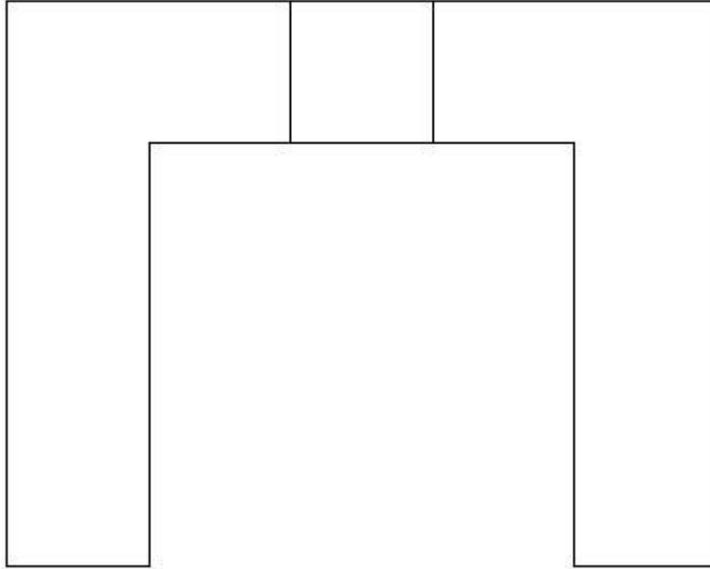
$M_y$  -2.20 [KNm/m]  $M_{22}$  2.21 [KNm/m]

$M_{xy}$  0.15 [KNm/m]  $\alpha$  -4.71 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	-0.159	-0.902	-0.152	5.32	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	0.159	0.902	0.000	-84.68	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



**RELAZIONE DI CALCOLO**

30 % 70 % 100 % 110 %

Computo reti di armatura

Computo armature estradosso

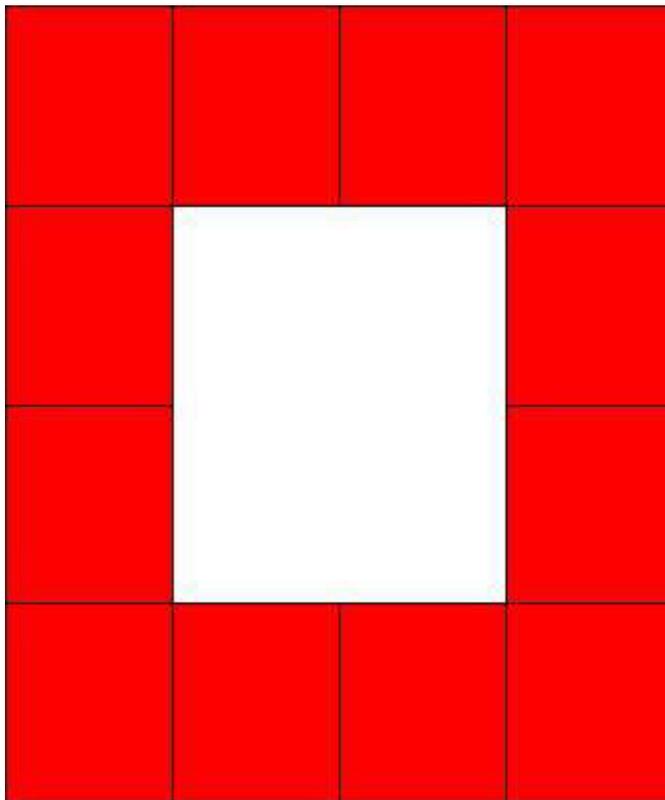
Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
top $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	4.0	0.98
<b>Totali</b>	<b>4.0</b>	<b>0.98</b>

Computo armature intradosso

Rete	Area [m <sup>2</sup> ]	Peso [kN]
bottom $\phi$ 20/20' X + $\phi$ 20/20' Y c=50.0 [mm]	4.0	0.98
<b>Totali</b>	<b>4.0</b>	<b>0.98</b>

**16.8 MURO D'ALA VALLE**

Mappa armature di Estradosso



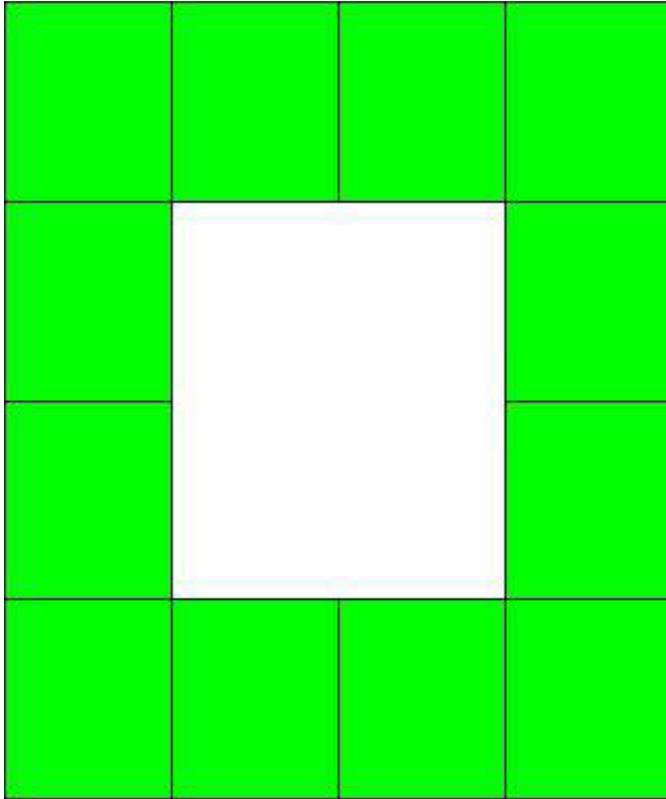
**Colore**



**Armature**

top  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Mappa armature di Intradosso



Colore

Armature

 bottom  $\phi$  20/20' X +  $\phi$  20/20' Y c=50.0 [mm]

Impostazioni di verifica

Curva  $\sigma/\epsilon$  Calcestruzzo secondo:

- Hognestad

Modellazione softening (trazione/compressione)

- $f_{c_d,soft} = f_{c_d} \cdot 0.9 / \sqrt{1+400 \epsilon t}$  (Hognestad)

Modellazione compressione biassiale

- $f_{c_d,biaxial} = f_{c_d} (1 + 3.8 \alpha) / (1.0 + \alpha)^2 / \alpha = \epsilon_{c1} / \epsilon_{c2}$  (EC2 Ponti 6.110)

Curva  $\sigma/\epsilon$  Acciaio secondo:

- Elastico plastico (EC2 standard)

Elementi più sollecitati per tipologia di sezione

Verifiche SLU Flessione elemento nodi 438 445

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

**RELAZIONE DI CALCOLO**

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$
391.304	1.86	67.00

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{c2}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	1.411	0.08	18133.299

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

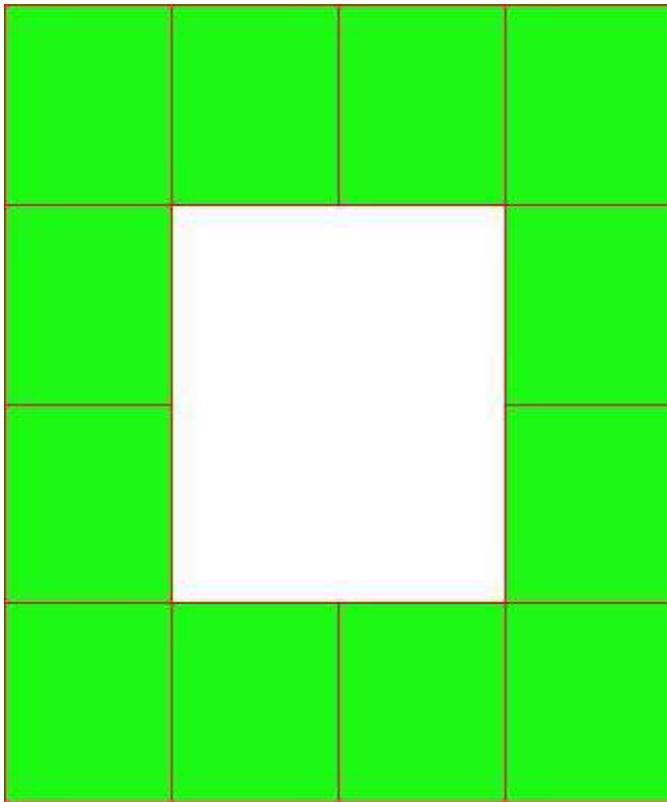
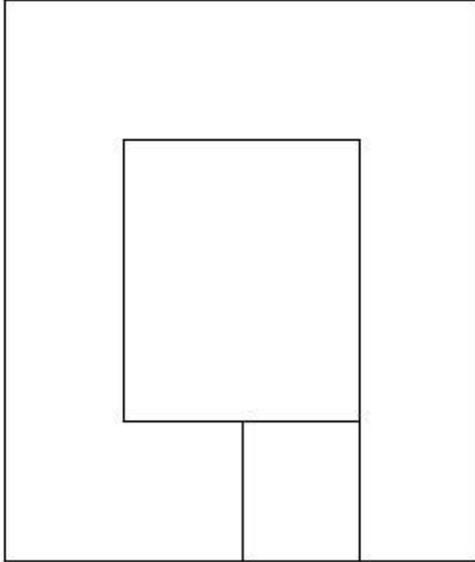
Azioni di verifica combinazione 7 (1.25 0.30 [m])

