

# APPALTO INTEGRATO PER LA PROGETTAZIONE E LA REALIZZAZIONE

volumi di accumulo dei reflui presso la sezione di chiusura del bacino fognario Ausa, a salvaguardia della balneazione, comprese le relative opere elettromeccaniche e la sola realizzazione delle opere di sistemazione architettonica e paesaggistica di Piazzale Kennedy a Rimini - CUP: H97h14000700005 CIG: 6281189921

R.T.I.



R.T.P.



Legale rappresentante:  
dott. ing. Francesco Viero



Legale rappresentante:  
dott. ing. Gianfranco Marchi



Legale rappresentante:  
dott. ing. Roberto Tassinari

Responsabile generale  
della progettazione:  
dott. ing. Guido Zanovello



Responsabile delle  
integrazioni specialistiche:  
dott. ing. Fabrizio Parboni Arquati



Responsabile della  
progettazione strutturale:  
dott. ing. Francesco Viero



Co-responsabile della  
progettazione strutturale:  
dott. ing. Roberto Tassinari



Responsabile della  
progettazione geotecnica:  
dott. ing. Gianfranco Marchi



Relazione studi ed attività  
inerenti la geologia:  
dott. geol. Gianluca Benedetti



## PROGETTO ESECUTIVO

3	04/08/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Revisione
2	06/07/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Revisione
1	20/04/2016	CMC	CMC - M.B.	L.Z.	Emissione Prog. Esec.
REV.	DATA (DATE)	REDATTO (DRWN)	CONTROL. (CHCK'D)	APPROVATO (APPR'D)	DESCRIZIONE (DESCRIPTION)

FUNZIONE O SERVIZIO (DEPARTMENT)

**INGEGNERIA ACQUA**

**PROGETTAZIONE IMPIANTI ACQUA**

DENOMINAZIONE IMPIANTO O LAVORO (PLANT OR PROJECT DESCRIPTION)

**PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA**


IDENTIFICATIVO IMPIANTO (PLANT IDENTIFIER)	WBS <b>R.2150.11.03.00065</b>	CODICE CUP (CUP CODE) <b>H97H14000700005</b>
	CODICE DOCUMENTO (CODE) <b>C00RC05</b>	N° COMMESSA (JOB N.) <b>11300273776</b>
	ID DOCUMENTO (DOCUMENT ID)	NOME FILE (FILE NAME) <b>C00RC05_REL_CALCOLO_STR</b>
<p><b>HERA S.p.A.</b> Holding Energia Risorse Ambiente Viale Carlo Berti Pichat 2/4 - 40127 Bologna tel. 051.287.111 fax 051.287.525 <a href="http://www.gruppohera.it">www.gruppohera.it</a></p>	DENOMINAZIONE DOCUMENTO (DOCUMENT DESCRIPTION) <b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>	
	SCALA (SCALE) --	DI (LAST) <b>313</b>



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>2</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					


<b>1</b>	<b>DESCRIZIONE GENERALE DELL' OPERA E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, ANALISI E VERIFICA.....</b>	<b>6</b>
1.1	DESCRIZIONE GENERALE DELL' OPERA.....	6
1.2	CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE .....	7
1.2.1	VITA NOMINALE DELL' OPERA STRUTTURALE .....	8
1.2.2	CLASSE D' USO DELL' OPERA STRUTTURALE.....	8
1.2.3	PERIODO DI RIFERIMENTO PER L' AZIONE SISMICA .....	9
1.3	CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL' INTERVENTO SU EDIFICIO ESISTENTE.....	9
1.4	QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO .....	9
1.5	AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE .....	10
1.5.1	CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI.....	10
1.5.2	PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE .....	10
1.5.3	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	11
1.5.4	CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI .....	11
1.5.5	AZIONE SISMICA.....	11
1.5.6	AZIONE DELLA NEVE .....	15
1.5.7	AZIONE DEL VENTO .....	15
1.5.8	ANALISI DEI PRINCIPALI CARICHI DA SOLAIO.....	16
<b>2</b>	<b>MODELLO NUMERICO E PARAMETRI DI CALCOLO.....</b>	<b>20</b>
2.1	METODOLOGIA DI MODELLAZIONE ED ANALISI.....	20
2.2	MODELLI DI CALCOLO SEMPLIFICATI .....	20
2.3	MODELLO DI CALCOLO GLOBALE.....	20
2.4	TIPOLOGIA STRUTTURALE ADOTTATA .....	21
2.4.1	VASCHE INTERRATE E NUOVO CANALE AUSA.....	21
2.4.2	STRUTTURE FUORI TERRA.....	21
2.5	INFORMAZIONE SUL CODICE DI CALCOLO .....	22
<b>3</b>	<b>MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETA' MECCANICHE .....</b>	<b>23</b>
3.1	STRUTTURE DI COPERTURA VASCA DI LAMINAZIONE E DI PRIMA PIOGGIA.....	28
<b>4</b>	<b>GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI .....</b>	<b>30</b>
<b>5</b>	<b>COPERTURA FUORI TERRA SU VASCA DI PRIMA PIOGGIA .....</b>	<b>32</b>
5.1	MODELLO NUMERICO .....	32
5.2	AZIONI DI PROGETTO.....	33
5.3	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	37
5.4	RISPOSTA MODALE .....	41
5.5	TAGLI ALLA BASE .....	44
5.6	VERIFICA DELLE NON LINEARITA' GEOMETRICHE.....	46
5.7	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	47
5.8	INVILUPPI E VERIFICHE SOLAIO DI COPERTURA .....	48
5.8.1	VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	48
5.8.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	51
5.8.3	VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI SULLA SOLETTA SUPERIORE AGLI SLU ....	54



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>3</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					


<b>5.9</b>	<b>INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DEI PILASTRI .....</b>	<b>56</b>
<b>5.10</b>	<b>INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DELLA PARETE DI TESTATA LATO MONTE .....</b>	<b>62</b>
5.10.1	VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	62
5.10.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	65
<b>5.11</b>	<b>INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DELLA PARETE DI TESTATA LATO MARE.....</b>	<b>67</b>
5.11.1	VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	67
5.11.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	70
<b>5.12</b>	<b>INVILUPPI E VERIFICHE TRAVE ZONA BOTOLE .....</b>	<b>73</b>
5.12.1	VERIFICA FLESSIONE E TAGLIO AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	73
5.12.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	77
<b>6</b>	<b>COPERTURA FUORI TERRA SU VASCA DI LAMINAZIONE .....</b>	<b>79</b>
6.1	MODELLO NUMERICO .....	79
6.2	AZIONI DI PROGETTO.....	80
6.3	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	83
6.4	RISPOSTA MODALE .....	88
6.5	TAGLI ALLA BASE .....	91
6.6	VERIFICA DELLE NON LINEARITA' GEOMETRICHE.....	93
6.7	VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO.....	94
6.8	INVILUPPI E VERIFICHE SOLAIO DI COPERTURA .....	95
6.8.1	VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	95
6.8.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	99
6.8.3	VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI SULLA SOLETTA SUPERIORE AGLI SLU ..	102
6.9	INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DEI PILASTRI .....	104
6.10	INVILUPPI E VERIFICHE PARETI TORRINO.....	109
6.10.1	VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	109
6.10.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	112
<b>7</b>	<b>MODELLO COMPLESSIVO DELLA STRUTTURA .....</b>	<b>115</b>
7.1	MODELLO NUMERICO .....	115
7.2	AZIONI DI PROGETTO.....	120
7.3	COMBINAZIONE DELLE AZIONI.....	129
7.4	RISPOSTA MODALE .....	132
7.5	TAGLI ALLA BASE .....	137
7.6	VERIFICA SOLETTE DI COPERTURA.....	139
7.6.1	VERIFICA SOLETTA LATO VASCA DI PRIMA PIOGGIA.....	139
7.6.2	VERIFICA SOLETTA LATO VASCA DI PRIMA PIOGGIA DI CHIUSURA DEL FORO.....	146
7.6.3	VERIFICA SOLETTA LATO VASCA DI LAMINAZIONE .....	149
7.6.4	VERIFICA AL PUNZONAMENTO BARRETTE .....	165
7.6.5	VERIFICA SOLETTA DI COPERTURA NUOVO CANALE AUSA.....	167
7.6.6	VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI DELLA COPERTURA SULLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA .....	179



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>4</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					


7.6.7	VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI DELLA COPERTURA SULLA VASCA DI LAMINAZIONE.....	181
<b>7.7</b>	<b>VERIFICA CON CARICHI MOBILI .....</b>	<b>183</b>
<b>7.8</b>	<b>VERIFICA SOLETTA DI FONDO CANALE AUSA .....</b>	<b>186</b>
7.8.1	VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO.....	186
7.8.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	190
<b>7.9</b>	<b>VERIFICHE PILASTRATE .....</b>	<b>193</b>
<b>7.10</b>	<b>VERIFICHE MURI TORRINO SOTTO LA SOLETTA DI COPERTURA.....</b>	<b>198</b>
7.10.1	VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO .....	198
7.10.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	201
<b>7.11</b>	<b>VERIFICA PARETE DESTRA IDRAULICA CANALE AUSA .....</b>	<b>204</b>
7.11.1	VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO.....	204
7.11.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	210
<b>7.13</b>	<b>VERIFICA PARETE SINISTRA IDRAULICA CANALE AUSA .....</b>	<b>213</b>
7.13.1	VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO.....	213
7.13.2	VERIFICA A FESSURAZIONE .....	217
<b>7.14</b>	<b>VERIFICA DELLA SOLETTA DI COPERTURA IN FASE DI REALIZZAZIONE.....</b>	<b>222</b>
<b>8</b>	<b>PLATEEE DI FONDAZIONE .....</b>	<b>228</b>
8.1	DESCRIZIONE DELL'OPERA .....	228
8.2	MODELLO DI CALCOLO .....	228
8.3	ANALISI DEI CARICHI .....	230
8.4	PRINCIPALI RISULTATI OTTENUTI .....	231
8.5	VERIFICHE PLATEA .....	235
8.5.1	Verifica armature a momento positivo (armatura inferiore) .....	238
8.5.2	Verifica armature a momento negativo (armatura superiore).....	239
8.5.3	Verifica a taglio .....	240
<b>9</b>	<b>VERIFICHE BARRETTE.....</b>	<b>241</b>
<b>10</b>	<b>VERIFICHE DIAFRAMMI PERIMETRALI.....</b>	<b>242</b>
10.1	SOLLECITAZIONI NON FATTORIZZATE .....	242
10.1.1	SOLLECITAZIONI SLU - SLV .....	243
10.2	VERIFICHE DIAFRAMMA .....	248
10.2.1	Verifiche SLU - SLV .....	248
10.2.2	Verifiche SLE – limitazione tensioni.....	251
10.2.3	Verifiche SLE – verifica di fessurazione .....	252
<b>11</b>	<b>PARATIA DI SOSTEGNO DEL LUNGOMARE .....</b>	<b>255</b>
11.1	SOLLECITAZIONI SLU - SLV .....	256
11.2	VERIFICA DELLE PALANCOLE PU18.....	258
11.3	VERIFICA DEI TIRANTI.....	260
11.4	VERIFICA DEI PUNTONI IN C.C.A. E DEL CORDOLO DI RIPARTIZIONE.....	261
11.5	VERIFICA DELLA TRAVE DI RIPARTIZIONE.....	263
11.6	VERIFICA DELLA TRAVE DI CORONAMENTO .....	265



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>5</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

<b>12</b>	<b>OPERE PROVVISORIALI.....</b>	<b>269</b>
12.1	PALANCOLATI DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI.....	269
<b>13</b>	<b>VERIFICA STRUTTURE SECONDARIE .....</b>	<b>272</b>
13.1	GRADONATE ESTERNE.....	272
13.2	STRUTTURE VANO ASCENSORE.....	275
13.2.1	LAMIERA GRECAT.....	275
13.2.2	VERIFICA BALLATOIO .....	276
13.2.3	VERIFICA MENSOLA.....	278
13.2.4	VERIFICA PARAPETTO .....	280
13.2.5	VERIFICA BARACCATURA LATERALE .....	281
13.3	VERIFICA BARACCATURA PER SOSTEGNO LAMIERA STIRATA.....	282
13.4	VERIFICA GRIGLIATO METALLICO VASCA DI LAMINAZIONE A QUOTA Q = -1.88 .....	285
13.4.1	VERIFICA DEI NODI PRINCIPALI .....	296
13.5	VERIFICA SCALA IN C.A. DI SERVIZIO .....	298
13.6	VERIFICA COLLEGAMENTO PLATEA – DIAFRAMMA .....	305
13.7	VERIFICA COLLEGAMENTO PLATEA BARRETTE .....	307
13.7.1	Platea di spessore 60cm .....	307
13.7.2	Platea di spessore 100cm .....	308
<b>14</b>	<b>IMPERMEABILITA' E DURABILITA' DELLE STRUTTURE.....</b>	<b>311</b>
14.1	PLATEA DI FONDO E CONTRO-PARETI PERIMETRALI.....	311
14.2	DIAFRAMMI PERIMETRALI.....	311
14.3	ELEMENTI INTERNI DI CONTRASTO.....	311
14.4	BARRETTES.....	311
14.5	SOLETTA DI COPERTURA DELLA VASCA.....	311
14.6	PARETI TORRINO E CAMERA ASCIUTTA .....	312
14.7	ULTERIORI ACCORGIMENTI IN MERITO ALL'IMPERMEABILITÀ .....	312



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>6</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 1 DESCRIZIONE GENERALE DELL' OPERA E CRITERI GENERALI DI PROGETTAZIONE, ANALISI E VERIFICA.

### 1.1 DESCRIZIONE GENERALE DELL' OPERA

La presente relazione è relativa al progetto strutturale per la costruzione di due grandi vasche interrate, situate in Comune di Rimini, in piazzale Kennedy.

Le due vasche svolgeranno rispettivamente la funzione di vasca di prima pioggia e di vasca di laminazione nei confronti delle acque provenienti dallo scatolare del torrente AUSA.

Lo scatolare che attualmente attraversa la piazza e raggiunge lo sbocco a mare superando un locale paratoie avente la funzione di governarne lo scarico, sarà deviato durante le prime fasi di realizzazione dell'opera ma poi verrà mantenuto con tracciato e forma simili all'attuale.

Le due vasche saranno realizzate all'interno di un perimetro di diaframmi in c.a. avente pianta pressoché rettangolare e che realizzeranno l'involucro esterno; la separazione delle vasche è ottenuta con una parete di diaframmi che nella parte superiore funge anche da parete dello scatolare. Lo scatolare viene sostenuto da un lato con la parete che separa le due vasche dall'altro con appositi barretts (pilastri).

Le fasi costruttive hanno notevole impatto sullo stato tensionale finale e determinano situazioni temporanee meritevoli di attente verifiche. La relazione esamina tutte le condizioni critiche sia temporanee che definitive.

In estrema sintesi, con riferimento alle fasi esecutive si indicano le principali verifiche eseguite.

Fase 1:

- Realizzazione dei diaframmi: non necessita alcuna verifica non essendovi variazione delle spinte del terreno e di quella idrostatica.

Fase 2:

- Scavo fino a quota - 3.50 e abbassamento della falda fino a -4.00 m: verifica diaframmi a sbalzo.

Fase 3:

- Realizzazione della soletta a quota +1.60 m con forometria per costruzione e definitiva: verifica della soletta

Fase 4:

Scavo fino all'intradosso della platea di fondo:  
verifica dello stato tensionale nei diaframmi, verifica nei confronti del sollevamento del fondo, verifica a sifonamento. Sono stati anche valutati gli effetti degli scavi sulle costruzioni vicine.


Fase 5:

Realizzazione della platea di fondo:  
verifica dello stato tensionale nei diaframmi, nella condizione finale sia a tempo 0 (fine costruzione che a tempo infinito).

Fase 6:

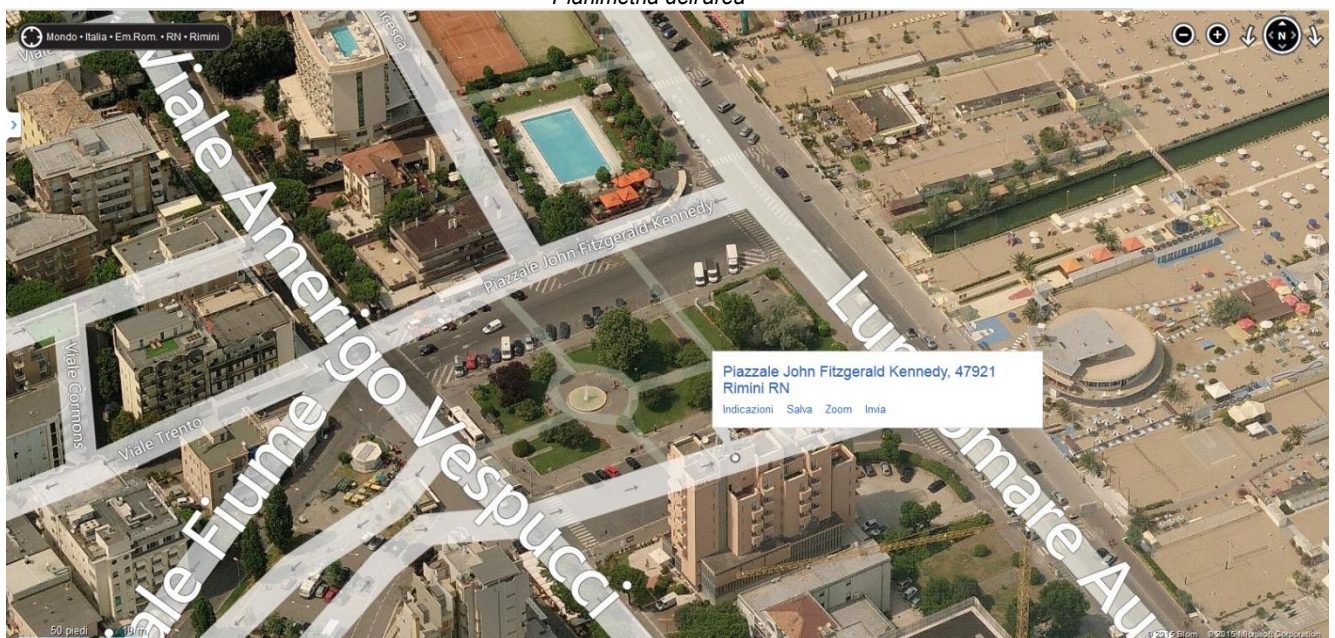
Realizzazione delle strutture sopra la soletta + 1.60.  
Verifica dello stato tensionale in condizione statica e sismica.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	7
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				



Planimetria dell'area



Vista panoramica dell'area

## 1.2 CRITERI DI BASE PER LA PROGETTAZIONE SISMICA DELLE STRUTTURE

La progettazione della struttura è stata eseguita con riferimento alla Norme Tecniche per le Costruzioni del 2008 (NTC 2008).

Le verifiche sono state eseguite con il metodo semiprobabilistico agli Stati Limite. Questo metodo si basa sulla valutazione della sicurezza in termini di probabilità di crisi della struttura, la quale deve risultare minore di una probabilità di riferimento prevista dalla norma. Le incertezze che si



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>8</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

riscontrano nello studio derivano da come vengono valutate le caratteristiche resistenti e sollecitanti e dal modello adottato per il calcolo.

La determinazione delle sollecitazioni a cui è sottoposta la struttura, per effetto del peso proprio e delle altre azioni agenti dovute ai carichi permanenti ed accidentali, è stata effettuata con i metodi classici della Scienza delle Costruzioni. Più precisamente, sono state ritenute valide le ipotesi di base della teoria tecnica della trave per quanto riguarda gli elementi prismatici (travi e pilastri) che costituiscono i telai; si è proceduto in base a considerazioni di equilibrio nei casi in cui questo era possibile (elementi isostatici).

Le analisi vengono effettuate per lo Stato Limite di salvaguardia della vita (SLV) sia in condizioni sismiche che per lo Stato Limite di Danno (SLD) e per lo Stato Limite di Esercizio (SLE). In particolare, nella condizione eccezionale per sisma, lo SLV consiste nel verificare che, sotto l'effetto dell'azione sismica di progetto, la struttura, pur subendo danni gravi, mantenga una residua resistenza e rigidità nei confronti delle azioni orizzontali e l'intera capacità portante nei confronti dei carichi verticali. Lo SLD verifica, invece, che la costruzione, nel suo complesso, compresi gli impianti, non subisca danni gravi a seguito di eventi sismici che abbiano una probabilità di accadimento minore rispetto allo SLV. Le sollecitazioni dovute all'azione sismica sono state valutate mediante analisi dinamica modale lineare, secondo quanto prescritto dalle norme.

### 1.2.1 VITA NOMINALE DELL' OPERA STRUTTURALE

Il D.M. 2008, al punto 2.4.1, individua la vita nominale di un'opera strutturale sulla base del tipo di costruzione. La vita nominale di un'opera strutturale è intesa come il numero di anni nel quale la struttura, purché soggetta alla manutenzione ordinaria, deve potere essere usata per lo scopo al quale è destinata. La vita nominale individuata per la progettazione dell'opera in esame è di **50 anni**, in accordo con quanto previsto dal D.M. 14/01/2008 per le opere ordinarie.