$M_{xx}$	9.21	[KNm/m]	$M_{11}$	9.24	[KNm/m]
$M_y$	0.38	[KNm/m]	$M_{22}$	0.36	[KNm/m]
$M_{xy}$	0.47	[KNm/m]	$\alpha$	3.02	[°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		
		$\epsilon_x\%$	$\epsilon_y\%$	$\epsilon_{min}\%$	$\epsilon_{max}\%$	$\theta$ [°]
0.07	Estradosso	12.418	0.284	16.525	-0.029	8.86
	Intradosso	0.261	0.025	-0.007	-3.500	-83.38

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Rare Flessione elemento nodi 450 454

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	360.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	19.200

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 10 (1.25 2.10 [m])

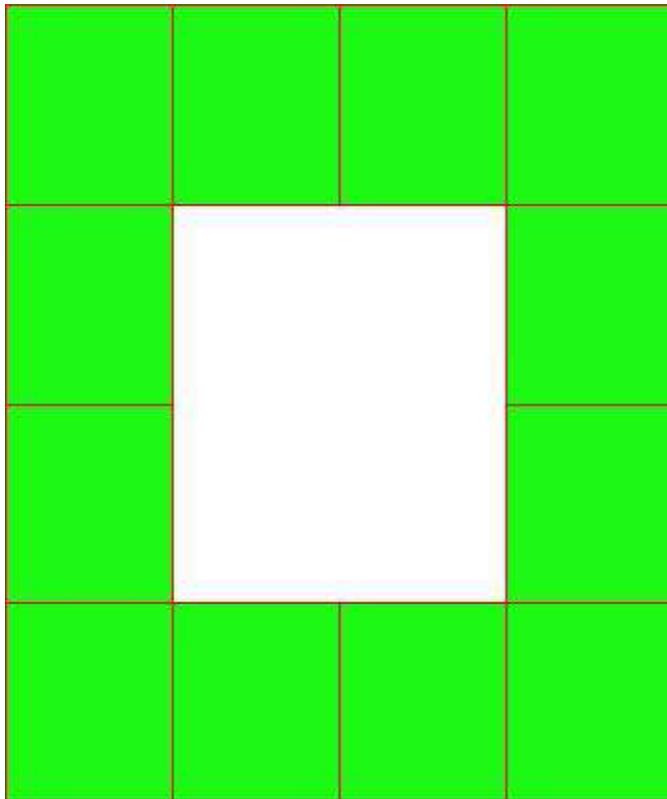
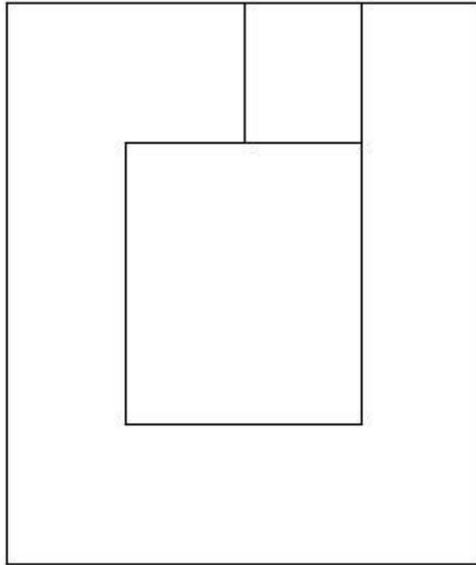
$M_{xx}$  0.03 [KNm/m]  $M_{11}$  0.04 [KNm/m]

$M_y$  -1.52 [KNm/m]  $M_{22}$  -1.53 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.13 [KNm/m]  $\alpha$  -4.69 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.00	Estradosso	0.012	-0.624	-0.087	-5.29		
	Intradosso	-0.012	0.624	-0.002	84.71		



RELAZIONE DI CALCOLO

30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Frequenti Flessione elemento nodi 450 454

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	32.000

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 11 (1.25 2.10 [m])

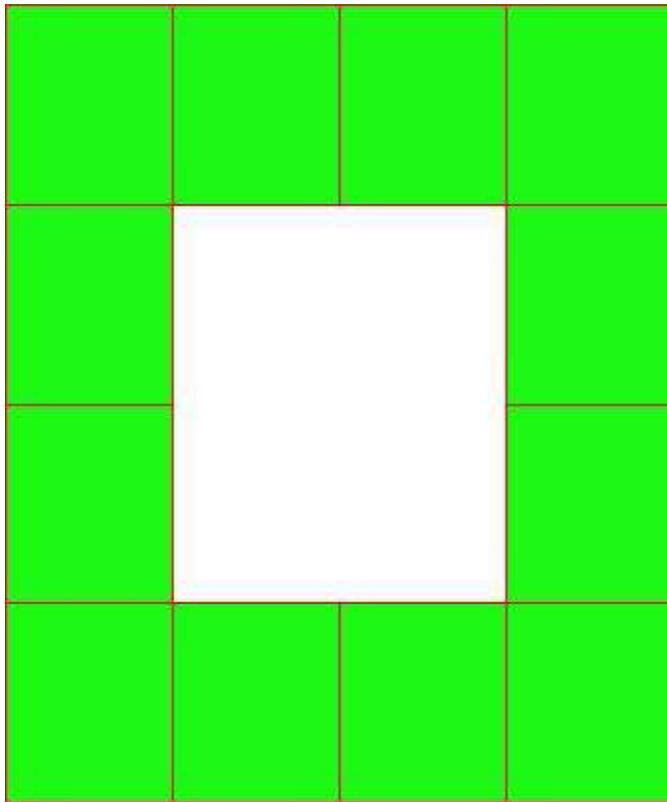
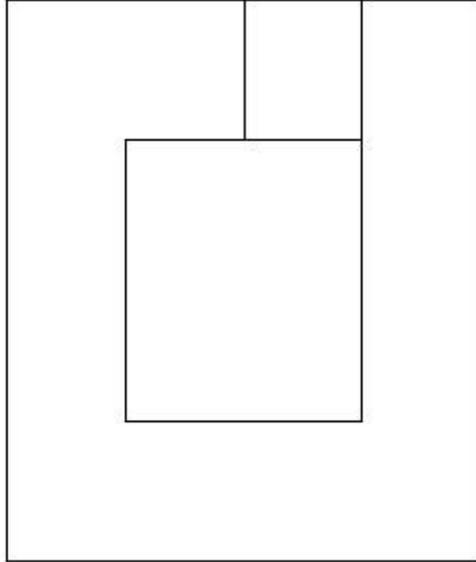
$M_{xx}$  0.03 [KNm/m]  $M_{11}$  0.04 [KNm/m]

$M_y$  -1.52 [KNm/m]  $M_{22}$  -1.53 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.13 [KNm/m]  $\alpha$  -4.69 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.00	Estradosso	0.012	-0.624	-0.087	-5.29		
	Intradosso	-0.012	0.624	-0.002	84.71		



30 % 70 % 100 % 110 %

Verifiche SLE Quasi Permanenti Flessione elemento nodi 450 454

Proprietà dei materiali

Acciaio B 450 C

$f_{yd}$ [MPa]	$\epsilon_{yd}\%$	$\epsilon_{ud}\%$	$\sigma$ [MPa]
391.304	1.86	67.00	450.000

Calcestruzzo C32/40

$f_{cd}$ [MPa]	$\epsilon_{cz}\%$	$\epsilon_{cu}\%$	$f_{ctd}$ [MPa]	$\epsilon_{ctd}\%$	$E_{cm}$ [MPa]	$\sigma$ [MPa]	$w_{Max}$ mm
18.133	-2.00	-3.50	3.024	0.17	18133.299	14.400	0.30

Sezione

- sezione 1 H=300.0 [mm]

Estradosso				Intradosso			
$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]	$Af_x$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{x,Eq}$ [mm]	$Af_y$ [mm <sup>2</sup> ]/m	$cf_{y,Eq}$ [mm]
1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0	1571	50.0

Azioni di verifica combinazione 12 (1.25 2.10 [m])

$M_{xx}$  0.03 [KNm/m]  $M_{11}$  0.04 [KNm/m]

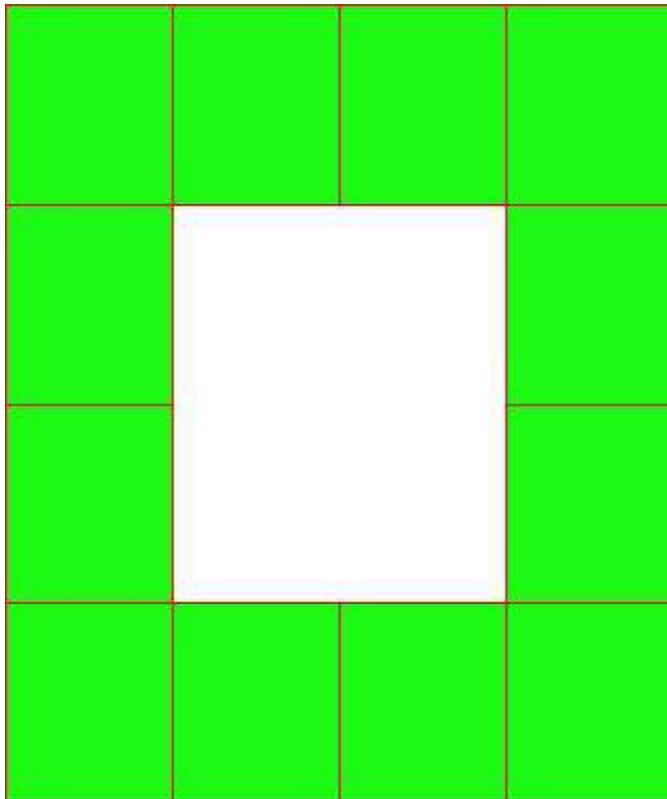
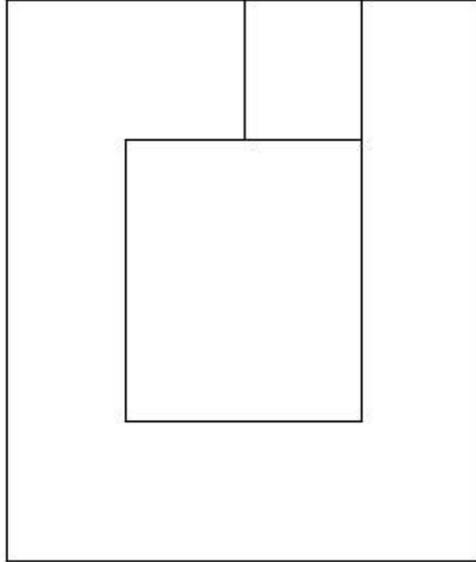
$M_y$  -1.52 [KNm/m]  $M_{22}$  -1.53 [KNm/m]

$M_{xy}$  -0.13 [KNm/m]  $\alpha$  -4.69 [°]

Verifiche

Cr=S/R	Posizione	Acciaio		Calcestruzzo		Stato	Ampiezza Fessure mm
		$\sigma_x$ [MPa]	$\sigma_y$ [MPa]	$\sigma_{c,Max}$ [MPa]	$\theta$ [°]		
0.01	Estradosso	0.012	-0.624	-0.087	-5.29	NON Fessurato	0.000
	Intradosso	-0.012	0.624	-0.002	84.71	NON Fessurato	0.000

**RELAZIONE DI CALCOLO**



MANDATARIA:

MANDANTI:

30 % 70 % 100 % 110 %

## 17 VERIFICHE GEOTECNICHE

### 17.1 APPROCCIO DI VERIFICA GEOTECNICA

I terreni di fondazione vengono verificati tramite le sollecitazioni ottenute dalle combinazioni dell'APPROCCIO 2 (A1+M1+R3) in cui i coefficienti del terreno sono unitari, ma vengono ridotte le resistenze globali tramite R3.

Tali azioni sono quindi quelle uscenti dal software con il quale è stata modellata la struttura in elevazione, dato che anche questa è stata approcciata con la medesima combinazione di coefficienti.

Per quanto riguarda l'azione derivante dall'analisi sismica, data la progettazione non dissipativa con  $q=1$ , non si prevede alcun incremento. Il YRd di maggiorazione è quindi pari ad 1.

### 17.2 VERIFICHE GEOTECNICHE TOMBINO

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli 1 e 5.

#### 17.2.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica

##### Pressioni massime su terreno di fondazione

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	2	-0.123
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 5 6	2	-0.105

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	3	-0.101
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 1 2	3	-0.020

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	5	-0.088
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 5 6	5	-0.076

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

Elemento	Combinazione		p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 1 2	6	-0.076
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 5 6	7	-0.061

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

Elemento	Combinazione	p [MPa]	
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	8	-0.062
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 6 7	8	-0.059

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

Elemento	Combinazione	p [MPa]	
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 10 11	9	-0.071
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 1 2	9	-0.052

17.2.2 Verifica di portanza

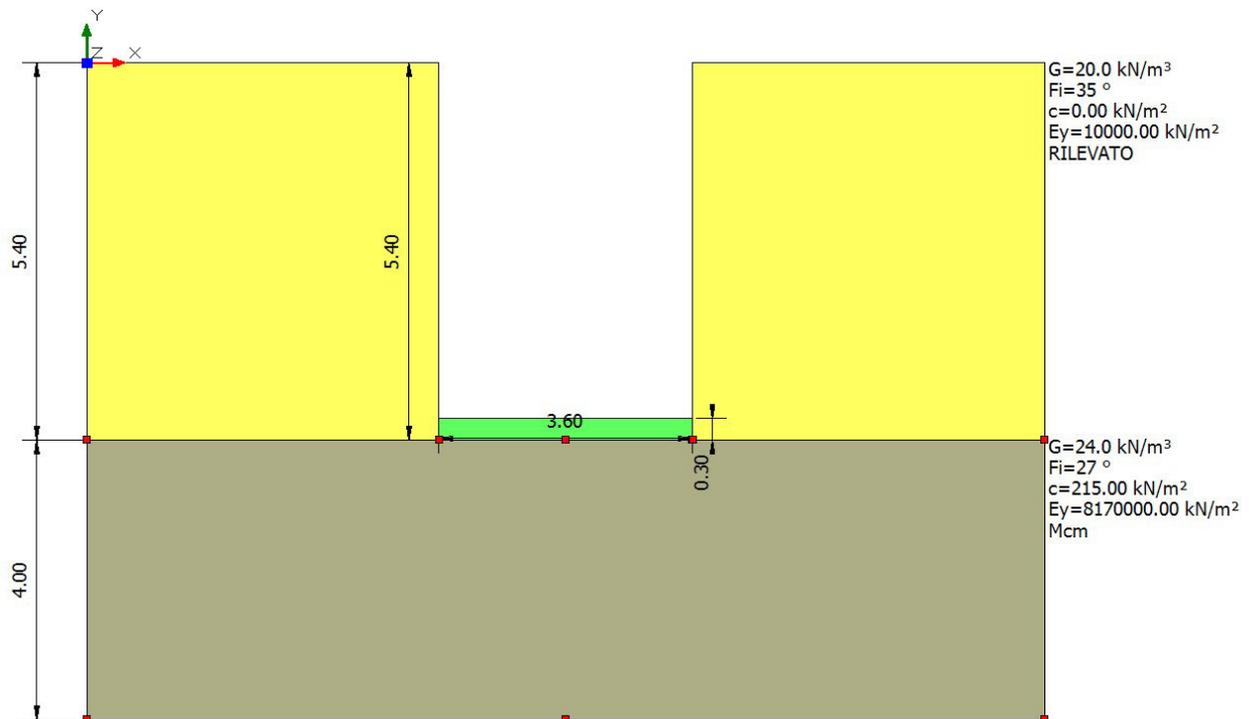


Figura 17-1 "Stratigrafia"