TIPI DI COSTRUZIONE		Vita Nominale $V_N$ (in anni)
1	Opere provvisorie – Opere provvisionali – Strutture in fase costruttiva	$\leq 10$
2	<b>Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale</b>	<b><math>\geq 50</math></b>
3	Grandi opere, ponti, opere infrastrutturali e dighe di grandi dimensioni o di importanza strategica	$\geq 100$

### 1.2.2 CLASSE D' USO DELL' OPERA STRUTTURALE


Il D.M. 2008, al punto 2.4.2, suddivide le costruzioni in classi d'uso, in presenza di azione sismica, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso. In presenza di azioni sismiche, con riferimento alle conseguenze di una interruzione di operatività o di un eventuale collasso, le costruzioni sono divise in classi d'uso così definite (§ 2.4.2 NTC 08).

*Classe I: Costruzioni con presenza solo occasionale di persone, edifici agricoli.*

*Classe II: Costruzioni il cui uso preveda normali affollamenti, senza contenuti pericolosi per l'ambiente e senza funzioni pubbliche e sociali essenziali. Industrie con attività non pericolose per l'ambiente. Ponti, opere infrastrutturali, reti viarie non ricadenti in Classe d'uso III o in Classe d'uso IV, reti ferroviarie la cui interruzione non provochi situazioni di emergenza. Dighe il cui collasso non provochi conseguenze rilevanti.*

**Classe III: Costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi. Industrie con attività pericolose per l'ambiente. Reti viarie extraurbane non ricadenti in Classe d'uso IV. Ponti e reti ferroviarie la cui interruzione provochi situazioni di emergenza. Dighe rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso.**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>9</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

*Classe IV: Costruzioni con funzioni pubbliche o strategiche importanti, anche con riferimento alla gestione della protezione civile in caso di calamità. Industrie con attività particolarmente pericolose per l'ambiente. Reti viarie di tipo A o B, di cui al D.M. 5 novembre 2001, n. 6792, "Norme funzionali e geometriche per la costruzione delle strade", e di tipo C quando appartenenti ad itinerari di collegamento tra capoluoghi di provincia non altresì serviti da strade di tipo A o B. Ponti e reti ferro viarie di importanza critica per il mantenimento delle vie di comunicazione, particolarmente dopo un evento sismico.*

*Dighe connesse al funzionamento di acquedotti e a impianti di produzione di energia elettrica.*

Le attività presenti nella struttura in questione, a seguito della realizzazione della nuova piazza sovrastante alla vasche ed ai vani impiantistici, dei percorsi e dell' anfiteatro a gradoni lato mare, fanno ricadere la struttura nella classificazione di **classe d'uso III**.

### 1.2.3 PERIODO DI RIFERIMENTO PER L' AZIONE SISMICA

Le azioni sismiche su ciascuna costruzione vengono valutate in relazione ad un periodo di riferimento  $V_R$  che si ricava, per ciascun tipo di costruzione, moltiplicandone la vita nominale  $V_N$  per il coefficiente d'uso  $C_U$  (§ 2.4.3 NTC 08):  $V_R = V_N \cdot C_U$ . Il valore del coefficiente d'uso è definito, al variare della classe d'uso, come mostrato in Tab 2.4. II NTC 08:

Classi d'uso	I	II	III	IV
Coefficiente $C_U$	0.7	1.0	<b>1.5</b>	2.0

Il periodo di riferimento per il fabbricato in esame vale  $V_R = 50 \cdot 1.5 = 75$  anni.

### 1.3 CONSIDERAZIONI IN MERITO ALL' INTERVENTO SU EDIFICIO ESISTENTE

Le nuove strutture che vengono dimensionate nell'intervento in questione si inseriscono in un contesto generale di strutture esistenti che verranno demolite per lasciare spazio ai nuovi impianti; nell' insieme delle lavorazioni previste.

Non sono previste ristrutturazioni di strutture esistenti in quanto per il canale AUSA si prevede una deviazione provvisoria, la demolizione dello scatolare e del locale paratoie, la realizzazione dei "barretes" (pannelli di diaframma) che sosterranno la struttura definitiva completamente nuova.

In sostanza i lavori avranno di massima il seguente svolgimento (per maggiore dettaglio vedi cronoprogramma e relazione generale):

- Deviazione del canale esistente
- Realizzazione delle fondazioni profonde per il sostegno del canale
- Realizzazione delle strutture del canale nella posizione definitiva compreso l'alloggiamento e il montaggio delle nuove paratoie
- Completamento delle fondazioni profonde (diaframmi e barretes)
- Realizzazione della soletta a quota +160 m prevedendo le riserve necessarie per lo scavo in top-down.
- Scavo in top down
- Realizzazione della soletta di fondo
- Completamento delle strutture interne e esterne.


**Le strutture definitive sono tutte di nuova realizzazione.**

### 1.4 QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO ADOTTATO

I criteri di progettazione, dimensionamento e verifica sono conformi alle seguenti direttive:

- D.M. 14.1.2008 – "Norme tecniche per le costruzioni".



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>10</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

- Circolare 2 febbraio 2009, n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti approvata dal Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici - "Istruzioni per l'applicazione delle Nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008".

In mancanza di una precisa indicazione delle NTC 2008, e rifacendosi al capitolo 1 delle medesime norme che riporta *"...per quanto non espressamente specificato nel presente documento ci si può riferire a normative di comprovata validità ..... In particolare quelle fornite dagli Eurocodici con le relative Appendici Nazionali che costituiscono indicazioni di comprovata validità e forniscono il sistematico supporto applicativo alle presenti norme."*

- UNI EN 1991 – EC1 – “Azioni sulle strutture”
- UNI EN 1992 – EC2 – “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”
- UNI EN 1993 – EC3 – “Progettazione delle strutture in acciaio”
- UNI EN 1997 – EC7 – “Progettazione geotecnica”
- UNI EN 1998 – EC8 – “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”
- UNI EN 206-1/2006 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità”.
- UNI EN 11104/2004 – “Calcestruzzo: specificazione, prestazione, produzione e conformità – Istruzioni complementari per l'applicazione della EN 206-1”.
- UNI 9503/2007 – “Procedimento analitico per valutare la resistenza al fuoco degli elementi costruttivi d'acciaio”.
- D.M. 16.02.07 – “Classificazione e resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione”.
- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

## 1.5 AZIONI DI PROGETTO SULLA COSTRUZIONE

Il progetto e la verifica degli elementi strutturali seguono il Metodo Semi-Probabilistico agli Stati Limite. Le condizioni elementari di carico vengono cumulate secondo combinazioni di carico tali da risultare le più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, determinando quindi le azioni di calcolo da utilizzare per le verifiche allo Stato Limite Ultimo (SLU) e Stato Limite di Esercizio (SLE).

La normativa fondamentale a cui far riferimento per la preventiva determinazione dei carichi è il D.M. 14 Gennaio 2008 “Nuove Norme Tecniche per le Costruzioni”.

Il Testo Unico ha l'obiettivo di identificare in modo chiaro i livelli di sicurezza e le prestazioni delle costruzioni, unifica sia le norme relative al comportamento e resistenza dei materiali e delle strutture, sia quelle relative alla definizione delle azioni e dei loro effetti sulle strutture stesse. La valutazione della resistenza e delle azioni può essere così sviluppata in maniera coerente ed armonica, da costituire un sistema completo in cui possa raggiungere significatività, coerenza ed affidabilità, la valutazione della sicurezza delle costruzioni ai fini della Pubblica incolumità.

### 1.5.1 CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI


Le condizioni elementari di carico considerate nella progettazione della struttura in esame sono le seguenti:

- peso proprio delle strutture;
- carichi permanenti non strutturali;
- neve;
- vento;
- azione sismica;
- carichi accidentali

### 1.5.2 PESO PROPRIO DELLE STRUTTURE

Il P.P. viene definito in funzione delle dimensioni degli elementi strutturali e del peso specifico del materiale:



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>11</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

$$\gamma_{cls} = 25.00 \text{ kN/m}^3$$

$$\gamma_{acciaio} = 78.50 \text{ kN/m}^3$$

### 1.5.3 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

### 1.5.4 CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI

Il peso proprio degli elementi non strutturali viene valutato in modo indipendente e nominalmente applicato alla struttura. Nell'analisi sismica, i sovraccarichi permanenti sono considerati masse applicate agli elementi strutturali e partecipanti alla massa totale dell'opera.

### 1.5.5 AZIONE SISMICA

Per le strutture oggetto di verifica, si è optato per assumere per la definizione dell'azione sismica di riferimento una vita nominale pari a 50 anni, così come previsto al punto 2.4.1 del D.M. 14/01/2008 per "Opere ordinarie, ponti, opere infrastrutturali e dighe di dimensioni contenute o di importanza normale" considerando l'attività residenziale come discriminante. Ai sensi del punto 2.4.2 del D.M. 14/01/2008, si adotta quale classe d'uso del nuovo fabbricato, la Classe III "costruzioni il cui uso preveda affollamenti significativi".

Il periodo di riferimento per la definizione dell'azione sismica si assume pertanto pari a  $V_R = V_N \times C_U = 75$  anni, con  $C_U = 1.5$  per strutture di classe d'uso III.

#### 1.5.5.1 Parametri per la definizione dell'azione sismica

Le azioni sismiche di progetto, in base alle quali valutare il rispetto dei diversi stati limite considerati, si definiscono a partire dalla "pericolosità sismica di base" del sito di costruzione. Essa costituisce l'elemento di conoscenza primario per la determinazione delle azioni sismiche.

Nel D.M. 14 gennaio 2008 la definizione della pericolosità sismica è fatta mediante un approccio "sito dipendente", a differenza delle norme precedenti (D.M. 16 gennaio 1996 e D.M. 15 settembre 2005/Ordinanza PCM 3431) per le quali si utilizza un criterio "zona dipendente".

La pericolosità sismica è definita in termini di accelerazione orizzontale massima attesa  $a_g$  in condizioni di campo libero su sito di riferimento rigido con superficie topografica orizzontale (di categoria A), nonché di ordinate dello spettro di risposta elastico in accelerazione ad essa corrispondente  $S_e(T)$ , con riferimento a prefissate probabilità di eccedenza  $P_{VR}$  nel periodo di riferimento  $V_R$ .

Le forme spettrali sono definite a partire dai valori dei seguenti parametri:

- $a_g$  accelerazione orizzontale massima al sito;
- $F_0$  valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale.
- $T_c^*$  periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

#### 1.5.5.2 Categorie di sottosuolo e condizioni topografiche

Al fine di ottenere prime indicazioni sulle caratteristiche del terreno su cui sorgerà la nuova costruzione e per la pianificazione delle indagini geognostiche necessarie in fase di progettazione esecutiva si è presa visione dei seguenti documenti forniti agli scriventi da HERA S.p.a.:

- Relazione geologica e sismica, a firma Dott. Geol. Fabio Vannoni.

Tale documento riporta i risultati di un'ampia campagna di indagini e prove: in particolare, **la categoria di suolo di fondazione è C** e per quanto concerne l'ambito topografico, l'area investigata può rientrare nel caso della **classe T1**.

#### 1.5.5.3 Dati struttura

Zona sismica:

Zona 2

Sito di costruzione:

Rimini


Piazzale

Kennedy

Lat.

44.067514



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>12</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Long.12.581761

Classe di duttilità:	Contenuto tra ID reticolo: 18746 18968 18745 18967
Coefficiente $\theta$ :	Classe B
Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici:	0
Categoria del suolo di fondazione:	1.00%
Categoria topografica:	C
	T1 - Superficie pianeggiante
Vita nominale	$V_N = 50.00$
Classe d'uso:	Classe III
Edificio regolare in altezza:	NO
Edificio regolare in pianta:	NO

### DATI DI CALCOLO COPERTURA FUORI TERRA SU VASCA DI PRIMA PIOGGIA

- Categoria del suolo di fondazione: C

Coeff. $C_1$	0.075
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_0/\alpha_1$ )	1.00
Valore di riferimento del fattore di struttura ( $q_0$ )	1.00
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza ( $K_R$ )	1.00
Fattore di struttura ( $q$ )	1.00

### DATI DI CALCOLO COPERTURA FUORI TERRA SU VASCA DI LAMINAZIONE

- Categoria del suolo di fondazione: C


Coeff. $C_1$	0.05
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_0/\alpha_1$ )	1.00
Valore di riferimento del fattore di struttura ( $q_0$ )	1.00
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza ( $K_R$ )	1.00
Fattore di struttura ( $q$ )	1.00

### DATI DI CALCOLO MODELLO COMPLESSIVO

- Categoria del suolo di fondazione: C  
- Tipologia edificio: c.a. o prefabbricato a pareti non accoppiate

Coeff. $C_1$	0.05
Rapporto di sovrarresistenza ( $\alpha_0/\alpha_1$ )	1.00
Valore di riferimento del fattore di struttura ( $q_0$ )	1.00
Fattore riduttivo ( $K_w$ )	1.00
Fattore riduttivo regolarità in altezza ( $K_R$ )	1.00
Fattore di struttura ( $q$ )	1.00

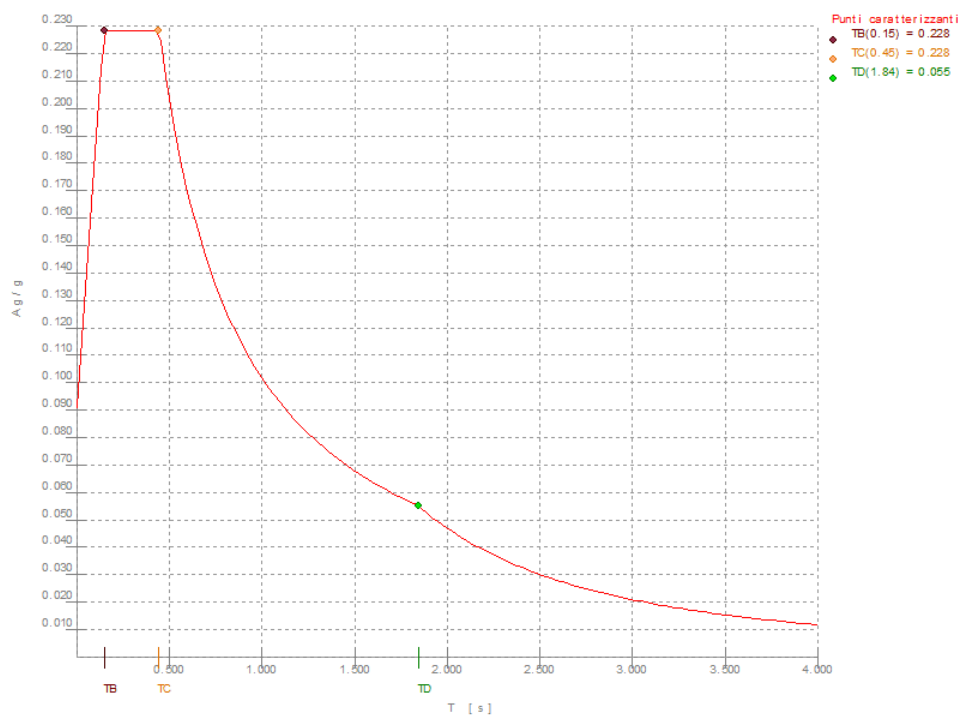


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>13</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

#### 1.5.5.4 DEFINIZIONE DELL' AZIONE SISMICA

TCC: Tipo di combinazione di carico  
       SLO: Stato limite di operatività  
       SLD: Stato limite di danno  
       SLV: Stato limite di salvaguardia della vita  
 Ag: Accelerazione orizzontale massima al sito [g]  
 F0: Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
 TC\*: Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

TCC	$T_R$	Ag	F0	TC*	S <sub>s</sub>	C <sub>c</sub>
SLO	45	0.0607	2.51	0.28	1.50	1.60
SLD	75	0.0783	2.52	0.28	1.50	1.60
SLV	712	0.2122	2.51	0.31	1.38	1.55



Spettro SLO



# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)

11300273776

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

3

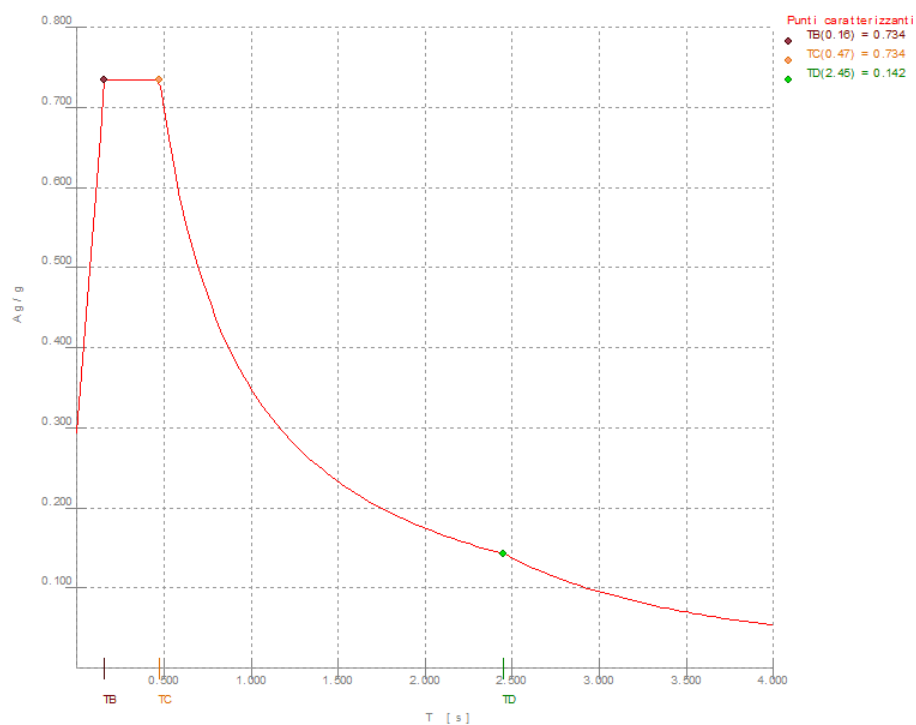
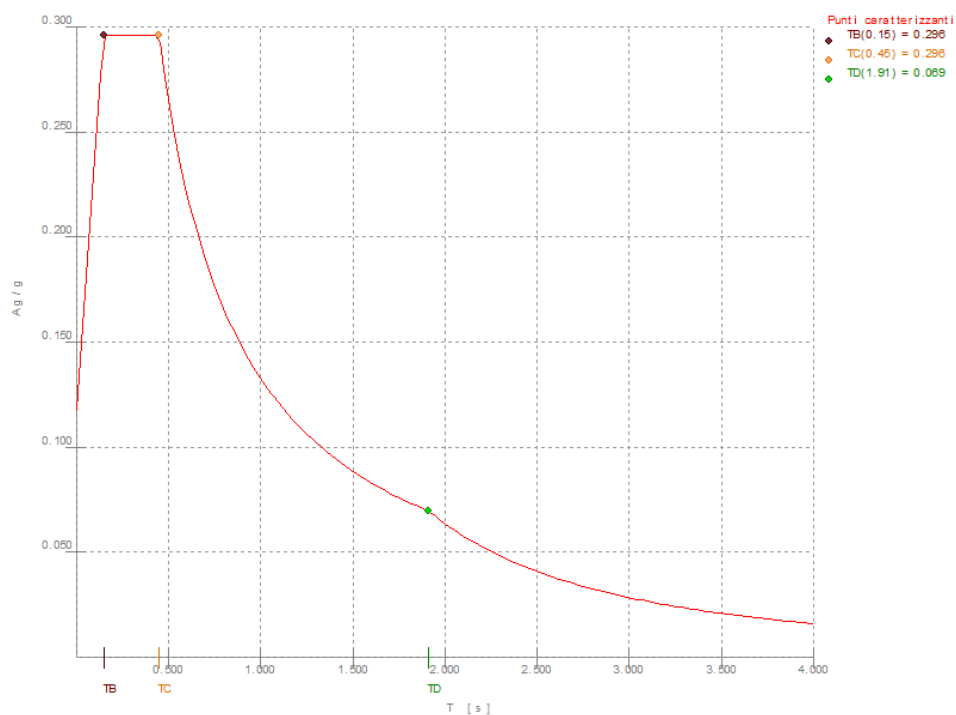
N° FG. (SH. N.)

14


DI (LAST)

313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>15</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 1.5.6 AZIONE DELLA NEVE

Il carico della neve è stato valutato seguendo le indicazioni riportate nel paragrafo 3.4 del DM 14.01.2008 per località poste a quota inferiore a 200 m sul livello del mare.