DATI GENERALI

Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione	3.6	m
Lunghezza fondazione	1.0	m
Profondità piano di posa	5.4	m
Profondità falda	20.0	

RELAZIONE DI CALCOLO

SISMA

Accelerazione massima (amax/g) 0.287  
Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)  
Coefficiente sismico orizzontale 0.0861

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso: Classe IV  
Vita nominale: 50.0 [anni]  
Vita di riferimento: 100.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.539	2.512	0.267
S.L.D.	101.0	0.755	2.482	0.288
S.L.V.	949.0	2.815	2.36	0.454
S.L.C.	1950.0	4.05	2.349	0.512

Coefficienti sismici orizzontali e verticali

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.539	0.2	0.011	0.0055
S.L.D.	0.755	0.2	0.0154	0.0077
S.L.V.	2.815	0.3	0.0861	0.0431
S.L.C.	4.05	1.0	0.413	0.2065

STRATIGRAFIA TERRENO

Spessor	Peso	Peso	Angol	Coesion	Coesion	Modulo	Modulo	Poisso	Coeff.	Coeff.	Descrizione
---------	------	------	-------	---------	---------	--------	--------	--------	--------	--------	-------------

**RELAZIONE DI CALCOLO**

altezza strato [m]	unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	angolo di attrito [°]	coefficiente di resistenza [kN/m <sup>2</sup> ]	coefficiente di resistenza non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	coefficiente di consolidazione	coefficiente di consolidazione primaria [cmq/s]	coefficiente di consolidazione secondaria	note
5.4	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	24.0	24.0	27.0	215.0	0.0	8170000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	Mcm

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	123.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	101.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	88.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	71.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma**

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 19586.78 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto [Rd] 8515.99 kN/m<sup>2</sup>

Tensione [Ed] 101.0 kN/m<sup>2</sup>

Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 193.93

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)**

Costante di Winkler 783471.1 kN/m<sup>3</sup>

**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 24.0 kN/m<sup>3</sup>

Angolo di attrito 27.0 °

Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 9.32

Fattore forma [Sc] 2.98

Fattore profondità [Dc] 1.39

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.83

Fattore profondità [Dq] 1.3

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====

Carico limite 26650.11 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 11587.0 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====

**Sisma**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 24.0 kN/m<sup>3</sup>

Angolo di attrito 27.0 °

Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 9.32

Fattore forma [Sc] 2.98

Fattore profondità [Dc] 1.39

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.83

Fattore profondità [Dq] 1.3

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 0.3

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.27

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.84

=====

Carico limite 19586.78 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 8515.99 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

=====

CEDIMENTI ELASTICI

=====

Pressione normale di progetto 88.0 kN/m<sup>2</sup>

Spessore strato 0.0 m

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Profondità substrato roccioso	0.0	m
Modulo Elastico	8170000.0	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.25	
=====		
Coefficiente di influenza I1	0.21	
Coefficiente di influenza I2	0.01	
Coefficiente di influenza Is	0.22	
=====		
Cedimento al centro della fondazione	0.0	mm
=====		
Coefficiente di influenza I1	0.16	
Coefficiente di influenza I2	0.02	
Coefficiente di influenza Is	0.18	
Cedimento al bordo	0.0	mm
=====		

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

**17.2.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

**17.3 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI VALLE**

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti.

**17.3.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica**

Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	1	-0.048
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	1	-0.017

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	2	-0.082
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 46 29	2	0.090

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	3	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	3	-0.013

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	4	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	4	-0.013

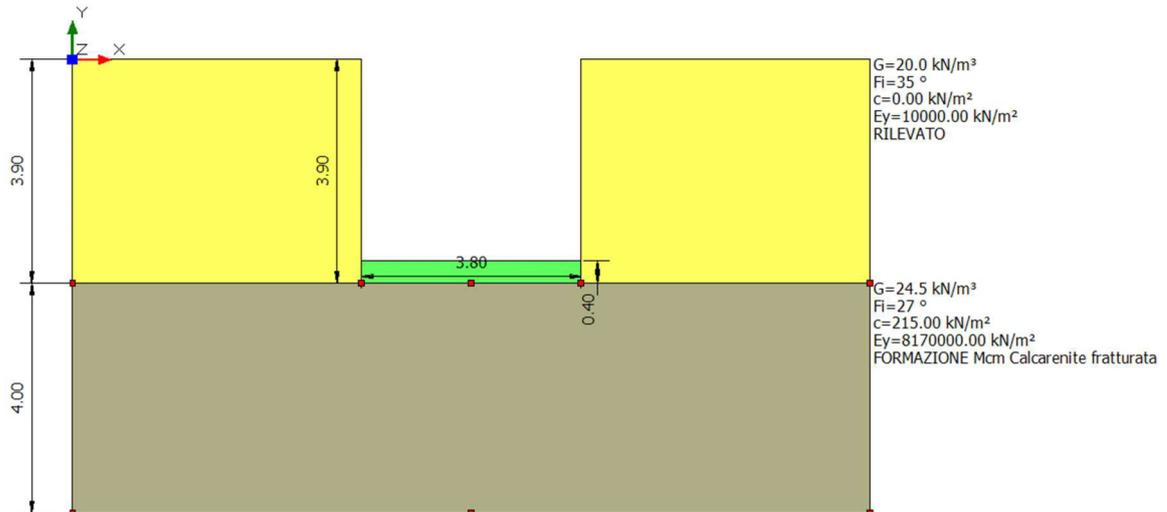
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	5	-0.037
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 37 45	5	-0.013

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 29 37	6	-0.041
Max	Trave di fondazione Sez. 1 Nodi: 46 29	6	0.009

17.3.2 Verifica di portanza



**DATI GENERALI**

MANDATARIA:

MANDANTI:

=====  
Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione      3.8      m  
Lunghezza fondazione      1.0      m  
Profondità piano di posa    3.9      m  
Profondità falda            20.0

=====

SISMA

=====  
Accelerazione massima (amax/g)    0.287  
Effetto sismico secondo            Paolucci, Pecker (1997)  
Coefficiente sismico orizzontale    0.0861

=====

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera:    2 - Opere ordinarie  
Classe d'uso:    Classe IV  
Vita nominale: 50.0    [anni]  
Vita di riferimento:    100.0    [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo:    A  
Categoria topografica:    T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.539	2.512	0.267
S.L.D.	101.0	0.755	2.482	0.288
S.L.V.	949.0	2.815	2.36	0.454
S.L.C.	1950.0	4.05	2.349	0.512

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]

**RELAZIONE DI CALCOLO**

S.L.O.	0.539	0.2	0.011	0.0055
S.L.D.	0.755	0.2	0.0154	0.0077
S.L.V.	2.815	0.3	0.0861	0.0431
S.L.C.	4.05	1.0	0.413	0.2065

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m³]	Peso unità di volume saturo [kN/m³]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m²]	Coesione non drenata [kN/m²]	Modulo Elastico [kN/m²]	Modulo Edometrico [kN/m²]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
3.9	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	24.5	25.5	27.0	215.0	0.0	817000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE MCM Calcarenite fratturata

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m²]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	48.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	82.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	37.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	41.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma**

Autore: HANSEN (1970)

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Carico limite [Qult]	18818.89	kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto[Rd]	8182.13	kN/m <sup>2</sup>
Tensione [Ed]	82.0	kN/m <sup>2</sup>
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed]	229.5	
Condizione di verifica [Ed<=Rd]	<b>Verificata</b>	

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler	752755.6	kN/m <sup>3</sup>
---------------------	----------	-------------------

**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume	24.5	kN/m <sup>3</sup>
Peso unità di volume saturo	25.5	kN/m <sup>3</sup>
Angolo di attrito	27.0	°
Coesione	215.0	kN/m <sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq]	13.2	
Fattore [Nc]	23.94	
Fattore [Ng]	9.32	
Fattore forma [Sc]	3.09	
Fattore profondità [Dc]	1.32	
Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0	
Fattore forma [Sq]	2.94	
Fattore profondità [Dq]	1.24	
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0	
Fattore profondità [Dg]	1.0	
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0	
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0	
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0	
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0	

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====  
Carico limite 24775.12 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 10771.79 kN/m<sup>2</sup>

=====  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

**Sisma**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====  
**PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO**

Peso unità di volume 24.5 kN/m<sup>3</sup>

Peso unità di volume saturo 25.5 kN/m<sup>3</sup>

Angolo di attrito 27.0 °

Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>

=====  
Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 9.32

Fattore forma [Sc] 3.09

Fattore profondità [Dc] 1.32

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.94

Fattore profondità [Dq] 1.24

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 0.3

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.27  
Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.84

=====  
Carico limite 18818.89 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 8182.13 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] **Verificata**

**CEDIMENTI ELASTICI**

=====  
Pressione normale di progetto 41.0 kN/m<sup>2</sup>  
Spessore strato 4.0 m  
Profondità substrato roccioso 20.0 m  
Modulo Elastico 8170000.0 kN/m<sup>2</sup>  
Coefficiente di Poisson 0.25

=====  
Coefficiente di influenza I1 0.18  
Coefficiente di influenza I2 0.02  
Coefficiente di influenza Is 0.19

=====  
Cedimento al centro della fondazione 0.0 mm

=====  
Coefficiente di influenza I1 0.13  
Coefficiente di influenza I2 0.03  
Coefficiente di influenza Is 0.15  
Cedimento al bordo 0.0 mm

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

**17.3.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

**17.4 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE 1**

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti.

#### 17.4.1 Involuppo delle sollecitazioni per la verifica

##### Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	1	0.049
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	1	<b>0.120</b>

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	9	-0.915
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	5	<b>1.023</b>

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	10	0.038
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	10	<b>0.093</b>

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	11	0.038
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	11	<b>0.093</b>

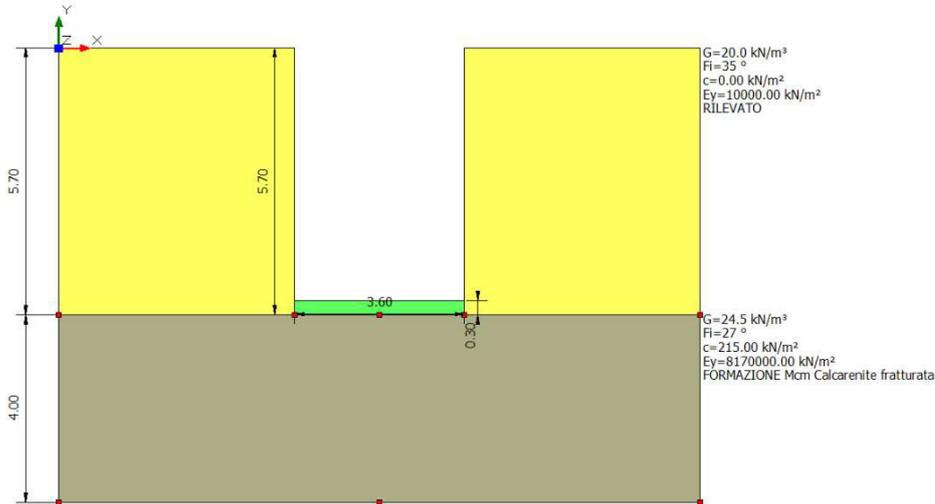
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	12	0.038
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 410 233 366 469	12	0.093

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 478 363 237 440	20	-0.135
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 231 412 467 295	20	<b>0.261</b>

### 17.4.2 Verifica di portanza



#### DATI GENERALI

Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione 3.6 m

Lunghezza fondazione 1.0 m

Profondità piano di posa 5.7 m

Profondità falda 20.0

#### SISMA

Accelerazione massima ( $a_{max}/g$ ) 0.287

Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)

Coefficiente sismico orizzontale 0.0861

#### Coefficienti sismici [N.T.C.]

#### Dati generali

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe IV

RELAZIONE DI CALCOLO

Vita nominale: 50.0 [anni]  
Vita di riferimento: 100.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: A  
Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.539	2.512	0.267
S.L.D.	101.0	0.755	2.482	0.288
S.L.V.	949.0	2.815	2.36	0.454
S.L.C.	1950.0	4.05	2.349	0.512

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.539	0.2	0.011	0.0055
S.L.D.	0.755	0.2	0.0154	0.0077
S.L.V.	2.815	0.3	0.0861	0.0431
S.L.C.	4.05	1.0	0.413	0.2065

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/ m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/ m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coeficiente [kN/m <sup>2</sup> ]	Coeficiente non drenato [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/ m <sup>2</sup> ]	Poisson [ ]	Coefficiente consolidazione primaria [cmq /s]	Coefficiente consolidazione secondaria	Descrizione
5.7	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	24.5	25.5	27.0	215.0	0.0	817000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE Mcm Calcarenite fratturata

Carichi di progetto agenti sulla fondazione

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	120.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	1023.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	93.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	261.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso Unità volume in fondazione	Peso unità volume copertura	Coef. Rid. Capacità portante verticale	Coef. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma**

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 19810.91 kN/m<sup>2</sup>  
 Resistenza di progetto [Rd] 8613.44 kN/m<sup>2</sup>  
 Tensione [Ed] 1023.0 kN/m<sup>2</sup>  
 Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 19.37  
 Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

**COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)**

Costante di Winkler 792436.4 kN/m<sup>3</sup>

**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

**PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO**

Peso unità di volume 24.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Peso unità di volume saturo 25.5 kN/m<sup>3</sup>  
 Angolo di attrito 27.0 °

Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 9.32

Fattore forma [Sc] 2.98

Fattore profondità [Dc] 1.4

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.83

Fattore profondità [Dq] 1.31

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====

Carico limite 27125.28 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 11793.6 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

### Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 24.5 kN/m<sup>3</sup>

Peso unità di volume saturo 25.5 kN/m<sup>3</sup>

Angolo di attrito 27.0 °

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 9.32

Fattore forma [Sc] 2.98

Fattore profondità [Dc] 1.4

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 2.83

Fattore profondità [Dq] 1.31

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 0.3

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.27

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.84

=====

Carico limite 19810.91 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 8613.44 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

**CEDIMENTI ELASTICI**

=====

Pressione normale di progetto 261.0 kN/m<sup>2</sup>

Spessore strato 4.0 m

Profondità substrato roccioso 20.0 m

Modulo Elastico 8170000.0 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di Poisson 0.25

=====

Coefficiente di influenza I1 0.19

Coefficiente di influenza I2 0.02

Coefficiente di influenza Is 0.2

=====  
Cedimento al centro della fondazione 0.01 mm  
=====

Coefficiente di influenza I1 0.13

Coefficiente di influenza I2 0.03

Coefficiente di influenza Is 0.15

Cedimento al bordo 0.01 mm

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

### 17.4.3 Verifica di galleggiamento

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

## 17.5 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE 2

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti.