Area di ubicazione dell'edificio: Area 1 mediterranea – Bologna

Altitudine sul livello del mare:  $a_s \leq 200$  m

Tipologia di copertura: Copertura piana  $0 \leq a_s \leq 30^\circ$

Parametri d'input ed intermedi:

Categoria del coefficiente d'esposizione: Normale

$C_e$  (Coefficiente d'esposizione): 1

$C_t$  (Coefficiente termico): 1

$\mu_1$  (Coefficiente di forma della copertura): 0.80

$q_{sk}$  (Valore di riferimento del carico neve al suolo): 1.50 kN/m<sup>2</sup>

Pressione della neve  $q_s = \mu_1 * q_{sk} * C_e * C_t = 1.20$  kN/m<sup>2</sup>

### 1.5.7 AZIONE DEL VENTO

La pressione del vento è data dall'espressione (§3.3.4 NTC):

$p^+ = q_b * C_e * C_p * C_d = 0.60$  kN/m<sup>2</sup> per elementi sopravento e  $2.80 \text{ m} < z < 4.00 \text{ m}$

$p^+ = q_b * C_e * C_p * C_d = 0.90$  kN/m<sup>2</sup> per elementi sopravento e  $4.00 \text{ m} < z < 9.00 \text{ m}$

$p^- = q_b * C_e * C_p * C_d = -0.45$  kN/m<sup>2</sup> per elementi sottovento

dove:

$q_b = 390.63$  N/m<sup>2</sup> è la pressione cinetica di riferimento pari a  $q_b = \frac{1}{2} * \rho * v_b^2$  dove  $v_b = 25$  m/s è la velocità di riferimento del vento per la regione Emilia Romagna (Zona II) e  $\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a 1.25 kg/m<sup>3</sup>

$C_e = 1.800$  è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con  $2.80 \text{ m} < z < 4.00 \text{ m}$  e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)

$C_e = 2.286$  è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con  $z = 9.00 \text{ m}$  (altezza massima dell'edificio) e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)


$C_e = 2.286$  è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con  $z = 9.00 \text{ m}$  (altezza massima dell'edificio) e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)

$C_p = +0.8$  è il coefficiente di forma per elementi sopravento con inclinazione sull'orizzontale  $\alpha \geq 60^\circ$

$C_p = -0.4$  è il coefficiente di forma per elementi sopravento con inclinazione sull'orizzontale  $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$  e per elementi sottovento

$C_d = 1$  è il coefficiente dinamico



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>16</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 1.5.8 ANALISI DEI PRINCIPALI CARICHI DA SOLAIO

Nel presente paragrafo si riporta l'analisi dei carichi per i solai della struttura.  
Sono state utilizzate le seguenti tipologie di solai e carichi:


#### 1.5.8.1 SOLAIO DI COPERTURA VASCHE SP. 60cm



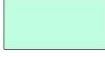



Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>2</b>	Solaio livello +1.60 - Soletta di copertura canale Ausa Soletta piena s=60cm		
Permanenti strutturali			15.0 kN/mq
Permanenti non strutturali	Compiutamente definito	No	22.0 kN/mq 40.0 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	C3	5.00 kN/mq

Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>4</b>	Solaio livello +1.60 - Soletta di copertura vasca Soletta piena s=60cm su lastre predalles installate e gettate dopo il completamento delle strutture della vasca		
Permanenti strutturali			15.0 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	C3	5.00 kN/mq

I carichi permanenti non strutturali sono rappresentato dai pacchetti di finitura riportati al di sopra della soletta di copertura del piano terra; essi sono differenti a seconda dell'area di solaio che si prende in considerazione.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>17</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

LEGENDA CARICHI	
	CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE Q=5.00 kN/mq
	CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE Q=13.00 kN/mq
	CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE Q=22.00 kN/mq
	CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE Q=40.00 kN/mq
	CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE Q=5.00 kN/mq
	CARICO PERMANENTE NON STRUTTURALE VARIABILE Qmax=22.00 kN/mq


Analisi dei carichi:

- Quota +2.80  
Rispetto alla quota di estradosso platea (+1.60) viene riportato circa 1.20m di terreno e/o stabilizzato.  
Terreno arido stabilizzato (40cm):  $1800 \times 0.4 = 720 \text{ Kg/mq}$   
Sabbietta (20cm):  $1600 \times 0.2 = 340 \text{ Kg/mq}$   
Stabilizzato (30cm):  $1500 \times 0.3 = 450 \text{ Kg/mq}$   
Massetto (22cm):  $2500 \times 0.22 = 550 \text{ Kg/mq}$   
Pavimento in cong. bituminoso:  $2000 \times 0.08 = 160 \text{ Kg/mq}$   
**Tot=2200Kg/mq=22.00 KN/mq**
- Quota +3.80  
Rispetto alla quota di estradosso platea (+1.60) viene riportato circa 2.20 m di terreno e/o stabilizzato.  
Terreno arido stabilizzato (140cm):  $1800 \times 1.4 = 2520 \text{ Kg/mq}$   
Sabbietta (20cm):  $1600 \times 0.2 = 340 \text{ Kg/mq}$   
Stabilizzato (30cm):  $1500 \times 0.3 = 450 \text{ Kg/mq}$   
Massetto (22cm):  $2500 \times 0.22 = 550 \text{ Kg/mq}$   
Pavimento in cong. bituminoso:  $2000 \times 0.08 = 160 \text{ Kg/mq}$   
**Tot=4000Kg/mq= 40.00KN/mq**
- Per le aree destinate a locali tecnici sono stati previsti permanenti non strutturali differenti a seconda del tipo di locale, tipo di pavimentazione e tipo di macchinari previsti da **500Kg/mq a 1300 Kg/mq** (5.00 a 13.00 KN/mq).
- Il carico accidentale previsto è su tutta la soletta di copertura della vasca Cat. C3 (Vd. § 3.1.4 Tab. 3.1.II).







	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>19</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

#### 1.5.8.4 SOLAIO DI COPERTURA STRUTTURE FUORI TERRA

Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>5</b>	Solaio livello variabile - Soletta di copertura - percorsi piano terra Soletta piena s=35cm		
Permanenti strutturali			8.75 kN/mq
Permanenti non strutturali	Compiutamente definito	No	8.00 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	C3	5.00 kN/mq

Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>6</b>	Solaio livello variabile - Soletta di copertura Soletta piena s=80cm		
Permanenti strutturali			20.00 kN/mq
Permanenti non strutturali	Compiutamente definito	No	8.00 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	C3	5.00 kN/mq

I carichi permanenti non strutturali sono rappresentato dai pacchetti di finitura riportati al di sopra della soletta di copertura.

Analisi dei carichi:

1. Zona verde

Ghiaia (15cm):  $1500 \times 0.15 = 225 \text{ Kg/mq}$

Terreno (30cm):  $1800 \times 0.3 = 540 \text{ Kg/mq}$

**Tot=765Kg/mq=7.65 KN/mq**


2. Zona camminamenti

Cemento+argilla espansa (50cm):  $1200 \times 0.50 = 600 \text{ Kg/mq}$

Finitura in calcestruzzo (8cm):  $2500 \times 0.08 = 200 \text{ Kg/mq}$

**Tot=800Kg/mq=8.00 KN/mq**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>20</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 2 MODELLO NUMERICO E PARAMETRI DI CALCOLO

### 2.1 METODOLOGIA DI MODELLAZIONE ED ANALISI

La risoluzione della struttura avviene mediante una analisi F.E.M., attraverso l'assemblaggio delle matrici di rigidezza associate ai vari tipi di elementi finiti a comportamento meccanico predefinito e governato da specifica teoria associata alla formulazione matematico-numerica dell'elemento.

Per descrivere il comportamento elastico degli elementi monodimensionali (tipo travi e pilastri) si utilizzano elementi finiti del tipo "beam" la cui definizione della matrice di rigidezza dell'elemento deriva dalla teoria di Timoshenko per le travi, ove si considera anche il contributo della rigidezza tagliante.

A seguito dell'intersezione geometrica dei vari elementi si vengono a creare nodi rigidi che vengono adeguatamente schematizzati mediante l'inserimento di link a comportamento rigido.

Grazie alla raffinatezza dei modelli di calcolo è stato possibile analizzare il comportamento di tutti gli elementi compositivi, considerando l'effettivo contributo alla rigidezza complessiva del sistema fornito da ciascun componente elementare. I criteri di modellazione prevedono la riproduzione fedele delle strutture così come sono state progettate e si prescrive siano realizzate.

In particolare, per le strutture in esame, per l'analisi del loro comportamento in caso di evento sismico si è proceduto a compiere una analisi sismica dinamica secondo quanto prescritto al Cap.7 del D.M. 14/01/2008.

### 2.2 MODELLI DI CALCOLO SEMPLIFICATI

Data la complessità della struttura da analizzare sono stati creati diversi modelli semplificati che sono serviti per lo studio di tutte le sottostrutture che costituiscono la vasca; in particolare sono state studiate le seguenti sottostrutture mediante modellini specifici ovvero:

1. Modelli relativi alle strutture in copertura
2. Modelli relativi allo studio del comportamento del diaframma durante tutte le fasi di scavo ed in condizione di esercizio (si veda relazione di calcolo delle fondazioni).
3. Studio del comportamento dei barrettes in condizione di massimo carico verticale di compressione e trazione (per le verifiche geotecniche si veda relazione di calcolo delle fondazioni).
4. Modelli relativi alla modellazione della platea collegata a pali e diaframmi.

I modelli sopra indicati sono stati utili a fornire un'analisi semplificata delle forze in gioco ed a fornire una conferma mediante confronto con i risultati ottenuti nei modelli globali.

### 2.3 MODELLO DI CALCOLO GLOBALE

Il progetto proposto prevede la realizzazione delle vasche con un unico manufatto; la vasca di laminazione e la vasca di prima pioggia sono separate da un muro in c.a. Anche il tratto del canale AUSA che interessa le vasche è inserito nella struttura delle vasche.


Parallelamente ai modelli semplificati sopra indicati il complesso delle opere che sono oggetto dell'intervento in questione è stato analizzato mediante un unico modello comprendente la vasca di prima pioggia, vasca di laminazione e nuovo scatolare AUSA sul quale è stata condotta un'analisi sismica dinamica con fattore di struttura  $q$  unitario.

Nei modelli di calcolo globale sono state inserite tutte le condizioni di carico agenti sulle strutture in questione e su di esse è stata condotta una analisi sismica dinamica con fattore di struttura  $q$ ; la fondazione è stata modellata come una platea su suolo elastico alla Winkler con vincoli cedevoli verticali in corrispondenza dei pali.

Il terreno al di sotto delle solette è stato simulato per mezzo di molle reagenti solo a compressione. La costante di sottofondo adottata è la seguente:  $k = 5000 \text{ kN/m}^3 \approx 0.5 \text{ kg/cm}^3$ .

Ai fini del vincolamento alla traslazione verticale i barrettes sono simulate da molle elastoplastiche.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>21</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

La forza di plasticizzazione è stata posta uguale alla resistenza geotecnica della barrette, secondo quanto riportato nella *Relazione di calcolo delle fondazioni*.

Anche il vincolo alla traslazione verticale offerto dal diaframma perimetrale è stato simulato tramite l'uso di molle elastoplastiche.

Su tali modelli è stata condotta l'analisi sismica e le verifiche al sollevamento.

*I modelli di calcolo generali tengono conto di tutti gli elementi resistenti e di tutte le azioni in gioco sulle strutture; per tale motivo possono essere di difficile lettura o in alcuni casi non riprodurre in maniera chiara, semplice e corretta le condizioni di vincolo reali ed il comportamento delle strutture in alcuni aspetti "locali" (per es. non è possibile andare a svincolare la continuità tra la platea di fondazione e il diaframma, che nella realtà esecutiva delle lavorazioni non è realizzabile in quanto la platea è gettata e collegata ad esso in un secondo momento). Per i motivi indicati ai modelli generali delle strutture in gioco che riproducono il comportamento d'insieme, vengono affiancati dei sottomodelli semplificati locali che simulano il comportamento delle strutture in alcuni loro aspetti specifici contingenti; le due modellazioni rappresentano "condizioni limite" entro le quali sarà il reale comportamento delle strutture in opera. Nel momento in cui sono state condotte le verifiche degli elementi interessati, si è proceduto sia nei confronti delle sollecitazioni provenienti dal modello globale, che da quelli provenienti dai sottomodelli semplificati.*

## 2.4 TIPOLOGIA STRUTTURALE ADOTTATA

Le strutture sismo resistenti in cemento armato sono state classificate differientemente come tipologia strutturale a seconda della porzione di opera adottata.

### 2.4.1 VASCHE INTERRATE E NUOVO CANALE AUSA

Le vasche interrate di prima pioggia e laminazione, sono strutturalmente realizzate mediante diaframmi perimetrali e solette interne forate impostate sugli stessi diaframmi e sui barrette interni che fungono da pilastri; la copertura è realizzata mediante solette di chiusura in c.a. di spessore 60 cm collegata ai diaframmi perimetrali. Il nuovo canale verrà realizzato all'interno delle vasche mediante una soletta in c.a. sostenuta da pareti e pilastri interni.


Le vasche dal punto di vista strutturale sono una struttura scatolare interrata che funge da struttura di fondazione per le restanti parti fuori terra. Secondo le indicazioni al §7.2.5 del D.M. 14-01-2008, tali elementi scatolari che realizzano le vasche sono stati calcolati in campo elastico applicando un fattore di struttura  $q=1$ ;

Al fine di considerare correttamente l'azione trasmessa dalle strutture fuori terra alla soletta di copertura delle vasche è stato realizzato un modello di calcolo completo, comprensivo delle vasche e delle strutture fuori terra. Il livello del terreno sopra al quale agisce l'azione sismica è stato impostato in corrispondenza della soletta di copertura delle vasche.

### 2.4.2 STRUTTURE FUORI TERRA

Tutte le strutture fuori terra sono strutturalmente caratterizzate da un sistema di pilastri impostati sulle coperture delle due vasche e del nuovo canale Ausa realizzato all'interno di esse; la copertura si sviluppa planimetricamente con pendenza variabile partendo sempre dalle solette delle vasche fino a raggiungere quota massima +9.60 (quota assoluta). Dal punto di vista strutturale quindi non rientrano in strutture tipologiche secondo le indicazioni al §7.4.3.1 del D.M. 14-01-2008; si adotta per il calcolo ed il dimensionamento degli elementi costituenti un fattore di struttura  $q=1$ .




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA ( <i>JOB N°</i> )	ID DOC. ( <i>DOC. ID</i> )	REV.	N° FG. ( <i>SH. N.</i> )	DI ( <i>LAST</i> )
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>22</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 2.5 INFORMAZIONE SUL CODICE DI CALCOLO

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con il software MIDAS GEN 2015 ver 2.1 prodotto da MIDA Information Technology Co., Ltd  
I programmi vengono utilizzati in forza di regolari licenze d'uso e sono testati periodicamente mediante procedure di controllo codificate, esempi tipo, schemi tipo e strutture risolvibili analiticamente in forma chiusa; tali procedure consentono di verificare l'attendibilità delle applicazioni e dei risultati ottenuti, individuando eventuali vizi ed anomalie. Per la certificazione e validità dei software di calcolo si vedano i relativi "*verification manual*" allegati ai vari software.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	23
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 3 MODELLAZIONE DELLA GEOMETRIA E DELLE PROPRIETA' MECCANICHE

Il modello utilizzato per il calcolo comprende tutte le strutture nel loro insieme e sottostrutture compreso il torrino e il canale AUSA completamente collegato alla struttura delle vasche.

Il terreno al di sotto delle solette è stato simulato per mezzo di molle reagenti solo a compressione. La costante di sottofondo adottata è la seguente:  $k = 5000 \text{ kN/m}^3 \approx 0.5 \text{ kg/cm}^3$ .

Ai fini del vincolamento alla traslazione verticale i barrettes sono simulate da molle elastoplastiche. La forza di plasticizzazione è stata posta uguale alla resistenza geotecnica della barrette, secondo quanto riportato nella *Relazione di calcolo delle fondazioni*.

Anche il vincolo alla traslazione verticale offerto dal diaframma perimetrale è stato simulato tramite l'uso di molle elastoplastiche.

Sono state analizzate le combinazioni di carico con i carichi agenti in fase statica e sismica con particolare attenzione alle verifiche in condizione di massimi carichi verticali agenti (massima compressione sui pali di fondazione) e nei confronti del sollevamento sotto l'azione della falda (massima trazione sui pali di fondazione).

E' stata effettuata una analisi dinamica modale con fattore di struttura  $q=1$ , considerando un numero di modi con massa totale partecipante superiore all'85%.

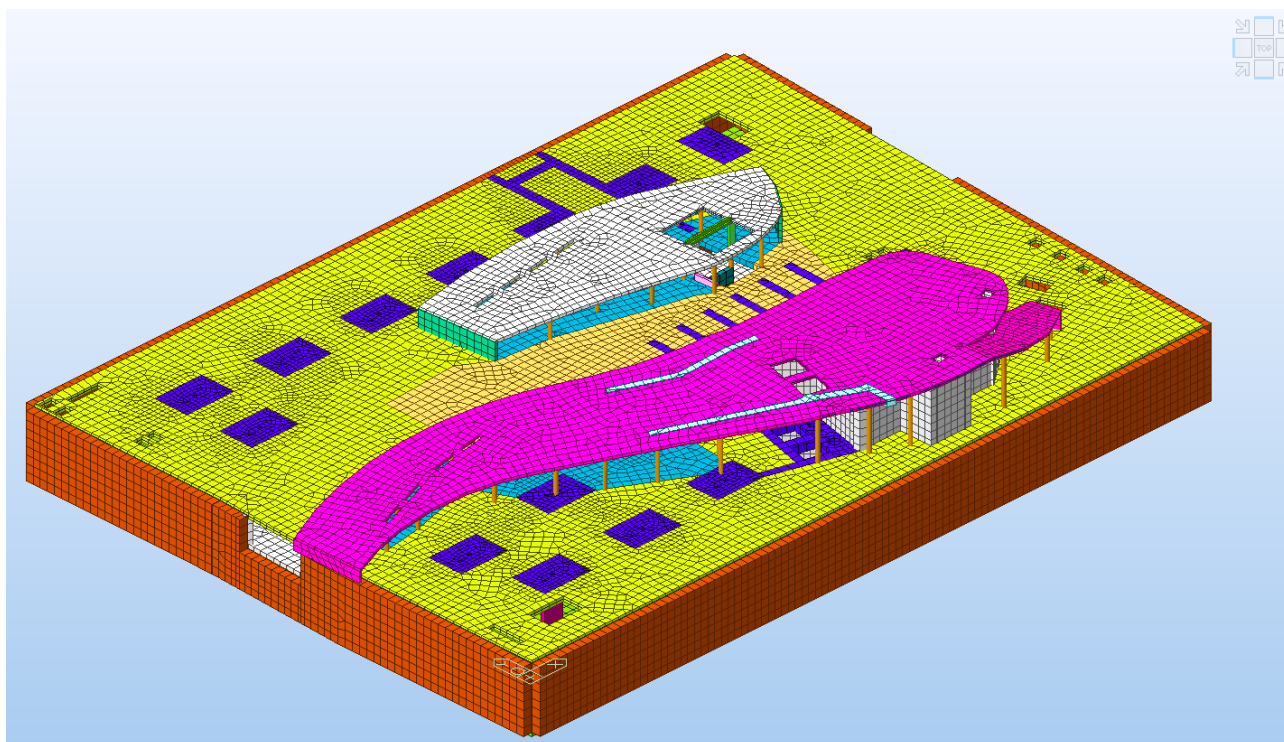



Figura 2. Modello Globale – Vista 1



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	24
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

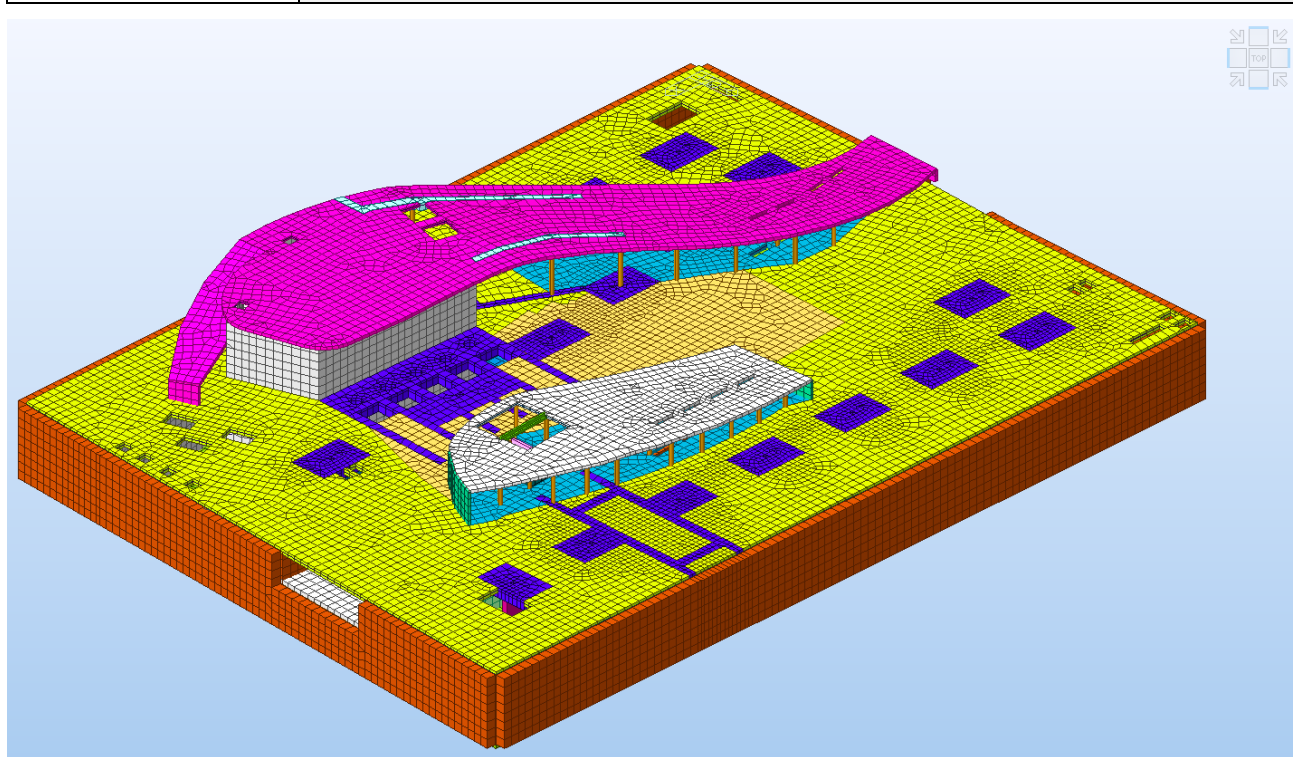


Figura 3. Modello Globale – Vista 2

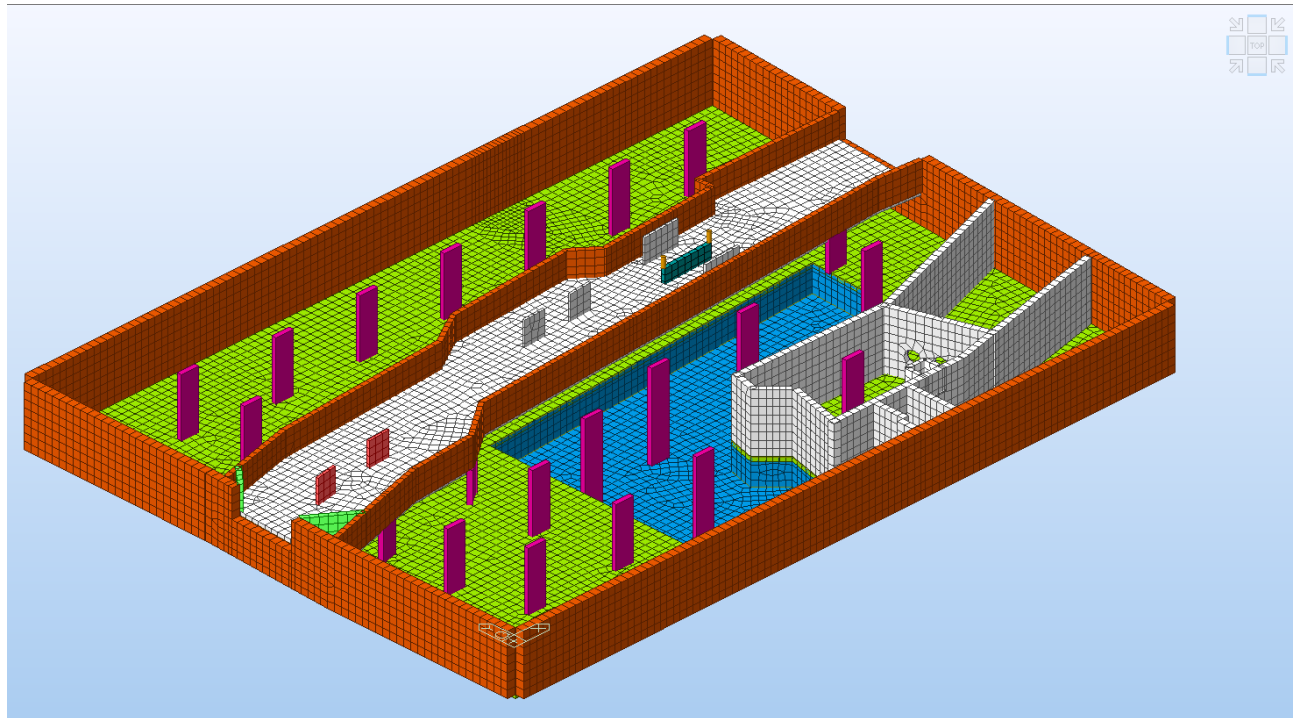



Figura 4. Modello Globale – Elementi inferiori alla quota +1.60m – Vista 1



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	25
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

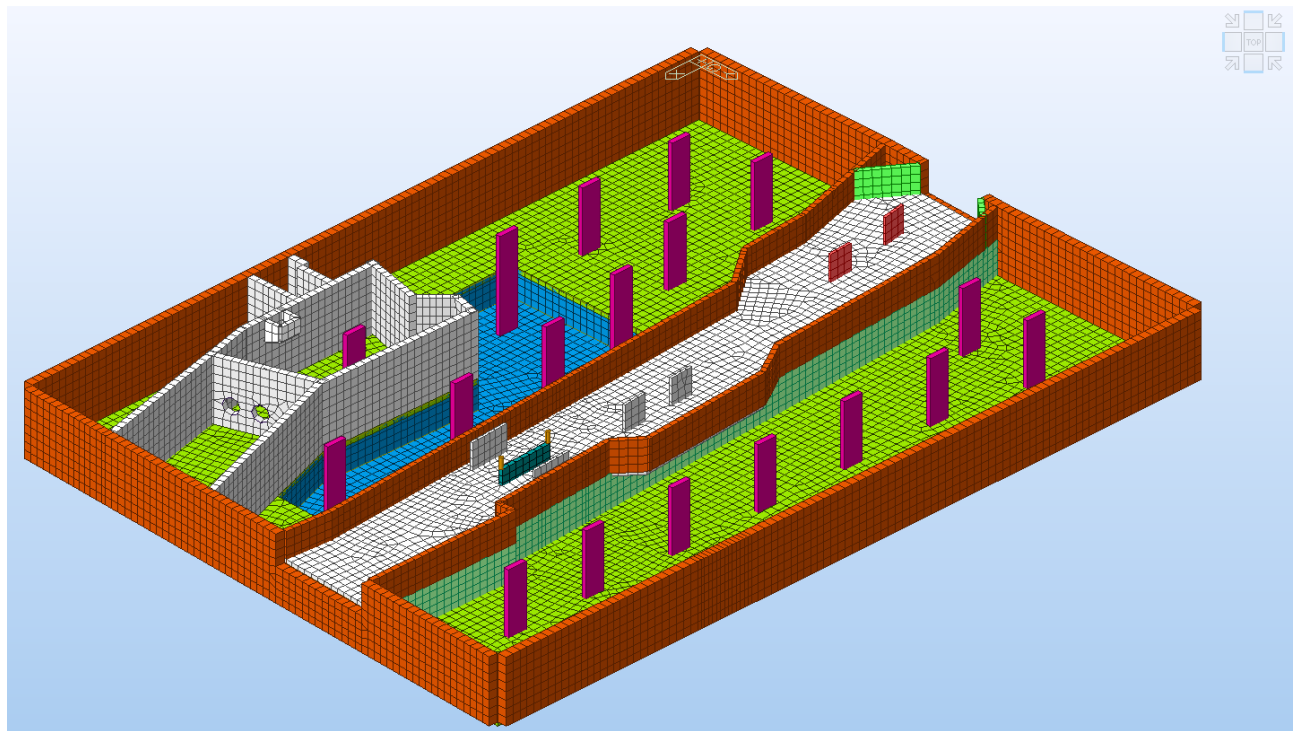


Figura 5. Modello Globale – Elementi inferiori alla quota +1.60m – Vista 2

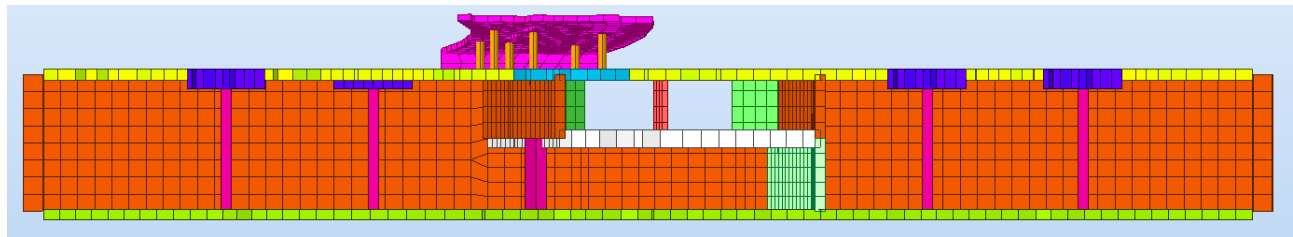


Figura 6. Modello Globale – Sezione Trasversale

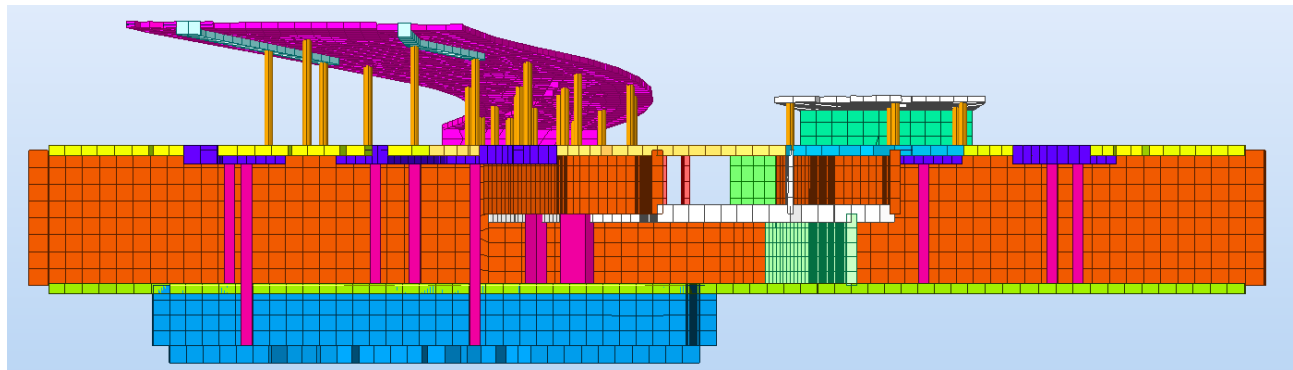



Figura 7. Modello Globale – Sezione Trasversale



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	26
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

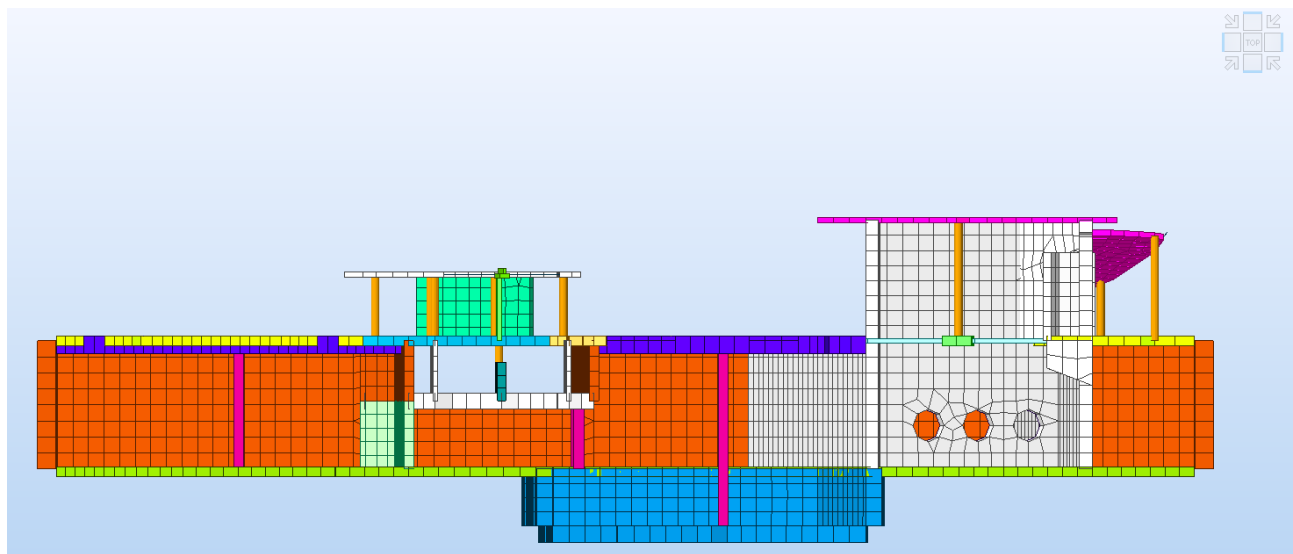


Figura 8. Modello Globale – Sezione Trasversale

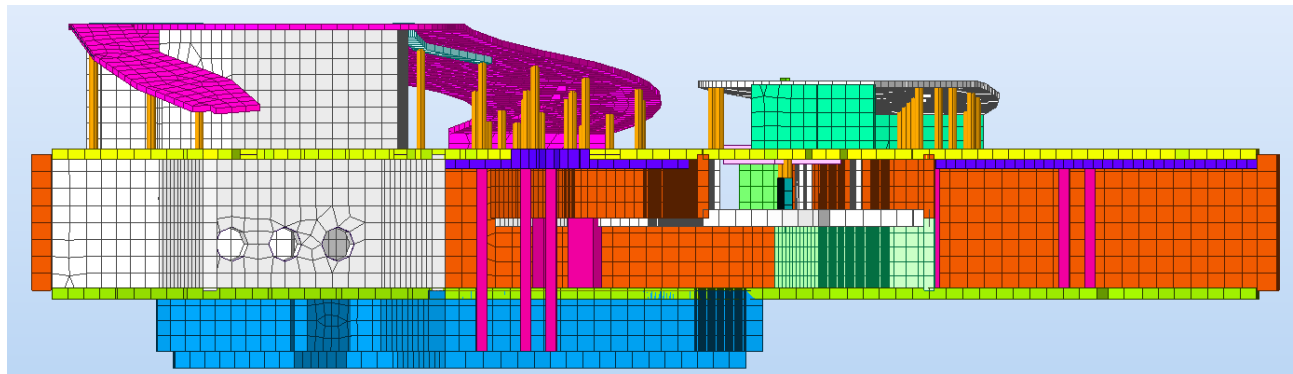


Figura 9. Modello Globale – Sezione Trasversale

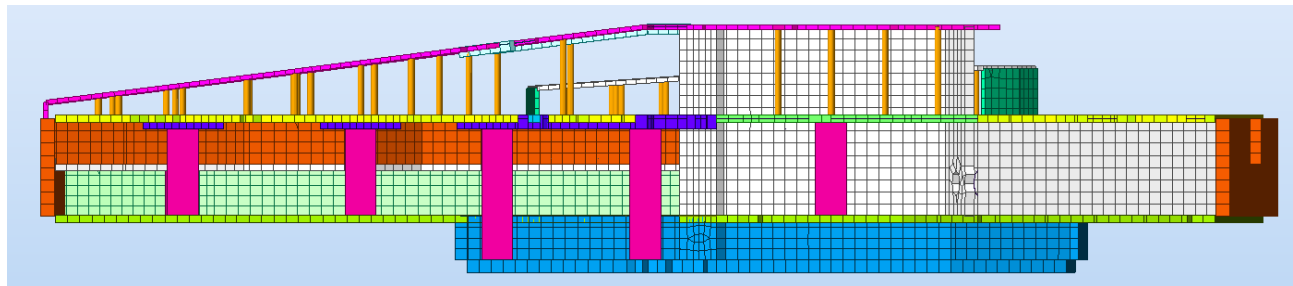


Figura 10. Modello Globale – Sezione Longitudinale

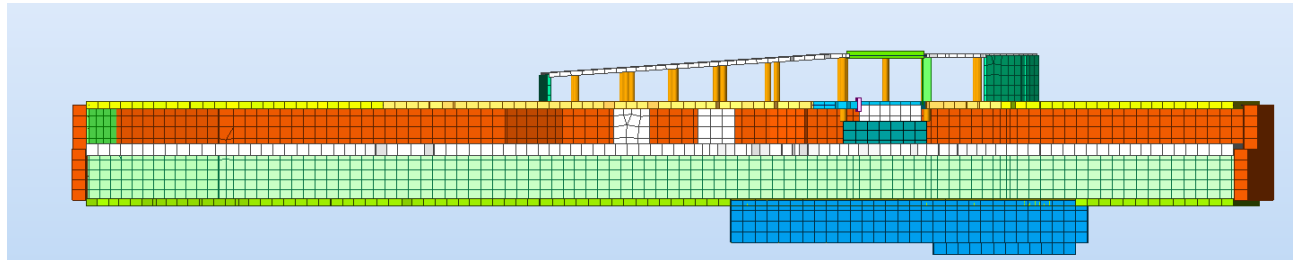



Figura 11. Modello Globale - 1.60m – Sezione Longitudinale



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	27
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

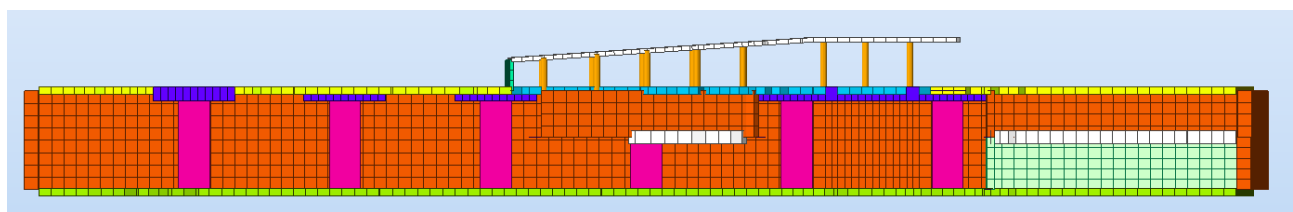


Figura 12. Modello Globale – Sezione Longitudinale

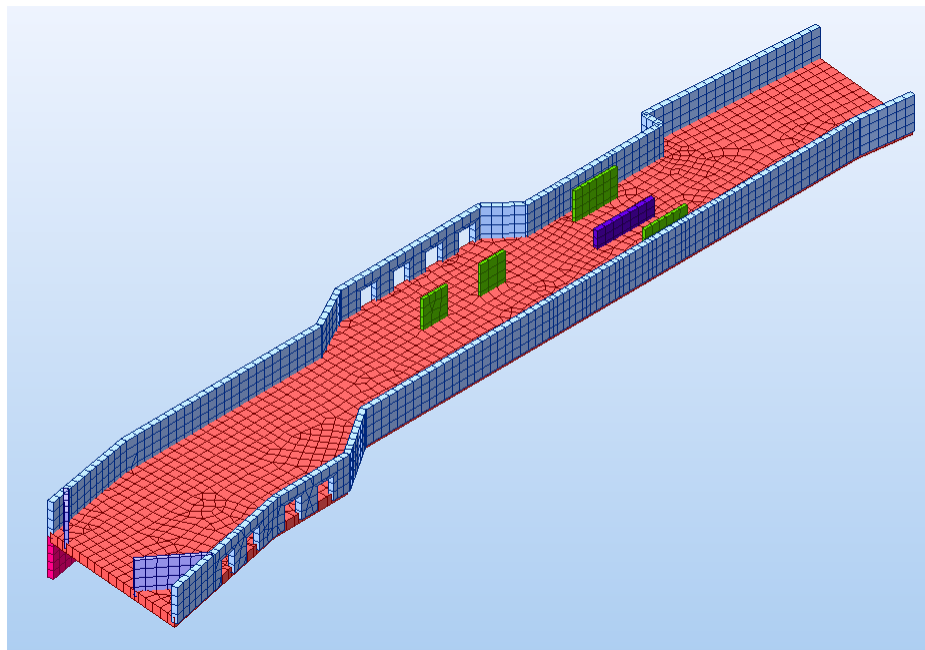


Figura 13. Modello Globale – Elementi Canale Ausa

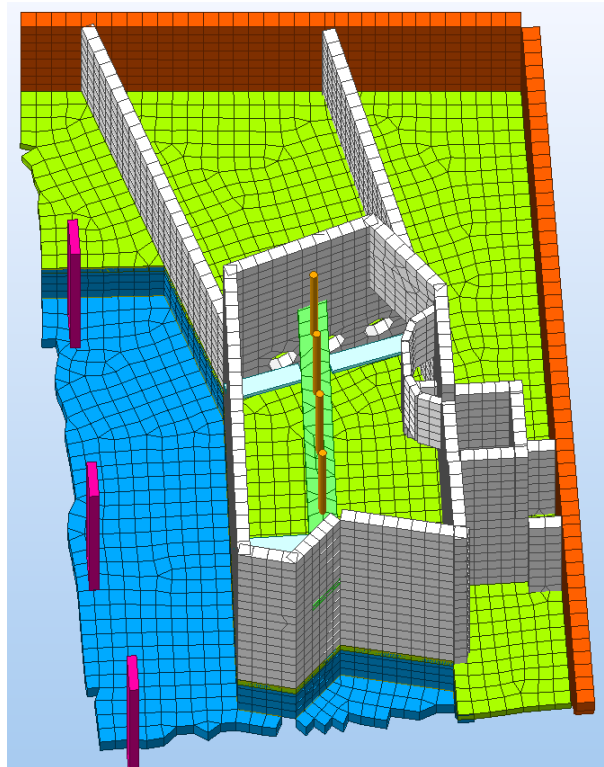
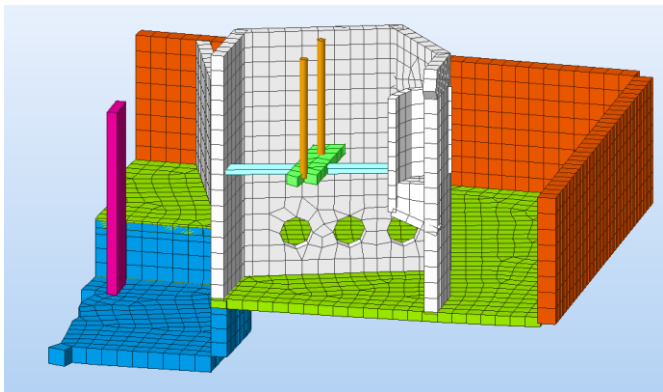



Figura 14. Modello Globale – Elementi Torino





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	28
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 3.1 STRUTTURE DI COPERTURA VASCA DI LAMINAZIONE E DI PRIMA PIOGGIA

Per le verifiche delle strutture di coperture sulla vasca di laminazione e di prima pioggia sono stati realizzati due modelli indipendenti dalla vasca sottostante che ne rappresenta il sistema fondazionale; il telaio è stato quindi calcolato incastrato alla quota della copertura mediante una analisi dinamica modale con fattore di struttura  $q=1$ , considerando un numero di modi con massa totale partecipante superiore all'85%.