### 17.5.1 Involuppo delle sollecitazioni per la verifica

#### Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	1	0.157
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	1	<b>0.161</b>

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 5 6 2 1	2	0.120
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 15 16 12 11	2	<b>0.124</b>

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

**RELAZIONE DI CALCOLO**

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	10	0.121
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	10	<b>0.124</b>

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	11	0.121
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	11	<b>0.124</b>

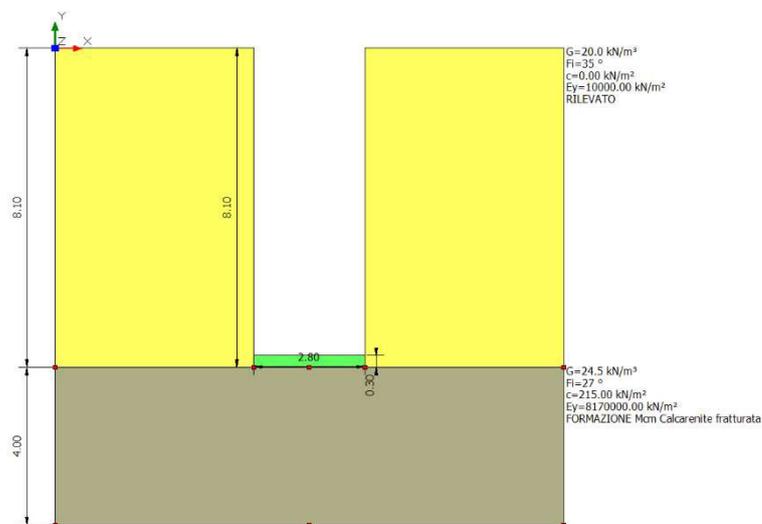
Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	12	0.121
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 7 8 4 3	12	0.124

Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	p [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 9 10 6 5	14	0.120
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 15 16 12 11	13	<b>0.124</b>

17.5.2 Verifica di portanza



**DATI GENERALI**

=====

Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione 2.8 m

Lunghezza fondazione 1.0 m

Profondità piano di posa 8.1 m

Profondità falda 20.0

=====

**SISMA**

=====

Accelerazione massima (amax/g) 0.287

Effetto sismico secondo Paolucci, Pecker (1997)

Coefficiente sismico orizzontale 0.0861

=====

**Coefficienti sismici [N.T.C.]**

**Dati generali**

Tipo opera: 2 - Opere ordinarie

Classe d'uso: Classe IV

Vita nominale: 50.0 [anni]

Vita di riferimento: 100.0 [anni]

**Parametri sismici su sito di riferimento**

Categoria sottosuolo: A

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.539	2.512	0.267
S.L.D.	101.0	0.755	2.482	0.288
S.L.V.	949.0	2.815	2.36	0.454
S.L.C.	1950.0	4.05	2.349	0.512

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

**RELAZIONE DI CALCOLO**

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.539	0.2	0.011	0.0055
S.L.D.	0.755	0.2	0.0154	0.0077
S.L.V.	2.815	0.3	0.0861	0.0431
S.L.C.	4.05	1.0	0.413	0.2065

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore strato [m]	Peso unità di volume [kN/m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturo [kN/m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq/s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
8.1	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	24.5	25.5	27.0	215.0	0.0	817000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE MCM Calcarenite fratturata

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	161.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	124.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	124.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	124.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

**Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze**

Nr	Correzione Sismica	Tangente angolo di resistenza al taglio	Coesione efficace	Coesione non drenata	Peso unità di volume in fondazione	Peso unità di volume copertura	Coeff. Rid. Capacità portante verticale	Coeff. Rid. Capacità portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

**CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma**

Autore: HANSEN (1970)

Carico limite [Qult] 18613.22 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto[Rd] 8092.71 kN/m<sup>2</sup>  
Tensione [Ed] 124.0 kN/m<sup>2</sup>  
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 150.11  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 744528.8 kN/m<sup>3</sup>

### A1+M1+R3

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

#### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 24.5 kN/m<sup>3</sup>  
Peso unità di volume saturo 25.5 kN/m<sup>3</sup>  
Angolo di attrito 27.0 °  
Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 13.2  
Fattore [Nc] 23.94  
Fattore [Ng] 9.32  
Fattore forma [Sc] 2.54  
Fattore profondità [Dc] 1.5  
Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0  
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bc] 1.0  
Fattore forma [Sq] 2.43  
Fattore profondità [Dq] 1.38  
Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0  
Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bq] 1.0  
Fattore profondità [Dg] 1.0  
Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0  
Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

RELAZIONE DI CALCOLO

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zq] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zg] 1.0  
Fattore correzione sismico inerziale [zc] 1.0

=====  
Carico limite 26717.62 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 11616.36 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata  
=====

**Sisma**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)  
=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO  
=====

Peso unità di volume 24.5 kN/m<sup>3</sup>  
Peso unità di volume saturo 25.5 kN/m<sup>3</sup>  
Angolo di attrito 27.0 °  
Coesione 215.0 kN/m<sup>2</sup>  
=====

Fattore [Nq] 13.2  
Fattore [Nc] 23.94  
Fattore [Ng] 9.32  
Fattore forma [Sc] 2.54  
Fattore profondità [Dc] 1.5  
Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0  
Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bc] 1.0  
Fattore forma [Sq] 2.43  
Fattore profondità [Dq] 1.38  
Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0  
Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0  
Fattore inclinazione base [Bq] 1.0  
Fattore profondità [Dg] 1.0  
Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0  
Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	0.3
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	0.27
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	0.84

=====

Carico limite	18613.22	kN/m <sup>2</sup>
Resistenza di progetto	8092.71	kN/m <sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====

**CEDIMENTI ELASTICI**

=====

Pressione normale di progetto	124.0	kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	4.0	m
Profondità substrato roccioso	20.0	m
Modulo Elastico	8170000.0	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.25	

=====

Coefficiente di influenza I1	0.23
Coefficiente di influenza I2	0.02
Coefficiente di influenza Is	0.25

=====

Cedimento al centro della fondazione	0.0	mm
--------------------------------------	-----	----

=====

Coefficiente di influenza I1	0.17	
Coefficiente di influenza I2	0.03	
Coefficiente di influenza Is	0.19	
Cedimento al bordo	0.0	mm

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

**17.5.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

## 17.6 VERIFICHE GEOTECNICHE POZZETTO DI MONTE 3

Per le caratteristiche dei terreni interessati e per la geometria del tombino, si rimanda ai capitoli precedenti.

### 17.6.1 Inviluppo delle sollecitazioni per la verifica

#### Pressioni massime su terreno

Combinazioni agli Stati Limite Ultimi

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	1	0.033
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	1	<b>0.039</b>

Combinazioni agli Stati Limite di Salvaguardia della Vita

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 314 335 179 422	4	-0.077
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	8	<b>0.132</b>

Combinazioni RARE Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	10	0.026
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	10	<b>0.030</b>

Combinazioni FREQUENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	11	0.026
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	11	<b>0.030</b>

Combinazioni QUASI PERMANENTI Stati Limite di Esercizio

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 422 179 183 423	12	0.026
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	12	<b>0.030</b>

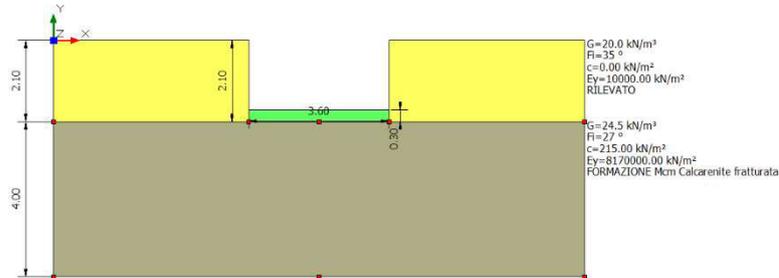
Combinazioni agli Stati Limite di Operatività

	Elemento	Combinazione	P [MPa]
--	----------	--------------	------------

RELAZIONE DI CALCOLO

Min	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 314 335 179 422	15	0.004
Max	Elemento a 4 nodi Sez. 2 Nodi: 338 303 452 182	19	0.052

17.6.2 Verifica di portanza



DATI GENERALI

Normativa NTC 2008

Larghezza fondazione	3.6	m
Lunghezza fondazione	1.0	m
Profondità piano di posa	2.1	m
Profondità falda	20.0	

SISMA

Accelerazione massima ( $a_{max}/g$ )	0.287
Effetto sismico secondo	Paolucci, Pecker (1997)
Coefficiente sismico orizzontale	0.0861

Coefficienti sismici [N.T.C.]