Sono state analizzate le combinazioni di carico con i carichi agenti in fase statica e sismica con particolare attenzione alle verifiche in condizione di massimi carichi verticali agenti.

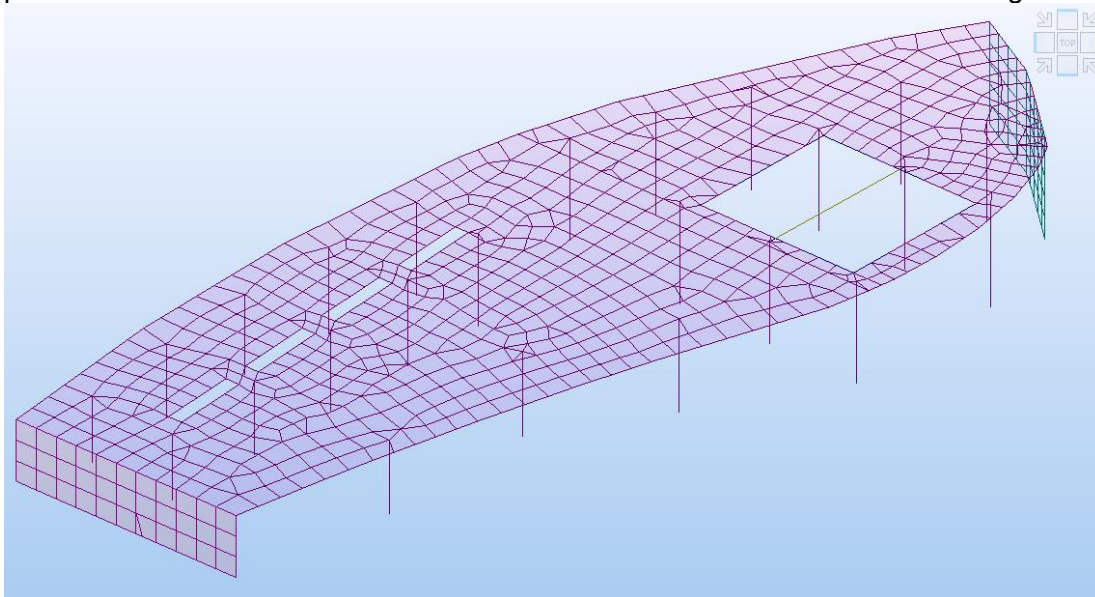


Figura 15. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Modello 3d

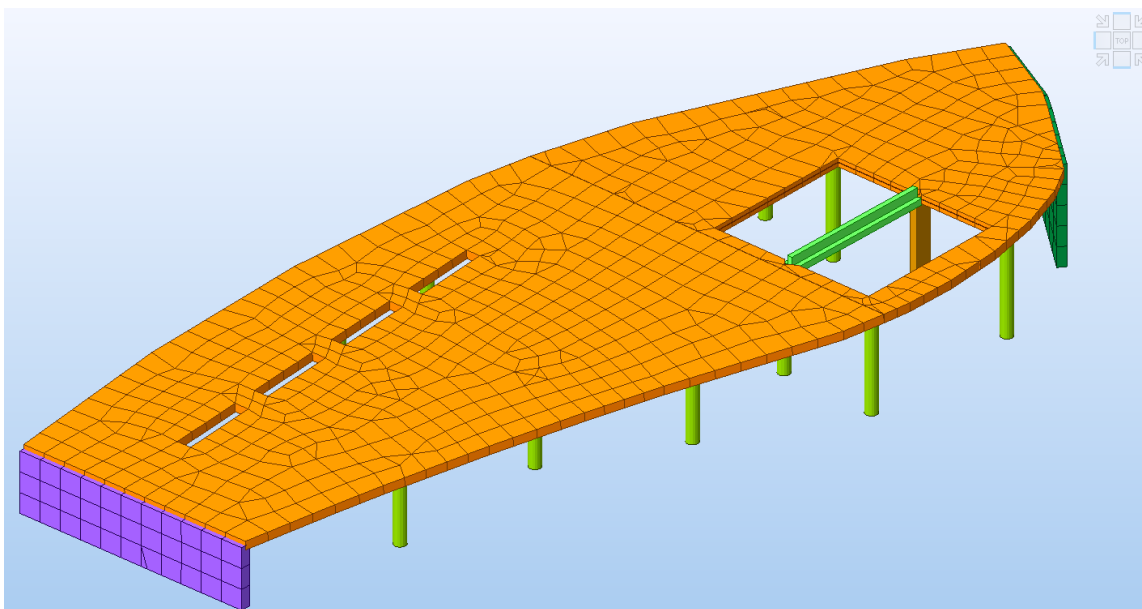

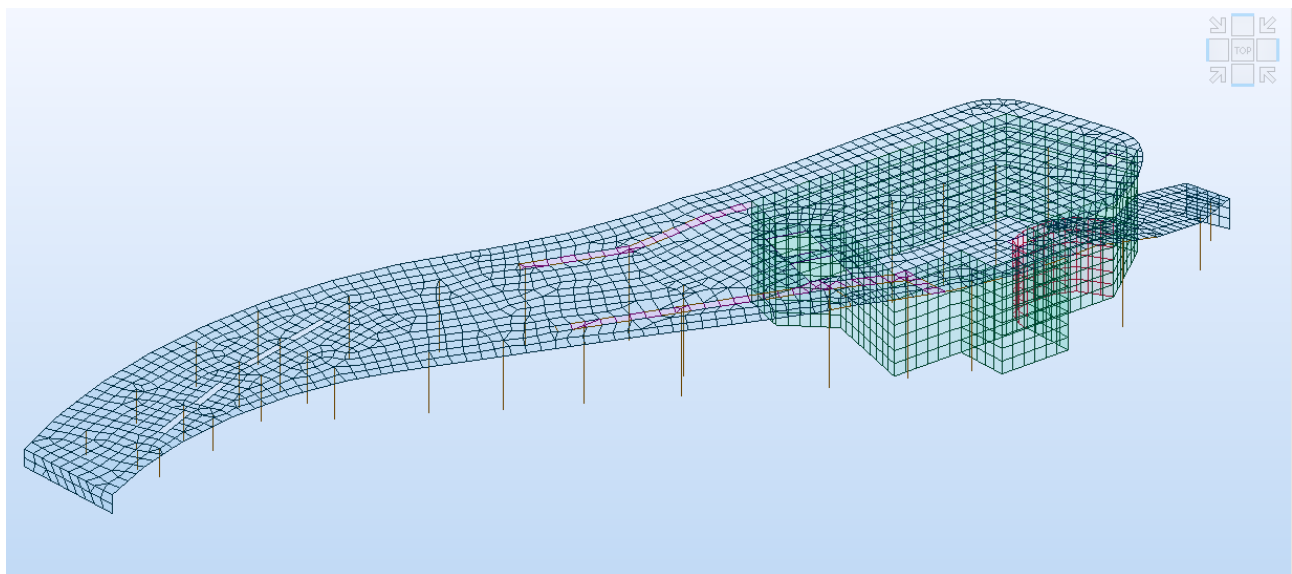


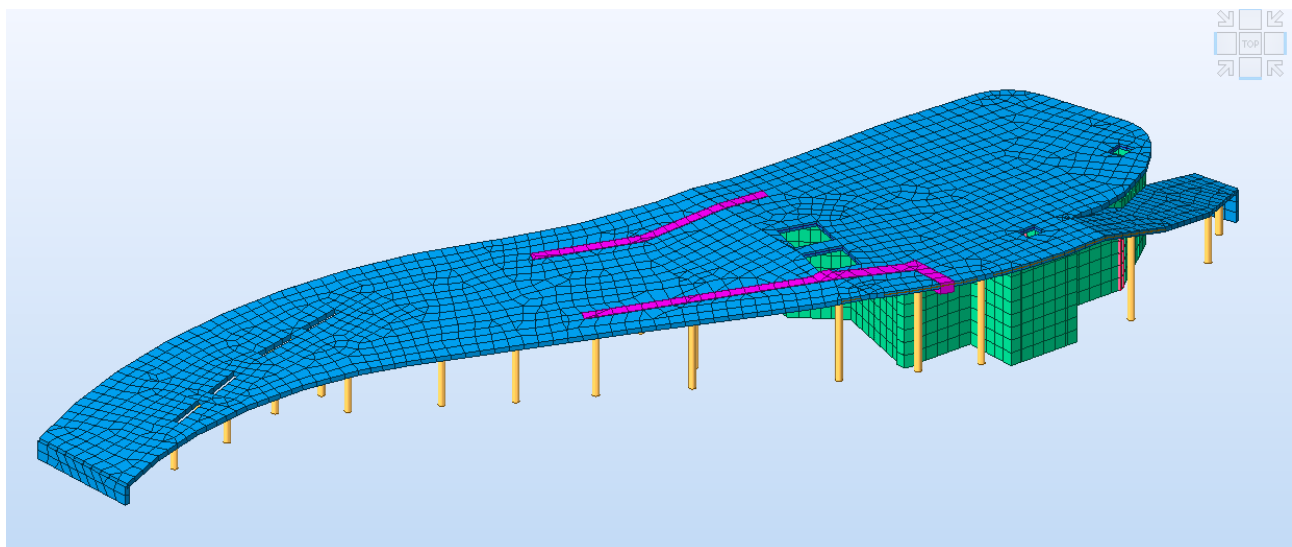
Figura 16. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia - Modello 3d Estruso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>29</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				




**Figura 17. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Modello 3d**



**Figura 18. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione - Modello 3d Estruso**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>30</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

#### 4 GIUDIZIO MOTIVATO DI ACCETTABILITÀ DEI RISULTATI

In accordo con il §10.2 delle NTC2008 sono state svolte delle valutazioni semplificate al fine di validare quanto ottenuto con il programma di calcolo agli elementi finiti.

Le calcolazioni effettuate si riferiscono al modello di calcolo utilizzato per la verifica degli elementi strutturali che compongono la copertura fuori terra sulla vasca di prima pioggia descritto al §5 della presente relazione.


In prima battuta è stato svolto il controllo manuale del carico verticale nella combinazione sismica:

$\gamma_{cls} := 25 \frac{kN}{m^3}$	Peso Proprio CLS
$A := 510 m^2$	Area copertura al lordo delle botole
$G_{1.solai} := 0.35 m \cdot \gamma_{cls} = 8.75 kPa$	Peso Proprio Solai
$G_{2.solaio} := 8 kPa$	Peso Permanente Portato
$Q_k := 5 kPa$	Carichi Variabili
$n_{solai} := 1$	Numero Solai
$P_{pareti} := 292 kN + 247 kN$	Peso Proprio Pareti
$P_{pilastri} := 425 kN$	
$M_{TOT} := P_{pilastri} + P_{pareti} + (n_{solai} \cdot (G_{1.solai} + G_{2.solaio}) + (n_{solai} \cdot (Q_k \cdot 0.6))) \cdot A = 11036.5 kN$	

I valori appena calcolati si distaccano di pochi punti percentuali da quanto ottenuto con il programma di calcolo (10836 kN)

E' stata inoltre verificato il valore dell'azione sismica ottenuto con il programma di calcolo.




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>31</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Modo	Periodo	Massa X(%)	Massa Y(%)	Sd	Fx (kN)	Fy (kN)
1	0.1693	81.8817	12.1538	0.73	6634.78	984.81
2	0.1255	11.5677	69.0852	0.63	803.35	4797.83
3	0.1123	0.4091	1.072	0.61	27.40	71.80
4	0.0986	0.0022	0.0467	0.56	0.14	2.90
5	0.0892	0.004	0.0014	0.54	0.24	0.08
6	0.0851	0.0483	0.0036	0.52	2.76	0.21
7	0.0828	0.0093	0.0481	0.52	0.53	2.75
8	0.0736	0.3448	0.0399	0.49	18.83	2.18
9	0.0723	0.0168	0.0515	0.49	0.92	2.81
10	0.0676	0.0348	0.0239	0.47	1.81	1.25
11	0.0651	0.0299	0.0258	0.47	1.56	1.35
12	0.0579	0.0243	0.077	0.45	1.21	3.82
13	0.0528	2.4192	0.06	0.43	114.15	2.83
14	0.0406	0.1026	2.2253	0.41	4.59	99.50
15	0.0361	0.111	0.1081	0.38	4.69	4.57
16	0.0307	0.1073	2.3105	0.36	4.27	91.88
17	0.0254	0.8111	5.1735	0.36	32.25	205.72
18	0.0199	0.3159	1.6939	0.34	11.78	63.17
19	0.0129	0.245	3.7308	0.32	8.53	129.90
20	0.0111	0.8002	0.5563	0.32	27.86	19.37
<b>Combinazione SRSS</b>					<b>6684.45</b>	<b>4906.75</b>

Anche in questo caso i valori ottenuti si distaccano di pochi punti percentuali rispetto a quanto ottenuto con il programma di calcolo  
In particolare nelle combinazioni SLV la massima reazione in direzione X è pari a 6862 kN e in direzione Y è pari a 5698 kN come riportato nel §5.5 della presente relazione.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	32
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

## 5 COPERTURA FUORI TERRA SU VASCA DI PRIMA PIOGGIA

### 5.1 MODELLO NUMERICO

Il solaio di copertura è composta da una soletta piena in c.a. di spessore 35cm e da una trave a T rovescia in corrispondenza delle botole. I muretti di estremità hanno spessore 30cm e 40cm. Tutti i pilastri presentano una sezione circolare di diametro 50cm, tranne un pilastro in corrispondenza delle paratoie di sezione rettangolare 30x70cm.

In seguito si riporta il modello strutturale utilizzato per il calcolo della copertura fuori terra e sulla vasca di prima pioggia:

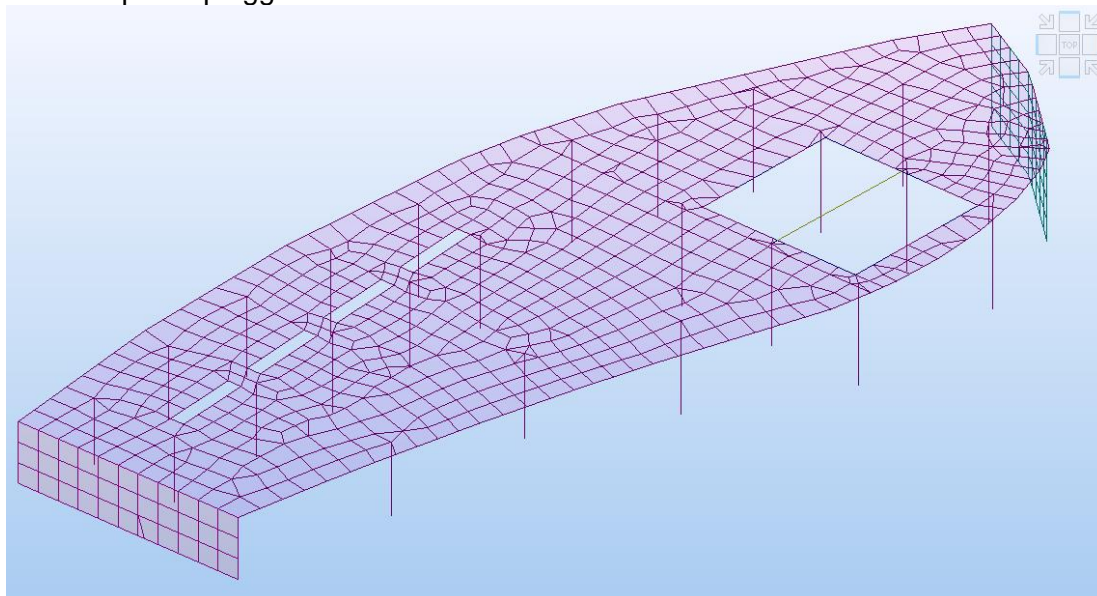


Figura 19. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Modello 3d

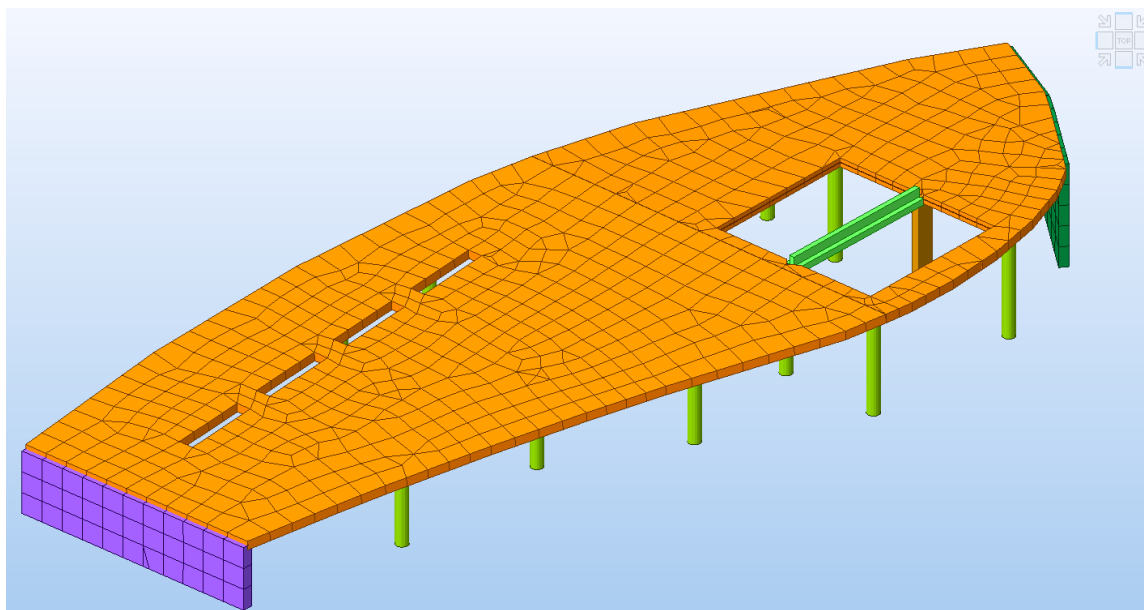



Figura 20. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia - Modello 3d Estruso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>33</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 5.2 AZIONI DI PROGETTO

I carichi considerati nel modello di calcolo sono i seguenti:

Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>5</b>	Solaio livello variabile - Soletta di copertura - percorsi piano terra Soletta piena $s=35\text{cm}$		
Permanenti strutturali			8.75 kN/mq
Permanenti non strutturali	Compiutamente definito	No	8.00 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	C3	5.00 kN/mq

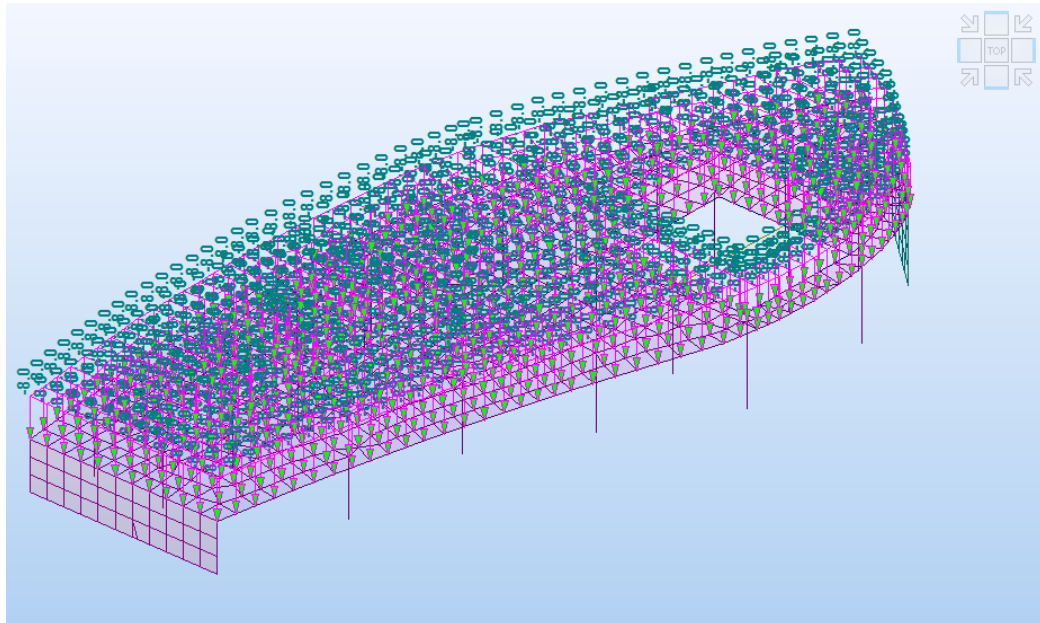


Figura 21. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Carichi G2

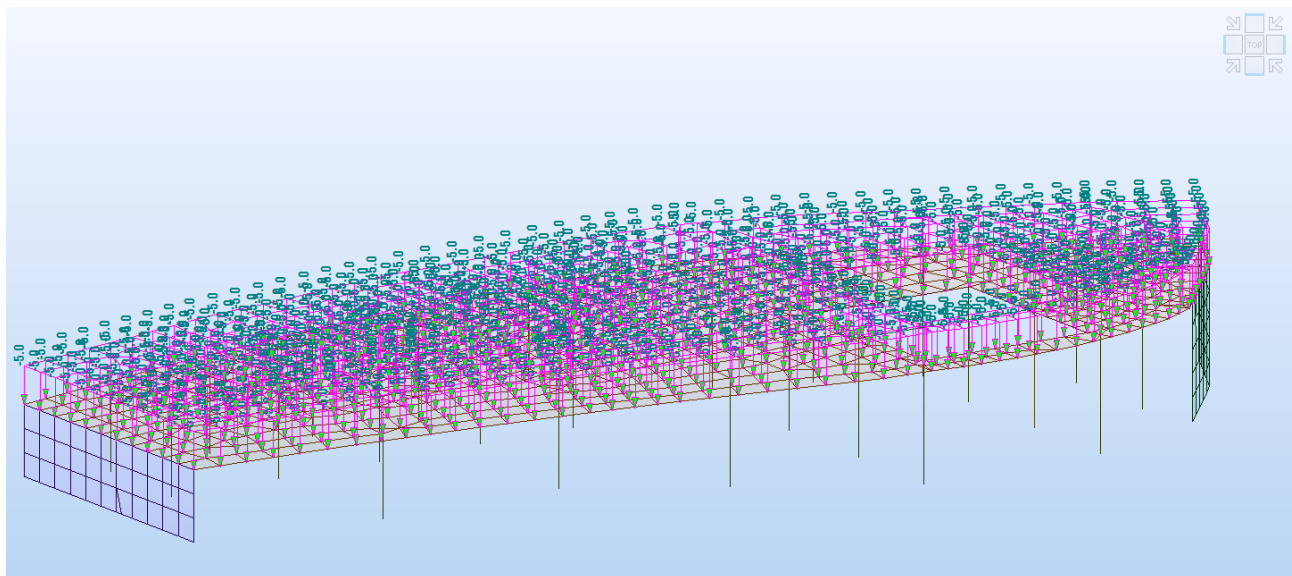



Figura 22. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Carichi Qk



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	34
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

In corrispondenza delle botole sono stati considerati dei carichi applicati nei bordi come riportato in seguito:

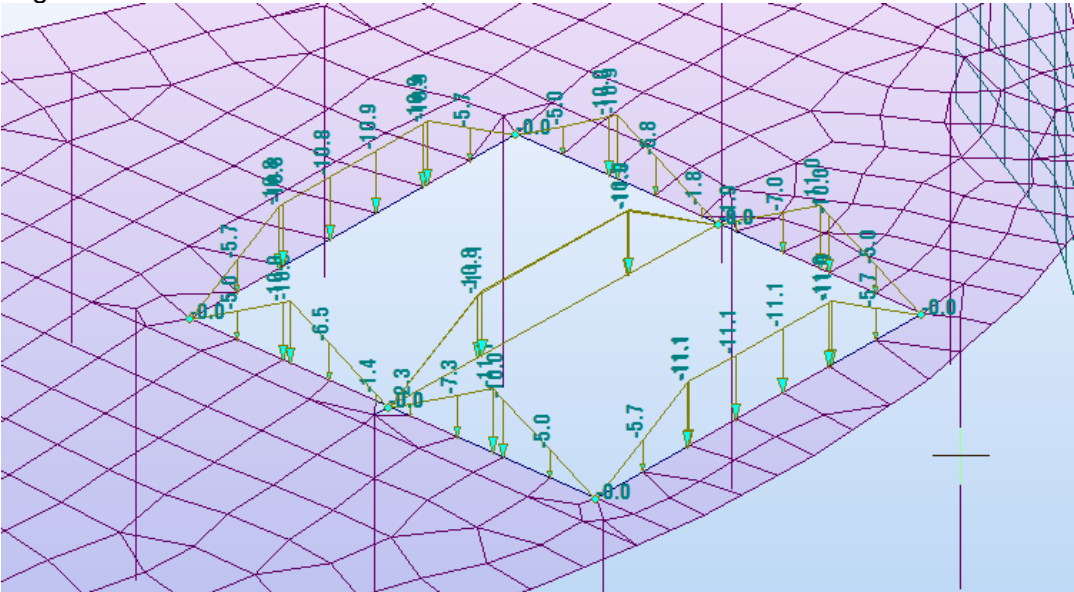


Figura 23. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Lineari Botole – G1

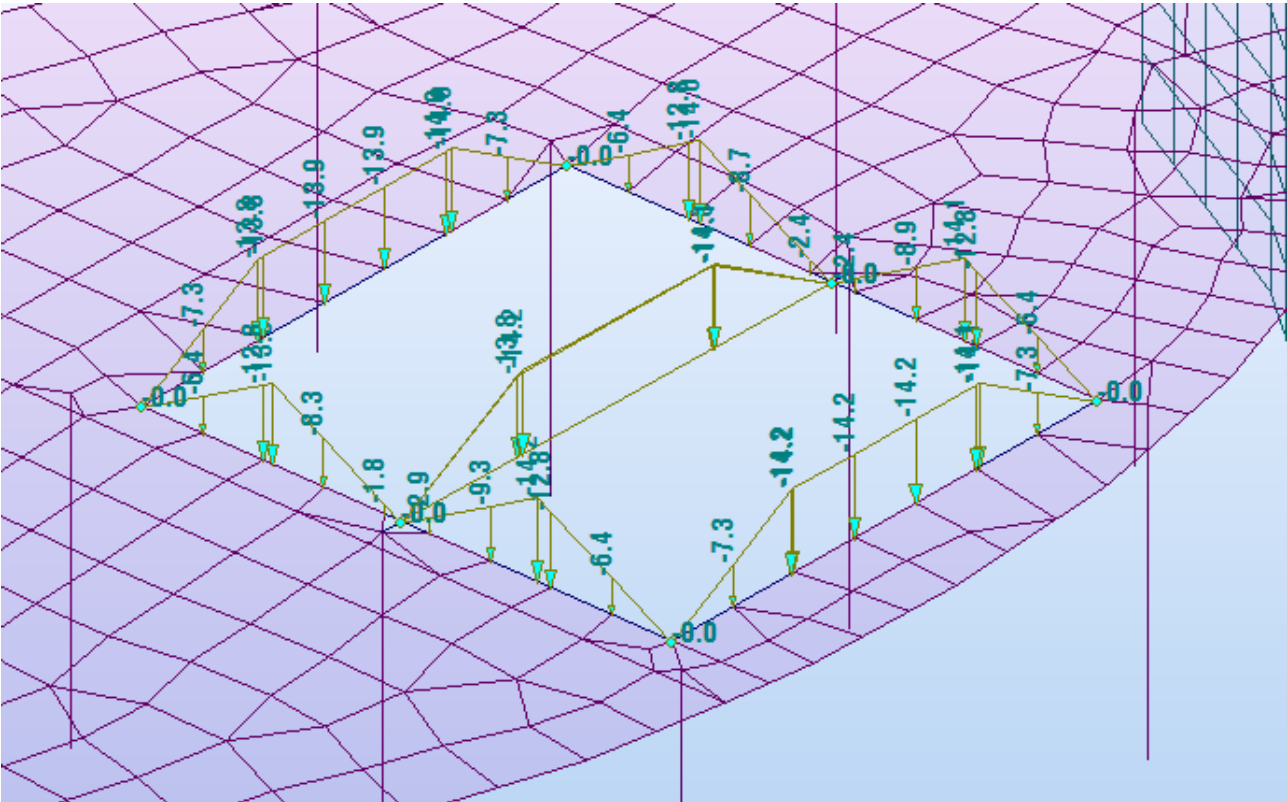



Figura 24. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Lineari Botole – G2



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	35	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

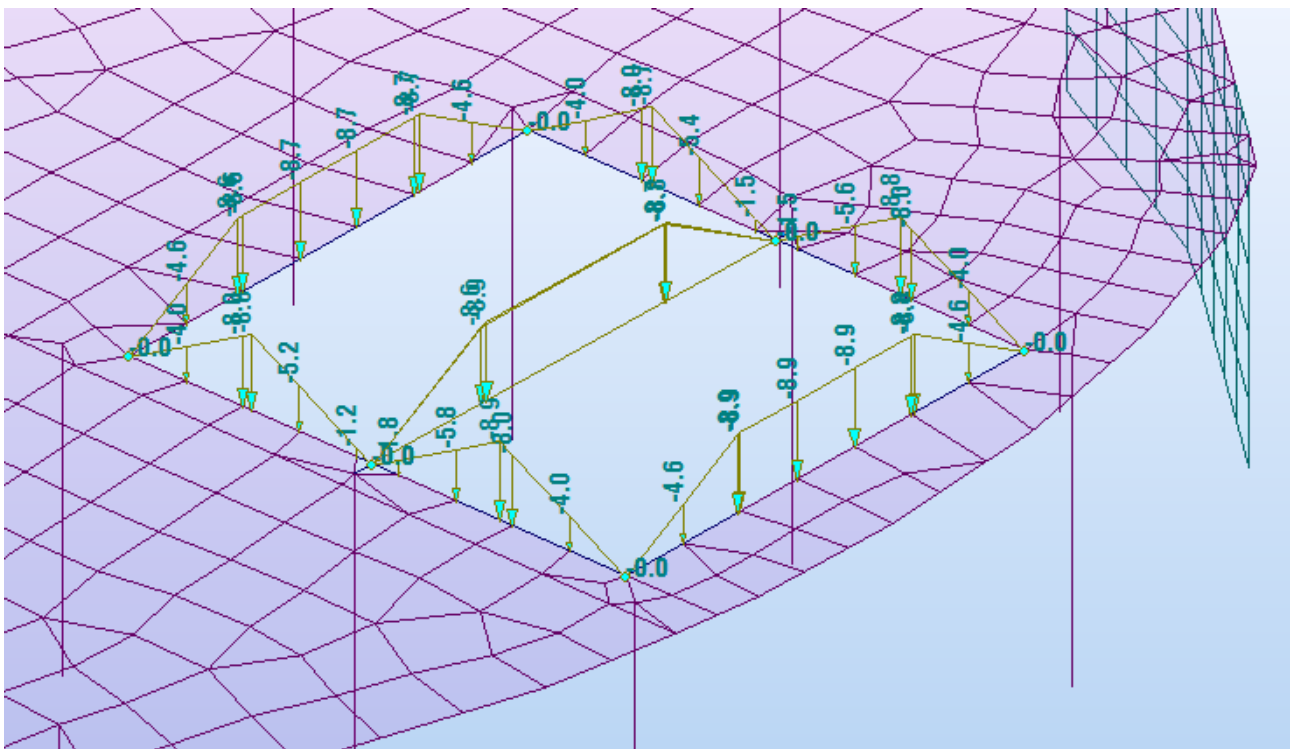



Figura 25. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Lineari Botole – Qk



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>36</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Come descritto al paragrafo 1.5.5 della presente relazione i parametri assunti per la definizione dell'azione sono i seguenti:


Zona Sismica: 2  
Sito di costruzione: Rimini Piazzale Kennedy  
Lat. 44.067514 Long.12.581761Contenuto tra  
ID reticolo: 18746 18968 18745 18967

Vita Nominale 50 anni  
Classe d'uso: III ( $C_U=1.5$ )  
Periodo di riferimento  $V_R=V_N \times C_U=75$  anni  
Categoria di suolo fondazione C  
Categoria topografica T1  
Fattore di struttura 1

TCC: Tipo di combinazione di carico  
SLO: Stato limite di operatività  
SLD: Stato limite di danno  
SLV: Stato limite di salvaguardia della vita  
Ag: Accelerazione orizzontale massima al sito [g]  
F0: Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
TC\*: Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

<b>TCC</b>	<b><math>T_R</math></b>	<b>Ag</b>	<b>F0</b>	<b>TC*</b>	<b><math>S_s</math></b>	<b><math>C_c</math></b>
SLO	45	0.0607	2.51	0.28	1.50	1.60
SLD	75	0.0783	2.52	0.28	1.50	1.60
SLV	712	0.2122	2.51	0.31	1.38	1.55



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>37</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 5.3 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Valori dei coefficienti di combinazione:

CATEGORIA/AZIONE VARIABILE	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Variabili – Cat. C	0.7	0.7	0.6

Valori dei coefficienti parziali:

	$\gamma$ F favorevole	$\gamma$ F sfavorevole
CARICHI PERMANENTI	1	1.3
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	0	1.5
CARICHI VARIABILI	0	1.5


Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

-----  
DESIGN TYPE : Concrete Design  
-----

#### LIST OF LOAD COMBINATIONS


NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) +	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.300 ) +	Qk+1.60m ( 1.500 )
2	SLV01	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 0.300 )	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y ( 0.300 )
3	SLV02	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X (-1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y ( 0.300 )
4	SLV03	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y (-0.300)
5	SLV04	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 0.300 )	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X (-1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y (-0.300)
6	SLV05	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 1.000 ) + + SLV_X ( 0.300 )	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_Y ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_X ( 0.300 )
7	SLV06	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 1.000 ) + + SLV_X (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_Y (-1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_X ( 0.300 )
8	SLV07	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_Y ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_X (-0.300)
9	SLV08	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 1.000 ) + + SLV_X ( 0.300 )	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_Y (-1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_X (-0.300)
10	SLV09	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y ( 0.300 )
11	SLV10	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 0.300 )	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X (-1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y ( 0.300 )
12	SLV11	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + + SLV_X ( 1.000 ) + + SLV_Y ( 0.300 )	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) + SLV_X ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 ) SLV_Y (-0.300)
13	SLV12	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) +	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000 ) +	Qk+1.60m ( 0.600 )



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>38</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				


+		SLV_X( 1.000) +		SLV_X(-1.000) +		SLV_Y(-0.300)
+		SLV_Y(-0.300)				
14	SLV13	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y( 1.000) +		SLV_Y( 1.000) +		SLV_X( 0.300)
+		SLV_X(-0.300)				
15	SLV14	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y( 1.000) +		SLV_Y(-1.000) +		SLV_X( 0.300)
+		SLV_X( 0.300)				
16	SLV15	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y( 1.000) +		SLV_Y( 1.000) +		SLV_X(-0.300)
+		SLV_X( 0.300)				
17	SLV16	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y( 1.000) +		SLV_Y(-1.000) +		SLV_X(-0.300)
+		SLV_X(-0.300)				
18	SLV17	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X(-1.000) +		SLV_Y(-0.300)
+		SLV_Y(-0.300)				
19	SLV18	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X( 1.000) +		SLV_Y(-0.300)
+		SLV_Y( 0.300)				
20	SLV19	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X(-1.000) +		SLV_Y( 0.300)
+		SLV_Y( 0.300)				
21	SLV20	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X( 1.000) +		SLV_Y( 0.300)
+		SLV_Y(-0.300)				
22	SLV21	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y(-1.000) +		SLV_X(-0.300)
+		SLV_X(-0.300)				
23	SLV22	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y( 1.000) +		SLV_X(-0.300)
+		SLV_X( 0.300)				
24	SLV23	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y(-1.000) +		SLV_X( 0.300)
+		SLV_X( 0.300)				
25	SLV24	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y( 1.000) +		SLV_X( 0.300)
+		SLV_X(-0.300)				
26	SLV25	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X(-1.000) +		SLV_Y(-0.300)
+		SLV_Y( 0.300)				
27	SVL26	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X( 1.000) +		SLV_Y(-0.300)
+		SLV_Y(-0.300)				
28	SLV27	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X(-1.000) +		SLV_Y( 0.300)
+		SLV_Y(-0.300)				
29	SLV28	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_X(-1.000) +		SLV_X( 1.000) +		SLV_Y( 0.300)
+		SLV_Y( 0.300)				
30	SLV29	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y(-1.000) +		SLV_X(-0.300)
+		SLV_X( 0.300)				
31	SLV30	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y( 1.000) +		SLV_X(-0.300)
+		SLV_X(-0.300)				
32	SLV31	Strength/Stress	Add			
		G1( 1.000) +		G2 Platea 1.60( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
+		SLV_Y(-1.000) +		SLV_Y(-1.000) +		SLV_X( 0.300)
+		SLV_X(-0.300)				
33	SLV32	Strength/Stress	Add			



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>39</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				


		G1 ( 1.000) + + SLV_Y (-1.000) + + SLV_X ( 0.300)		G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLV_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLV_X ( 0.300)
34	SLE_RARA	Serviceability G1 ( 1.000) +	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +		Qk+1.60m( 1.000)
35	SLE_FR	Serviceability G1 ( 1.000) +	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.700)
36	SLE_QP	Serviceability G1 ( 1.000) +	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600)
37	SLO1	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y ( 0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 1.000)
38	SLO2	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-1.000)
39	SLO3	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y (-0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 1.000)
40	SLO4	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y ( 0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y (-0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-1.000)
41	SLO5	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 0.300) + + SLO_Y ( 1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 0.300)
42	SLO6	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 0.300) + + SLO_Y (-1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-0.300)
43	SLO7	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X (-0.300) + + SLO_Y ( 1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-0.300)
44	SLO8	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X (-0.300) + + SLO_Y (-1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 0.300)
45	SLO9	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 1.000)
46	SLO10	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y ( 0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-1.000)
47	SLO11	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y ( 0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y (-0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 1.000)
48	SLO12	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 1.000) + + SLO_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y (-0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-1.000)
49	SLO13	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 0.300) + + SLO_Y ( 1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-0.300)
50	SLO14	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X ( 0.300) + + SLO_Y (-1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 0.300)
51	SLO15	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X (-0.300) + + SLO_Y ( 1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X ( 0.300)
52	SLO16	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X (-0.300) + + SLO_Y (-1.000)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y ( 1.000) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-0.300)
53	SLO17	Serviceability G1 ( 1.000) + + SLO_X (-1.000) + + SLO_Y (-0.300)	Add	G2 Platea 1.60 ( 1.000) + SLO_Y (-0.300) +		Qk+1.60m( 0.600) SLO_X (-1.000)
54	SLO18	Serviceability	Add			



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>40</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				

		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y(-0.300) +	SLO_X( 1.000)
+		SLO_Y( 0.300)		
-----				
55	SLO19	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y( 0.300) +	SLO_X(-1.000)
+		SLO_Y( 0.300)		
-----				
56	SLO20	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y( 0.300) +	SLO_X( 1.000)
+		SLO_Y(-0.300)		
-----				
57	SLO21	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X(-0.300)
+		SLO_Y(-1.000)		
-----				
58	SLO22	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X( 0.300)
+		SLO_Y( 1.000)		
-----				
59	SLO23	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X( 0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X( 0.300)
+		SLO_Y(-1.000)		
-----				
60	SLO24	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X( 0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X(-0.300)
+		SLO_Y( 1.000)		
-----				
61	SLO25	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y(-0.300) +	SLO_X(-1.000)
+		SLO_Y( 0.300)		
-----				
62	SLO26	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y(-0.300) +	SLO_X( 1.000)
+		SLO_Y(-0.300)		
-----				
63	SLO27	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y( 0.300) +	SLO_X(-1.000)
+		SLO_Y(-0.300)		
-----				
64	SLO28	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-1.000) +	SLO_Y( 0.300) +	SLO_X( 1.000)
+		SLO_Y( 0.300)		
-----				
65	SLO29	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X( 0.300)
+		SLO_Y(-1.000)		
-----				
66	SLO30	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X(-0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X(-0.300)
+		SLO_Y( 1.000)		
-----				
67	SLO31	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X( 0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X(-0.300)
+		SLO_Y(-1.000)		
-----				
68	SLO32	Serviceability	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 Platea 1.60 ( 1.000) +	Qk+1.60m( 0.600)
+		SLO_X( 0.300) +	SLO_Y(-1.000) +	SLO_X( 0.300)
+		SLO_Y( 1.000)		
-----				
69	SLV_SLV_ENV	Strength/Stress	Envelope	
		SLU( 1.000) +	SLV01( 1.000) +	SLV02( 1.000)
+		SLV03( 1.000) +	SLV04( 1.000) +	SLV05( 1.000)
+		SLV06( 1.000) +	SLV07( 1.000) +	SLV08( 1.000)
+		SLV09( 1.000) +	SLV10( 1.000) +	SLV11( 1.000)
+		SLV12( 1.000) +	SLV13( 1.000) +	SLV14( 1.000)
+		SLV15( 1.000) +	SLV16( 1.000) +	SLV17( 1.000)
+		SLV18( 1.000) +	SLV19( 1.000) +	SLV20( 1.000)
+		SLV21( 1.000) +	SLV22( 1.000) +	SLV23( 1.000)
+		SLV24( 1.000) +	SLV25( 1.000) +	SVL26( 1.000)
+		SLV27( 1.000) +	SLV28( 1.000) +	SLV29( 1.000)
+		SLV30( 1.000) +	SLV31( 1.000) +	SLV32( 1.000)