Dati generali

Tipo opera:	2 - Opere ordinarie
Classe d'uso:	Classe IV
Vita nominale:	50.0 [anni]
Vita di riferimento:	100.0 [anni]

Parametri sismici su sito di riferimento

Categoria sottosuolo: A

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Categoria topografica: T1

S.L. Stato limite	TR Tempo ritorno [anni]	ag [m/s <sup>2</sup> ]	F0 [-]	TC* [sec]
S.L.O.	60.0	0.539	2.512	0.267
S.L.D.	101.0	0.755	2.482	0.288
S.L.V.	949.0	2.815	2.36	0.454
S.L.C.	1950.0	4.05	2.349	0.512

**Coefficienti sismici orizzontali e verticali**

Opera: Stabilità dei pendii e Fondazioni

S.L. Stato limite	amax [m/s <sup>2</sup> ]	beta [-]	kh [-]	kv [sec]
S.L.O.	0.539	0.2	0.011	0.0055
S.L.D.	0.755	0.2	0.0154	0.0077
S.L.V.	2.815	0.3	0.0861	0.0431
S.L.C.	4.05	1.0	0.413	0.2065

**STRATIGRAFIA TERRENO**

Spessore [m]	Peso unità di volume [kN/ m <sup>3</sup> ]	Peso unità di volume saturato [kN/ m <sup>3</sup> ]	Angolo di attrito [°]	Coesione [kN/m <sup>2</sup> ]	Coesione non drenata [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Elastico [kN/m <sup>2</sup> ]	Modulo Edometrico [kN/ m <sup>2</sup> ]	Poisson	Coeff. consolidazione primaria [cmq /s]	Coeff. consolidazione secondaria	Descrizione
2.1	20.0	20.0	35.0	0.0	0.0	10000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	RILEVATO
4.0	24.5	25.5	27.0	215.0	0.0	817000.0	0.0	0.0	0.0	0.0	FORMAZIONE MCM Calcarenite fratturata

**Carichi di progetto agenti sulla fondazione**

Nr.	Nome combinazione	Pressione normale di progetto [kN/m <sup>2</sup> ]	N [kN]	Mx [kN·m]	My [kN·m]	Hx [kN]	Hy [kN]	Tipo
1	A1+M1+R3	39.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
2	Sisma	132.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Progetto
3	S.L.E.	30.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio
4	S.L.O.	52.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	Servizio

Sisma + Coeff. parziali parametri geotecnici terreno + Resistenze

**RELAZIONE DI CALCOLO**

N r	Correzion e Sismica	Tangent e angolo di resistenza al taglio	Coesion e efficace	Coesion e non drenata	Peso Unità volume in fondazion e	Peso unità volume copertur a	Coef. Rid. Capacità portant e vertical e	Coef.Rid.Capaci tà portante orizzontale
1	No	1	1	1	1	1	2.3	1.1
2	Si	1	1	1	1	1	2.3	1.1
3	No	1	1	1	1	1	1	1
4	No	1	1	1	1	1	1	1

CARICO LIMITE FONDAZIONE COMBINAZIONE...Sisma

Autore: Meyerhof and Hanna (1978)

Carico limite [Qult] 3457.07 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto[Rd] 1503.08 kN/m<sup>2</sup>  
Tensione [Ed] 132.0 kN/m<sup>2</sup>  
Fattore sicurezza [Fs=Qult/Ed] 26.19  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

COEFFICIENTE DI SOTTOFONDAZIONE BOWLES (1982)

Costante di Winkler 147581.0 kN/m<sup>3</sup>

**A1+M1+R3**

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)

=====

PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====

Peso unità di volume 20.0 kN/m<sup>3</sup>  
Angolo di attrito 35.0 °  
Coesione 0.0 kN/m<sup>2</sup>

=====

Fattore [Nq] 33.3  
Fattore [Nc] 46.12  
Fattore [Ng] 33.92  
Fattore forma [Sc] 3.6  
Fattore profondità [Dc] 1.23

RELAZIONE DI CALCOLO

Fattore inclinazione carichi [Ic]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gc]	1.0
Fattore inclinazione base [Bc]	1.0
Fattore forma [Sq]	3.52
Fattore profondità [Dq]	1.15
Fattore inclinazione carichi [Iq]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gq]	1.0
Fattore inclinazione base [Bq]	1.0
Fattore profondità [Dg]	1.0
Fattore inclinazione carichi [Ig]	1.0
Fattore inclinazione pendio [Gg]	1.0
Fattore inclinazione base [Bg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zq]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zg]	1.0
Fattore correzione sismico inerziale [zc]	1.0

=====  
Carico limite 5654.9 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto      2458.65      kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd]      Verificata  
=====

Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)  
=====

Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 33.3  
Fattore [Nc] 46.12  
Fattore [Ng] 10.18

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 13.2  
Fattore [Nc] 23.94  
Fattore [Ng] 2.93

Carico limite strato 2 (qb)      18217.26      kN/m<sup>2</sup>  
Carico limite strato 1 (qt)      3457.07      kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 889.15 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks) 8.14

Rapporto (q1/q2) 14.39

=====  
Carico limite 3457.07 kN/m<sup>2</sup>

Resistenza di progetto 1503.08 kN/m<sup>2</sup>

=====  
Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata  
=====

### Sisma

Autore: HANSEN (1970) (Condizione drenata)  
=====

### PARAMETRI GEOTECNICI DI CALCOLO

=====  
Peso unità di volume 20.0 kN/m<sup>3</sup>

Angolo di attrito 35.0 °

Coesione 0.0 kN/m<sup>2</sup>  
=====

Fattore [Nq] 33.3

Fattore [Nc] 46.12

Fattore [Ng] 33.92

Fattore forma [Sc] 3.6

Fattore profondità [Dc] 1.23

Fattore inclinazione carichi [Ic] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gc] 1.0

Fattore inclinazione base [Bc] 1.0

Fattore forma [Sq] 3.52

Fattore profondità [Dq] 1.15

Fattore inclinazione carichi [Iq] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gq] 1.0

Fattore inclinazione base [Bq] 1.0

Fattore profondità [Dg] 1.0

Fattore inclinazione carichi [Ig] 1.0

Fattore inclinazione pendio [Gg] 1.0

Fattore inclinazione base [Bg] 1.0

Fattore correzione sismico inerziale [zq] 0.65

RELAZIONE DI CALCOLO

Fattore correzione sismico inerziale [zg] 0.62

Fattore correzione sismico inerziale [zc] 0.84

=====  
Carico limite 3689.53 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 1604.14 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====  
Autore: Meyerhof and Hanna (1978) (Condizione drenata)

=====  
Strato 1 sopra, strato 2 sotto

Fattori di capacità portante strato 1

Fattore [Nq] 33.3

Fattore [Nc] 46.12

Fattore [Ng] 10.18

Fattori di capacità portante strato 2

Fattore [Nq] 13.2

Fattore [Nc] 23.94

Fattore [Ng] 2.93

Carico limite strato 2 (qb) 18217.26 kN/m<sup>2</sup>

Carico limite strato 1 (qt) 3457.07 kN/m<sup>2</sup>

Incremento carico limite strato 1 889.15 kN/m<sup>2</sup>

Coefficiente di punzonamento (ks) 8.14

Rapporto (q1/q2) 14.39

=====  
Carico limite 3457.07 kN/m<sup>2</sup>  
Resistenza di progetto 1503.08 kN/m<sup>2</sup>

Condizione di verifica [Ed<=Rd] Verificata

=====  
**CEDIMENTI ELASTICI**  
=====

**RELAZIONE DI CALCOLO**

Pressione normale di progetto	261.0	kN/m <sup>2</sup>
Spessore strato	4.0	m
Profondità substrato roccioso	20.0	m
Modulo Elastico	8170000.0	kN/m <sup>2</sup>
Coefficiente di Poisson	0.25	

=====

Coefficiente di influenza I1	0.19
Coefficiente di influenza I2	0.02
Coefficiente di influenza Is	0.2

=====

Cedimento al centro della fondazione	0.01	mm
--------------------------------------	------	----

=====

Coefficiente di influenza I1	0.13	
Coefficiente di influenza I2	0.03	
Coefficiente di influenza Is	0.15	
Cedimento al bordo	0.01	mm

=====

I cedimenti sono ritenuti perfettamente compatibili con lea funzionalità dell'opera.

**17.6.3 Verifica di galleggiamento**

La verifica viene trascurata, dato che dalle indagini geologiche svolte, non si è rinvenuta falda a profondità interferenti con l'opera in progetto.

## 18 SINTESI DEI RISULTATI

Per maggiore chiarezza nella lettura dei tabulati di calcolo e nell'interpretazione dei risultati delle verifiche si esplicitano i seguenti aspetti riguardanti le armature degli elementi strutturali.