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>41</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 5.4 RISPOSTA MODALE

In seguito si riportano i risultati dell'analisi modale:

EIGENVALUE ANALYSIS													
Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance									
1	37.1215	5.9081	0.1693	0.00E+00									
2	50.0849	7.9713	0.1255	0.00E+00									
3	55.9666	8.9074	0.1123	0.00E+00									
4	63.7191	10.1412	0.0986	0.00E+00									
5	70.4529	11.2129	0.0892	0.00E+00									
6	73.8391	11.7519	0.0851	0.00E+00									
7	75.8474	12.0715	0.0828	0.00E+00									
8	85.3418	13.5826	0.0736	0.00E+00									
9	86.9229	13.8342	0.0723	0.00E+00									
10	92.9553	14.7943	0.0676	0.00E+00									
11	96.5087	15.3598	0.0651	0.00E+00									
12	108.5554	17.2771	0.0579	0.00E+00									
13	118.9015	18.9238	0.0528	0.00E+00									
14	154.84	24.6436	0.0406	0.00E+00									
15	174.1152	27.7113	0.0361	0.00E+00									
16	204.9491	32.6187	0.0307	0.00E+00									
17	247.3856	39.3726	0.0254	0.00E+00									
18	316.2788	50.3373	0.0199	0.00E+00									
19	485.4272	77.2581	0.0129	0.00E+00									
20	566.9135	90.2271	0.0111	0.00E+00									
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z		
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	
1	81.8817	81.8817	12.1538	12.1538	0.045	0.045	0.0599	0.0599	0.1191	0.1191	3.3984	3.3984	
2	11.5677	93.4494	69.0852	81.239	0.1527	0.1977	0.2619	0.3218	0.0191	0.1382	0.0832	3.4817	
3	0.4091	93.8585	1.072	82.311	4.7001	4.8978	0.1866	0.5084	0.0369	0.1752	0.0007	3.4824	
4	0.0022	93.8608	0.0467	82.3577	0.6728	5.5706	4.1152	4.6236	0.8199	0.9951	0.0006	3.483	
5	0.004	93.8648	0.0014	82.3591	9.8505	15.4211	2.5841	7.2077	2.0603	3.0553	0.0164	3.4994	
6	0.0483	93.9131	0.0036	82.3627	3.675	19.0961	0.0725	7.2802	2.6049	5.6603	0.0001	3.4995	
7	0.0093	93.9223	0.0481	82.4108	5.413	24.5091	0.0213	7.3015	2.5792	8.2395	0.0002	3.4996	
8	0.3448	94.2672	0.0399	82.4508	8.1229	32.632	0.3054	7.6069	8.6655	16.905	0.0126	3.5122	
9	0.0168	94.2839	0.0515	82.5022	0.4297	33.0617	6.6581	14.265	1.1152	18.0202	0.0347	3.5469	
10	0.0348	94.3188	0.0239	82.5261	1.559	34.6207	5.5956	19.8606	5.7949	23.815	0.0193	3.5662	
11	0.0299	94.3486	0.0258	82.5519	7.2452	41.866	11.1561	31.0167	1.3342	25.1493	0.1379	3.7041	
12	0.0243	94.3729	0.077	82.6289	1.5499	43.4159	0.2522	31.2689	0.0026	25.1519	0.031	3.7351	
13	2.4192	96.7921	0.06	82.6889	0.0261	43.442	1.0839	32.3528	0.0033	25.1552	48.9676	52.7027	
14	0.1026	96.8947	2.2253	84.9142	0.0079	43.4498	0.0005	32.3533	0.2456	25.4008	14.2976	67.0004	
15	0.111	97.0057	0.1081	85.0224	0.7018	44.1516	0.91	33.2634	5.9977	31.3986	0.0263	67.0266	
16	0.1073	97.1129	2.3105	87.3329	0.0278	44.1794	0.789	34.0524	0.1327	31.5313	0.0974	67.124	
17	0.8111	97.924	5.1735	92.5064	0.1479	44.3273	0.0839	34.1363	0.0269	31.5582	1.0609	68.1849	
18	0.3159	98.2399	1.6939	94.2004	0.0807	44.408	0.015	34.1513	0.4922	32.0504	8.9737	77.1586	
19	0.245	98.4849	3.7308	97.9312	0.0018	44.4098	1.0344	35.1857	0.4439	32.4942	1.8419	79.0006	
20	0.8002	99.2851	0.5563	98.4875	0.0318	44.4416	0.0111	35.1968	0.0199	32.5141	1.4344	80.435	
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z		
	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	
1	857.7801	857.7801	127.3218	127.3218	0.4709	0.4709	11.305	11.305	153.4317	153.4317	4988.3044	4988.3044	
2	121.1817	978.9617	723.7261	851.0479	1.6	2.071	49.415	60.72	24.5475	177.9793	122.1765	5110.4809	
3	4.286	983.2478	11.2297	862.2776	49.2376	51.3086	35.2078	95.9277	47.5709	225.5502	1.0442	5111.5251	
4	0.0235	983.2713	0.4895	862.7671	7.0478	58.3563	776.536	872.4638	1055.8409	1281.3911	0.8866	5112.4117	
5	0.0421	983.3134	0.0149	862.782	103.1928	161.5491	487.6194	1360.0832	2653.1333	3934.5244	24.0845	5136.4963	
6	0.5058	983.8191	0.0375	862.8194	38.499	200.0481	13.6749	1373.758	3354.5116	7289.036	0.0996	5136.5958	
7	0.097	983.9161	0.5041	863.3235	56.7054	256.7535	4.0278	1377.7858	3321.4119	10610.4479	0.2595	5136.8553	
8	3.6126	987.5286	0.4184	863.7419	85.0943	341.8478	57.6283	1435.4141	11158.9434	21769.3913	18.4519	5155.3073	
9	0.1757	987.7043	0.5391	864.281	4.5018	346.3496	1256.3662	2691.7802	1436.0852	23205.4765	50.9206	5206.2279	
10	0.3648	988.0691	0.25	864.531	16.332	362.6816	1055.8755	3747.6557	7462.3641	30667.8406	28.2958	5234.5237	
11	0.3128	988.3819	0.2701	864.8011	75.8999	438.5816	2105.1433	5852.799	1718.13	32385.9706	202.3958	5436.9195	
12	0.2542	988.6361	0.8071	865.6082	16.2367	454.8183	47.5856	5900.3846	3.3989	32389.3695	45.5276	5482.4471	
13	25.3433	1013.9794	0.6287	866.237	0.2733	455.0916	204.5269	6104.9115	4.3132	32393.6827	71875.8342	77358.2814	
14	1.0746	1015.054	23.3119	889.5488	0.0825	455.1741	0.1002	6105.0116	316.2493	32709.932	20986.397	98344.6784	
15	1.1629	1016.2168	1.1328	890.6816	7.3515	462.5256	171.7233	6276.735	7723.5741	40433.5061	38.5762	98383.2546	
16	1.1237	1017.3406	24.2049	914.8865	0.291	462.8165	148.8871	6425.622	170.9144	40604.4205	142.9232	98526.1778	
17	8.4967	1025.8372	54.1971	969.0836	1.5494	464.366	15.8285	6441.4505	34.7009	40639.1215	1557.2296	100083.407	
18	3.309	1029.1463	17.7454	986.8289	0.8459	465.2119	2.8232	6444.2737	633.7751	41272.8966	13171.8468	113255.254	
19	2.5669	1031.7132	39.0831	1025.912	0.0189	465.2308	195.1968	6639.4706	571.57	41844.4665	2703.6402	115958.895	
20	8.3824	1040.0956	5.828	1031.74	0.3332	465.564	2.0924	6641.5629	25.6373	41870.1038	2105.4526	118064.347	



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	42	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

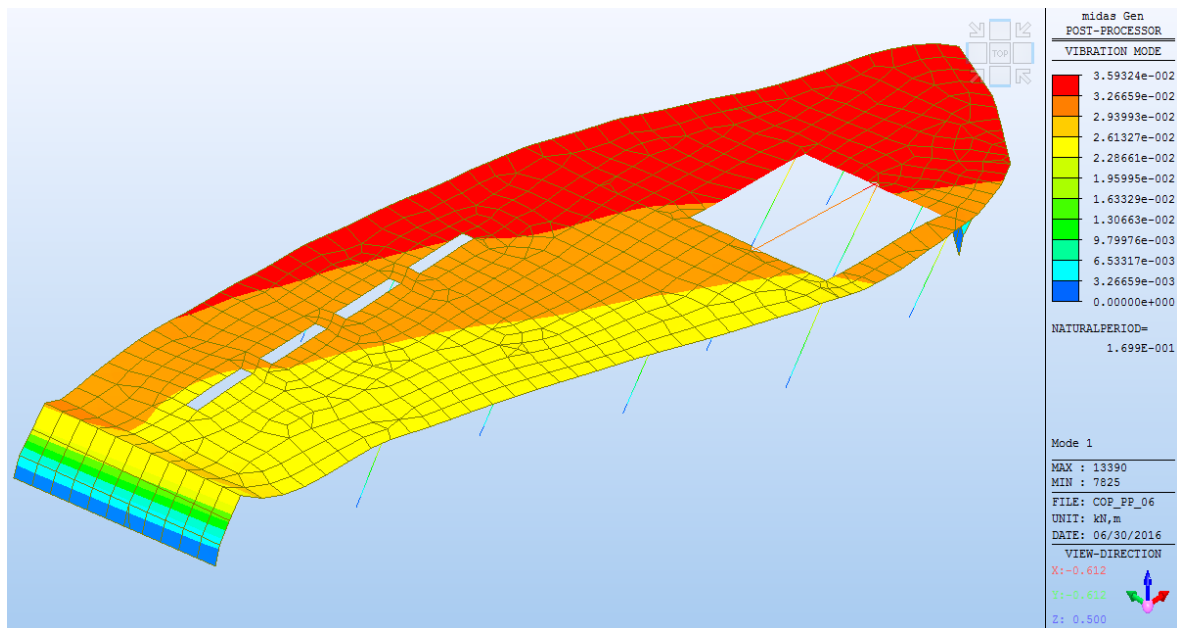


Figura 26. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – 1° modo di vibrare

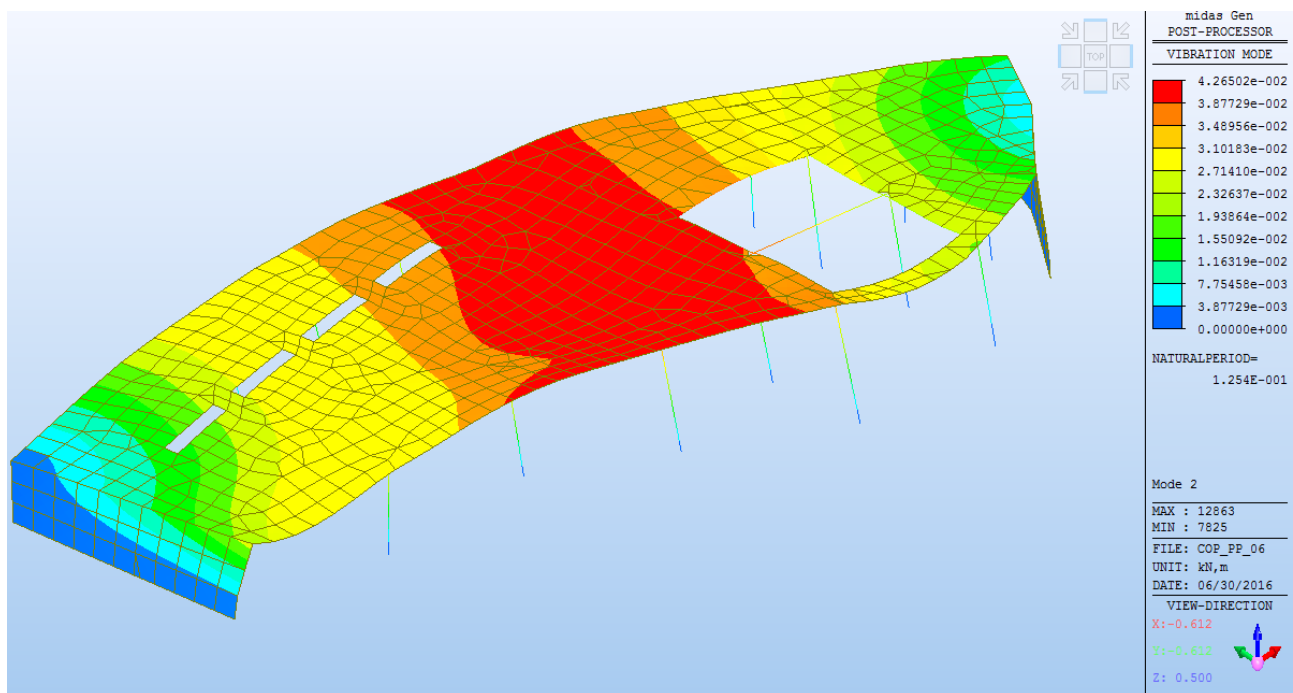



Figura 27. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – 2° modo di vibrare



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>43</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

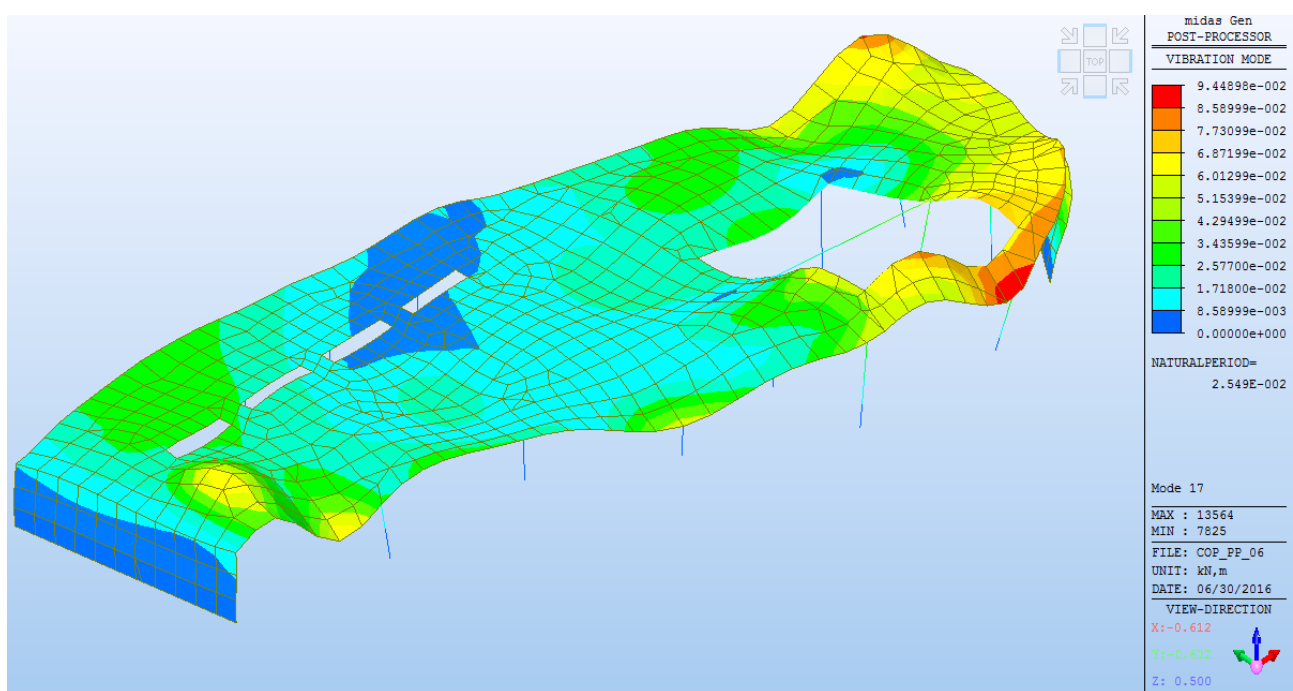



Figura 28. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – 17° modo di vibrare




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>44</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 5.5 TAGLI ALLA BASE

In seguito si riportano le sommatorie dei tagli alla base per ogni condizione e combinazione di carico considerata:


Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
G1	-0.000000	-0.000000	5294.356016
G2 Platea 1.60	-0.000000	-0.000000	4030.038456
Qk+1.60m	-0.000000	-0.000000	2518.774035
SLV_X (RS)	-5990.610811	2760.810271	186.440527
SLV_Y (RS)	-2907.003285	-4870.027877	213.241683
SLO_X (RS)	-1962.953095	915.502972	61.573977
SLO_Y (RS)	-915.776433	-1562.194556	68.280263
SLV_X (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLV_Y (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLO_X (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLO_Y (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLU	-0.000000	-0.000000	15899.873866
SLV01	-6862.711796	1299.801908	11086.071924
SLV02	-6862.711796	1299.801908	11086.071924
SLV03	-5118.509825	4221.818634	10958.126915
SLV04	-5118.509825	4221.818634	10958.126915
SLV05	-4704.186528	-4041.784795	11104.832733
SLV06	-4704.186528	-4041.784795	11104.832733
SLV07	-1109.820042	-5698.270958	10992.968417
SLV08	-1109.820042	-5698.270958	10992.968417
SLV09	-6862.711796	1299.801908	11086.071924
SLV10	-6862.711796	1299.801908	11086.071924
SLV11	-5118.509825	4221.818634	10958.126915
SLV12	-5118.509825	4221.818634	10958.126915
SLV13	-4704.186528	-4041.784795	11104.832733
SLV14	-4704.186528	-4041.784795	11104.832733
SLV15	-1109.820042	-5698.270958	10992.968417
SLV16	-1109.820042	-5698.270958	10992.968417
SLV17	6862.711796	-1299.801908	10585.245861
SLV18	6862.711796	-1299.801908	10585.245861
SLV19	5118.509825	-4221.818634	10713.190871
SLV20	5118.509825	-4221.818634	10713.190871
SLV21	4704.186528	4041.784795	10566.485052
SLV22	4704.186528	4041.784795	10566.485052
SLV23	1109.820042	5698.270958	10678.349368
SLV24	1109.820042	5698.270958	10678.349368
SLV25	6862.711796	-1299.801908	10585.245861
SVL26	6862.711796	-1299.801908	10585.245861
SLV27	5118.509825	-4221.818634	10713.190871
SLV28	5118.509825	-4221.818634	10713.190871
SLV29	4704.186528	4041.784795	10566.485052
SLV30	4704.186528	4041.784795	10566.485052
SLV31	1109.820042	5698.270958	10678.349368
SLV32	1109.820042	5698.270958	10678.349368
SLE_RARA	-0.000000	-0.000000	11843.168507
SLE_FR	-0.000000	-0.000000	11087.536296
SLE_QP	-0.000000	-0.000000	10835.658893
SLO1	-2237.686026	446.844605	10917.716949
SLO2	-2237.686026	446.844605	10917.716949
SLO3	-1688.220166	1384.161339	10876.748791
SLO4	-1688.220166	1384.161339	10876.748791
SLO5	-1504.662362	-1287.543664	10922.411349
SLO6	-1504.662362	-1287.543664	10922.411349
SLO7	-326.890505	-1836.845448	10885.466963



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA ( <i>JOB N°</i> )	ID DOC. ( <i>DOC. ID</i> )	REV.	N° FG. ( <i>SH. N.</i> )
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>45</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLO8	-326.890505	-1836.845448	10885.466963
SLO9	-2237.686026	446.844605	10917.716949
SLO10	-2237.686026	446.844605	10917.716949
SLO11	-1688.220166	1384.161339	10876.748791
SLO12	-1688.220166	1384.161339	10876.748791
SLO13	-1504.662362	-1287.543664	10922.411349
SLO14	-1504.662362	-1287.543664	10922.411349
SLO15	-326.890505	-1836.845448	10885.466963
SLO16	-326.890505	-1836.845448	10885.466963
SLO17	2237.686025	-446.844606	10753.600837
SLO18	2237.686025	-446.844606	10753.600837
SLO19	1688.220165	-1384.161339	10794.568995
SLO20	1688.220165	-1384.161339	10794.568995
SLO21	1504.662362	1287.543664	10748.906436
SLO22	1504.662362	1287.543664	10748.906436
SLO23	326.890504	1836.845447	10785.850822
SLO24	326.890504	1836.845447	10785.850822
SLO25	2237.686025	-446.844606	10753.600837
SLO26	2237.686025	-446.844606	10753.600837
SLO27	1688.220165	-1384.161339	10794.568995
SLO28	1688.220165	-1384.161339	10794.568995
SLO29	1504.662362	1287.543664	10748.906436
SLO30	1504.662362	1287.543664	10748.906436
SLO31	326.890504	1836.845447	10785.850822
SLO32	326.890504	1836.845447	10785.850822




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>46</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 5.6 VERIFICA DELLE NON LINEARITA' GEOMETRICHE

È stato calcolato il fattore  $\theta$  in accordo con il § 7.3.1 delle NTC 2008.