### 18.1 SOLETTE FONDAZIONE

#### 18.1.1 Tombino

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.1.2 Pozzetto valle

La platea di fondazione in c.a. (sp= 40cm): armata con  $\emptyset 20/15$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.1.3 Pozzetto monte 1

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.1.4 Pozzetto monte 2

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.1.5 Pozzetto monte 3

La platea di fondazione in c.a. (sp= 30cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

### 18.2 PARETI

#### 18.2.1 Tombino

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.2.2 Pozzetto valle

Le pareti in c.a (sp = 40 cm): armata con  $\emptyset 20/15$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/15$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.2.3 Pozzetto monte 1

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.2.4 Pozzetto monte 2

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

#### 18.2.5 Pozzetto monte 3

Le pareti in c.a (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/20$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 20/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

### 18.3 SOLETTA COPERTURA

La soletta di copertura in c.a. (sp = 30 cm): armata con  $\emptyset 20/12$  superiormente ed inferiormente in direzione trasversale all'asse e con  $\emptyset 10/20$  superiormente e inferiormente in direzione longitudinale all'asse.

### 18.4 CONTROLLO DETTAGLI COSTRUTTIVI

**Min 0,2%**

**Max 4%**

**SP 40cm**

Massimo ( $\emptyset 20/15$ )

%max,d 1,204277 - percentuale massima di progetto  
verificato

Minimo ( $\emptyset 10/20$ )

%min,d 0,235619 - percentuale minima di progetto  
verificato

**SP 30cm**

Massimo ( $\emptyset 20/20$ )

%max,d 1,256637 - percentuale massima di progetto  
verificato

Minimo( $\emptyset 10/20$ )

%min,d 0,314159 - percentuale minima di progetto  
verificato

La verifica dello spessore minimo viene omessa in quanto trattasi di strutture scatolari non adibite ad uso abitativo e quindi non soggette a limite minimo così come indicato dal TU 2008 al 7.4.6.1.4.

## 19 ACCETTABILITA' DEI CALCOLI

Per il controllo di accettabilità dei calcoli, si confronta il taglio in soletta dello scatolare ottenuto da semplici calcoli con il taglio ottenuto dall'output del software. Ciò permetterà di controllare il buon funzionamento di:

- Modellazione geometrica
- Modellazione dei vincoli
- Modellazione dei carichi
- Modellazione delle combinazioni di carico

Di seguito i dati necessari al calcolo manuale:

- (S) Spessore soletta=30cm  
(l) Larghezza di calcolo soletta=100cm  
(L) Lunghezza frame soletta=240cm  
(G1k) Peso strutturale=25x0,3=7,5kN/m  
(G2k) Peso ricoprimento=60kN/m  
(Q1k) Tandem=27,30kN/m  
(Q2k) Distribuito=9kN/m

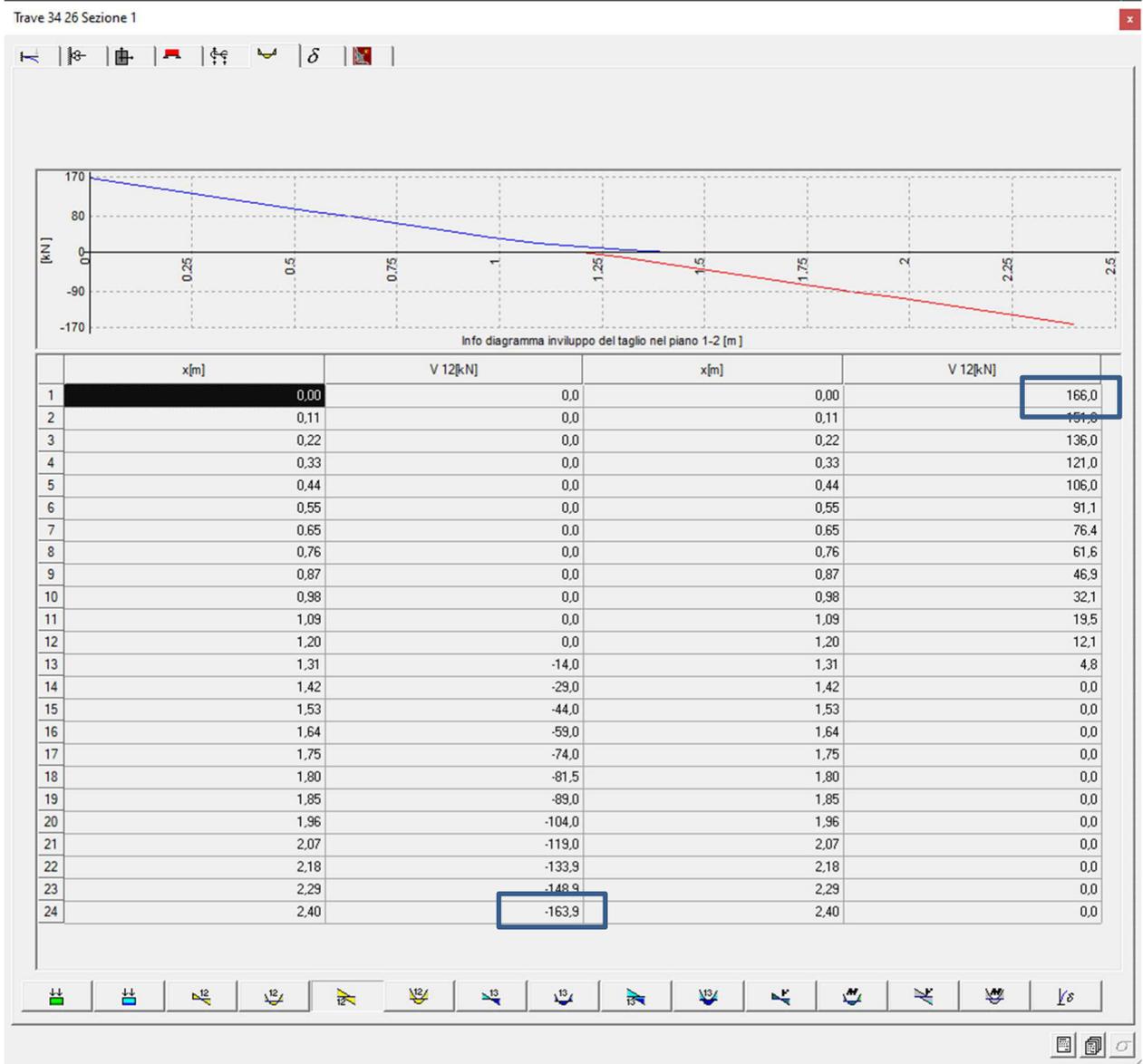
Si esegue la combinazione delle azioni per ottenere il carico distribuito totale:

$$P=1,35 \times 7,5 + 1,35 \times 60 + 1,25 \times 27,30 + 1,5 \times 9 = 135,34 \text{ kN/m}$$

$$V_{\max} = (P \times L) / 2 = 162,41 \text{ kN}$$

Si riporta un estratto del software:

**RELAZIONE DI CALCOLO**



I risultati sono del tutto in linea con i calcoli eseguiti a mano.

## 20 LICENZA SOFTWARE



## LICENZA DI PRODOTTO

Numero di serie: **8904 CPRGTT**

# N.01 WinStrand 2021

Data di acquisto: 16 06 2021

Utente: **Cooprogetti società cooperativa**

Indirizzo: Via della Piaggiola, 152

Città: 06024 Gubbio (PG)

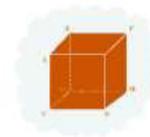
Codice Fiscale: 00424850543

Partita I.V.A.: 00424850543

E-mail: assistenza@cooprogetti.it

Analisi Strutturale:	SI	Verifica Sezioni Miste:	SI
Verifica e Disegno CA:	SI	Verifica e Disegno Lastre:	SI
Verifiche Acciaio:	SI	Compositore Profili:	SI
Estensione G.D.L.:	SI	Gestore Sezioni C.A.:	SI
Pali:	SI	Verifiche e Disegno Nodi Acciaio:	NO
Preflex:	SI	Supporto Chiave Monoutente:	SI
Supporto Condivisione Software:	SI	Geo Fondazioni:	NO
Analisi non lineare:	SI	Murature:	SI
Verifica Resistenza al Fuoco:	SI	Edifici Esistenti:	SI
Verifica Aste Legno:	SI	Solai C.A.:	NO
Verifiche Acciaio Americane:	NO	Solaio Misto Legno Calcestruzzo:	NO
Verifiche Acciaio Australiane:	NO		

Scadenza InForma: **30 06 2022**



ENEXSYS S.R.L. - Via Tizzano 46/2 - 40033 Casalecchio di Reno Tel 051/57.65.05 Fax 051/57.60.06