	P(kN)	Vx (kN)	Vy (kN)	V (kN)	dr_medio(m)	h (m)	$\theta$
SLV01	11081.5828	-6871.73695	1273.368949	6988.722138	0.005007234	3.7	0.00214585
SLV02	11081.5828	-6871.73695	1273.368949	6988.722138	0.005147974	3.7	0.00220617
SLV03	10954.07419	-5142.8707	4199.576097	6639.695656	0.004582854	3.7	0.00204344
SLV04	10954.07419	-5142.8707	4199.576097	6639.695656	0.004673583	3.7	0.00208389
SLV05	11101.85425	-4683.63489	-4056.07016	6195.816405	0.003472754	3.7	0.00168178
SLV06	11101.85425	-4683.63489	-4056.07016	6195.816405	0.003517584	3.7	0.00170349
SLV07	10991.72117	-1079.2526	-5697.95367	5799.263938	0.0027334	3.7	0.00140021
SLV08	10991.72117	-1079.2526	-5697.95367	5799.263938	0.002692832	3.7	0.00137943
SLV09	11081.5828	-6871.73695	1273.368949	6988.722138	0.005037943	3.7	0.00215901
SLV10	11081.5828	-6871.73695	1273.368949	6988.722138	0.005116886	3.7	0.00219285
SLV11	10954.07419	-5142.8707	4199.576097	6639.695656	0.004547675	3.7	0.00202775
SLV12	10954.07419	-5142.8707	4199.576097	6639.695656	0.004708979	3.7	0.00209968
SLV13	11101.85425	-4683.63489	-4056.07016	6195.816405	0.003483177	3.7	0.00168683
SLV14	11101.85425	-4683.63489	-4056.07016	6195.816405	0.003506011	3.7	0.00169789
SLV15	10991.72117	-1079.2526	-5697.95367	5799.263938	0.002753307	3.7	0.00141041
SLV16	10991.72117	-1079.2526	-5697.95367	5799.263938	0.002674259	3.7	0.00136992
SLV17	10586.96395	6871.736945	-1273.36895	6988.722138	0.004832769	3.7	0.00197865
SLV18	10586.96395	6871.736945	-1273.36895	6988.722138	0.004974578	3.7	0.00203671
SLV19	10714.47255	5142.870698	-4199.5761	6639.695657	0.004434724	3.7	0.00193414
SLV20	10714.47255	5142.870698	-4199.5761	6639.695657	0.004525915	3.7	0.00197391
SLV21	10566.6925	4683.634891	4056.070158	6195.816405	0.00331493	3.7	0.00152796
SLV22	10566.6925	4683.634891	4056.070158	6195.816405	0.003356905	3.7	0.00154731
SLV23	10676.82557	1079.252598	5697.953671	5799.263937	0.002692716	3.7	0.00133986
SLV24	10676.82557	1079.252598	5697.953671	5799.263937	0.002647802	3.7	0.00131751
SLV25	10586.96395	6871.736945	-1273.36895	6988.722138	0.004863801	3.7	0.00199135
SLV26	10586.96395	6871.736945	-1273.36895	6988.722138	0.004399345	3.7	0.00180119
SLV27	10714.47255	5142.870698	-4199.5761	6639.695657	0.004561499	3.7	0.00198943
SLV28	10714.47255	5142.870698	-4199.5761	6639.695657	0.00332466	3.7	0.00145
SLV29	10566.6925	4683.634891	4056.070158	6195.816405	0.003345978	3.7	0.00154228
SLV30	10566.6925	4683.634891	4056.070158	6195.816405	0.002714986	3.7	0.00125143
SLV31	10676.82557	1079.252598	5697.953671	5799.263937	0.002627006	3.7	0.00130716
SLV32	10676.82557	1079.252598	5697.953671	5799.263937	0.004943302	3.7	0.00245971



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>47</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

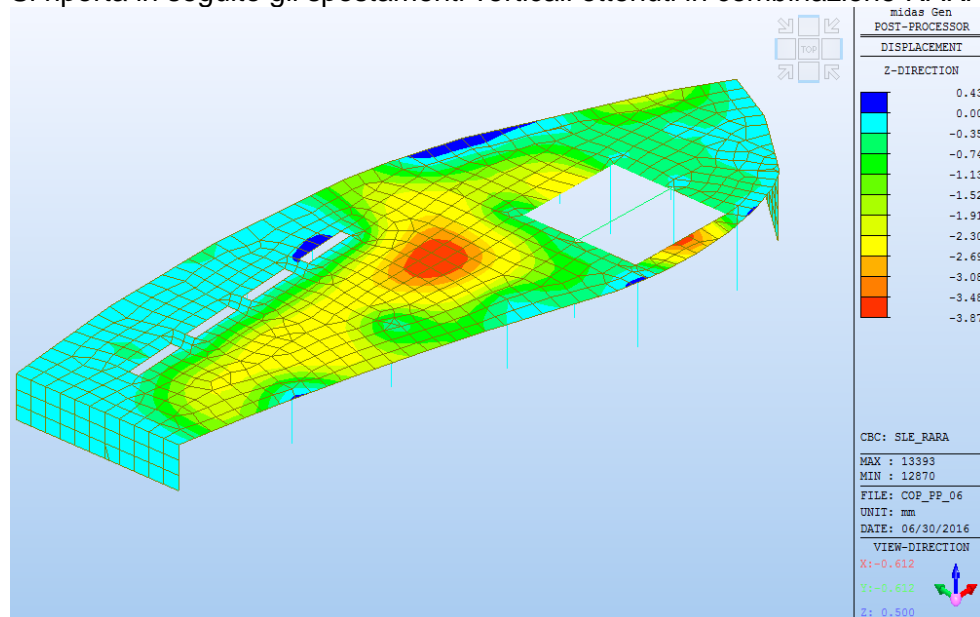
## 5.7 VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Si riportano i valori massimi del rapporto fra lo spostamento interpiano  $d_r$  e l'altezza di piano nel nodo considerato:

Elemento	Node1	zNode1(m)	Node2	zNode2(m)	h elem (m)	Load	DX (m)	DY (m)	DXY(m)	dr/h
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO2	0.001742	-1.8E-05	0.001742	0.000661
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO10	0.001731	-1.7E-05	0.001731	0.000657
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO9	0.001702	-1.3E-05	0.001702	0.000646
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO1	0.001692	-1.2E-05	0.001692	0.000642
2	3	1.3	4	3.93	2.63	SLO2	0.001625	-1.9E-05	0.001625	0.000618
2	3	1.3	4	3.93	2.63	SLO10	0.001618	-1.8E-05	0.001618	0.000616
3	5	1.3	6	4.20	2.90	SLO2	0.001783	-0.0001	0.001786	0.000615
3	5	1.3	6	4.20	2.90	SLO10	0.001772	-9.9E-05	0.001775	0.000612
2	3	1.3	4	3.93	2.63	SLO9	0.0016	-1.3E-05	0.0016	0.000609
2	3	1.3	4	3.93	2.63	SLO1	0.001593	-1.2E-05	0.001593	0.000606
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO18	-0.00159	0.000029	0.00159	0.000604
3	5	1.3	6	4.20	2.90	SLO9	0.001741	-8.8E-05	0.001743	0.000601
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO26	-0.00158	0.000028	0.00158	0.0006
3	5	1.3	6	4.20	2.90	SLO1	0.001731	-8.6E-05	0.001733	0.000597
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO25	-0.00155	0.000024	0.00155	0.000589
1	1	1.3	2	3.93	2.63	SLO17	-0.00154	0.000023	0.00154	0.000585
4	7	1.3	8	4.21	2.91	SLO2	0.001671	-0.00011	0.001674	0.000575
6	11	1.3	12	4.47	3.17	SLO2	0.001809	-0.0002	0.001819	0.000574
4	7	1.3	8	4.21	2.91	SLO10	0.001664	-0.0001	0.001667	0.000573
6	11	1.3	12	4.47	3.17	SLO10	0.001798	-0.00019	0.001808	0.00057
4	7	1.3	8	4.21	2.91	SLO9	0.001644	-9.2E-05	0.001647	0.000566

I risultati risultano accettabili poiché il rapporto  $d_r/h$  risulta inferiore a 0.00333 in accordo con il §7.3.7.2 per costruzioni ricadenti in classe d'uso III.


Si riporta in seguito gli spostamenti verticali ottenuti in combinazione RARA:



**Figura 29. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Spostamenti verticali in combinazione RARA**

Lo spostamento massimo verticale è pari a circa 4mm per cui i risultati ottenuti risultano più che accettabili.

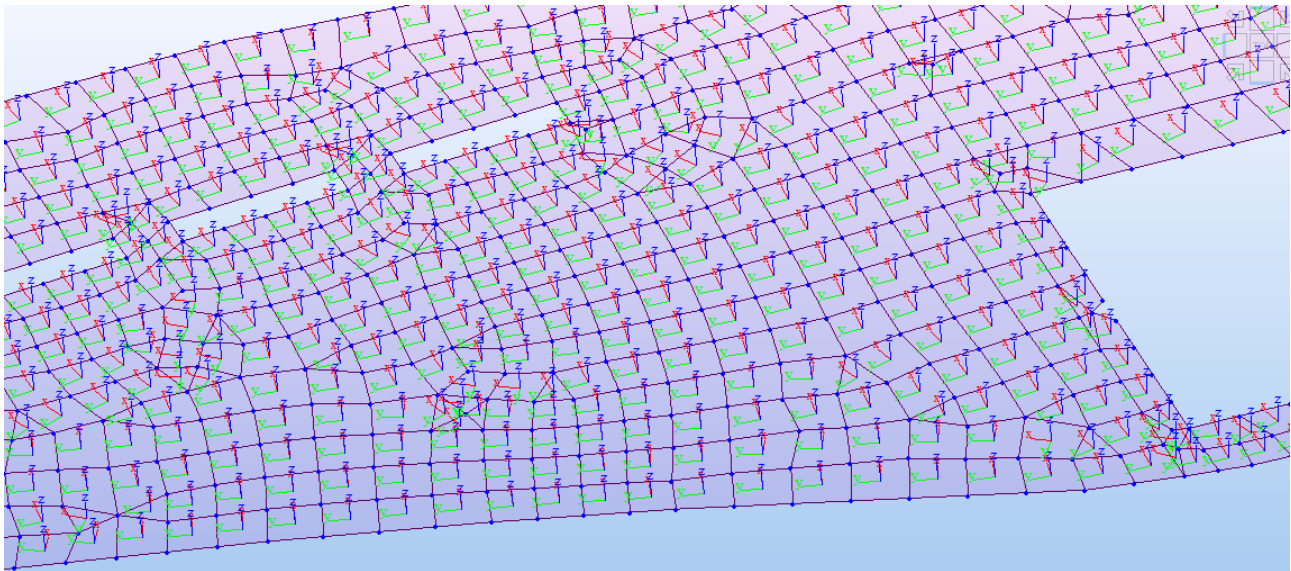


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	48
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

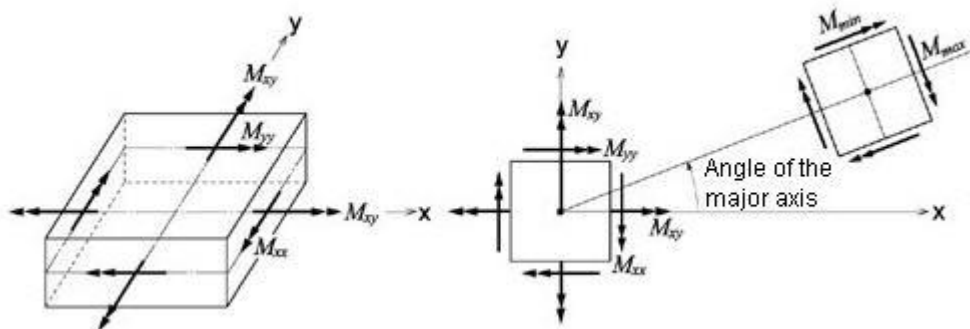
## 5.8 INVILUPPI E VERIFICHE SOLAIO DI COPERTURA

### 5.8.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono la soletta di copertura:



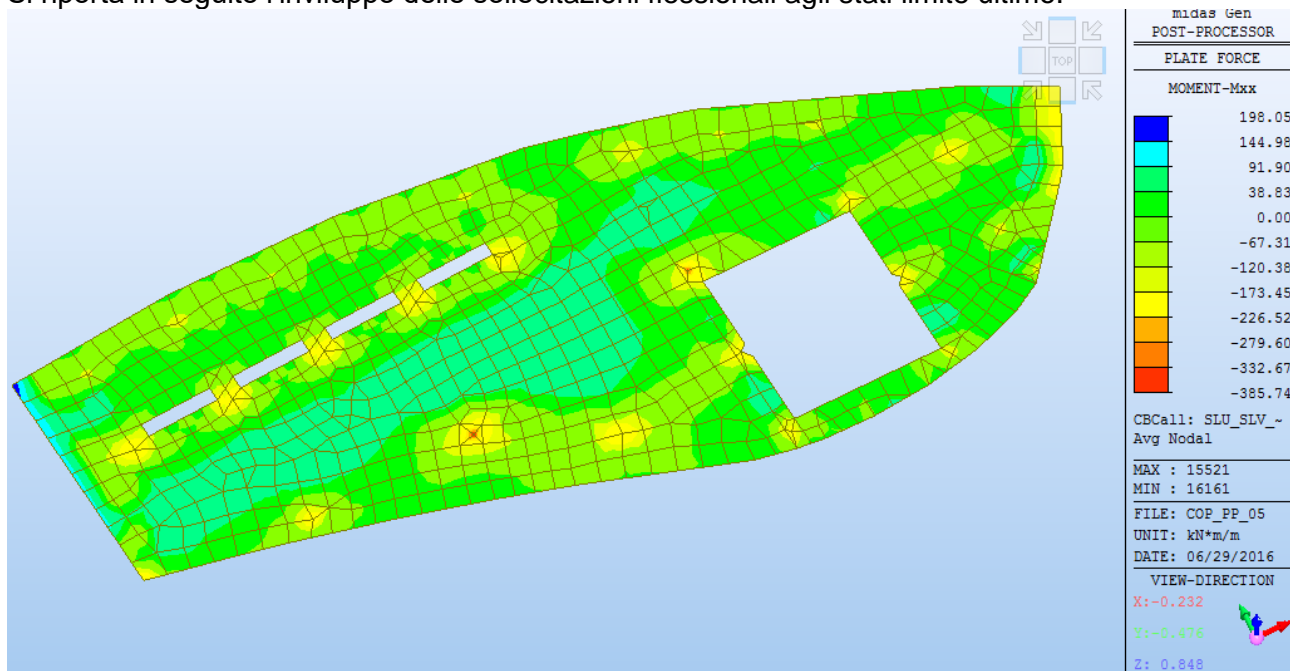
Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni flessionali:



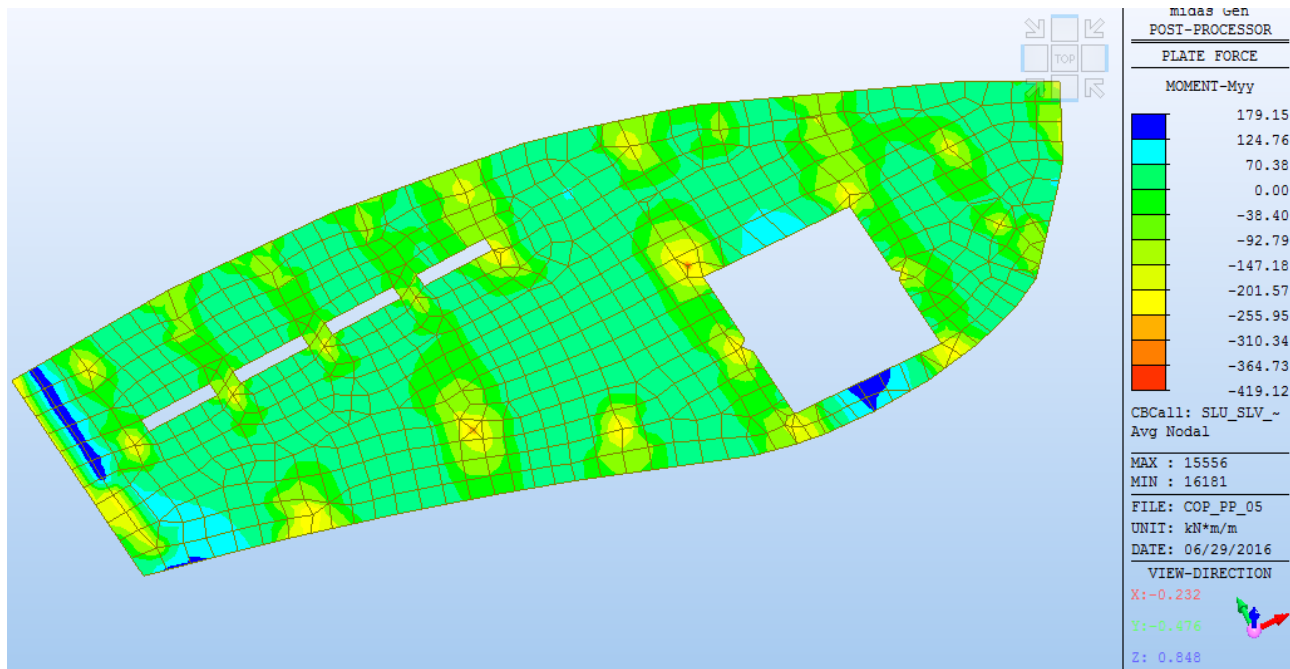


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	49	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta in seguito l'involuppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:




**Figura 30. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Involuppo Momenti Mxx Comb SLU e SLV**  
Soletta di Copertura



**Figura 31. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Involuppo Momenti Myy Comb SLU e SLV**  
Soletta di Copertura



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	50	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura orizzontale e verticale diffusa composta da 1 $\phi$ 20/20 in entrambe le facce della soletta:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	31

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

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

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**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 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> 180.8 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> 19.65 ‰  
 d 31 cm  
 x 4.686 x/d 0.1512  
 δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

In corrispondenza delle massime sollecitazioni negative sono previsti 1 $\phi$ 20/20 aggiuntivi superiori in entrambe le direzioni

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31.42	5
2	15.71	31

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

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

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**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 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

M<sub>xRd</sub> -333 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> 14.2 ‰  
 d 30 cm  
 x 5.932 x/d 0.1977  
 δ 0.7


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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	51	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 5.8.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per il quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

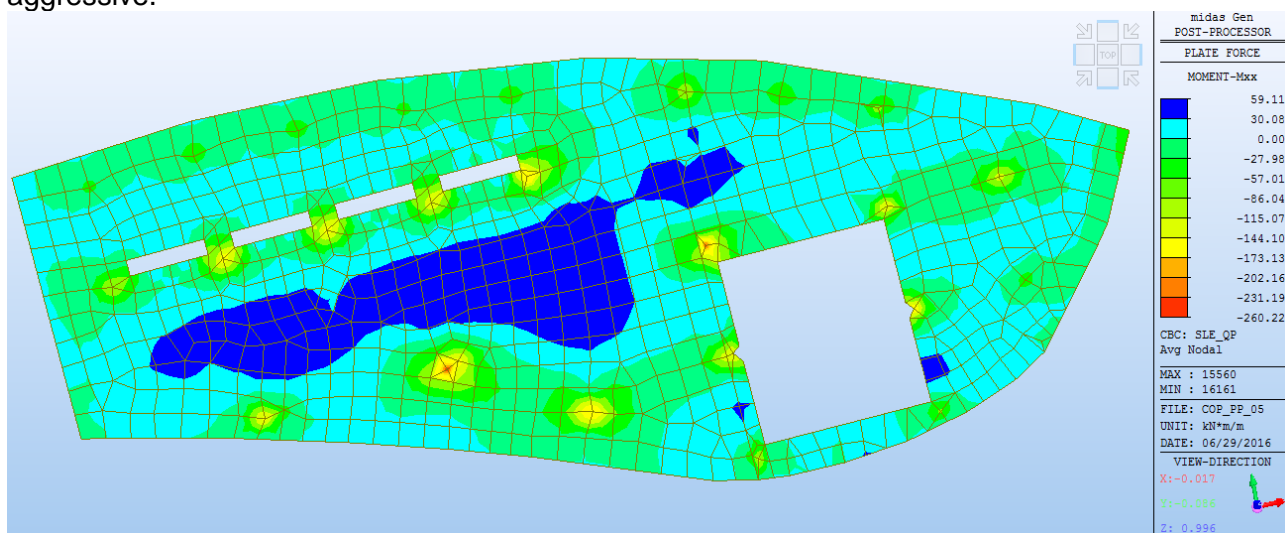


Figura 32. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione –Momenti Mxx Comb. QP Soletta di Copertura

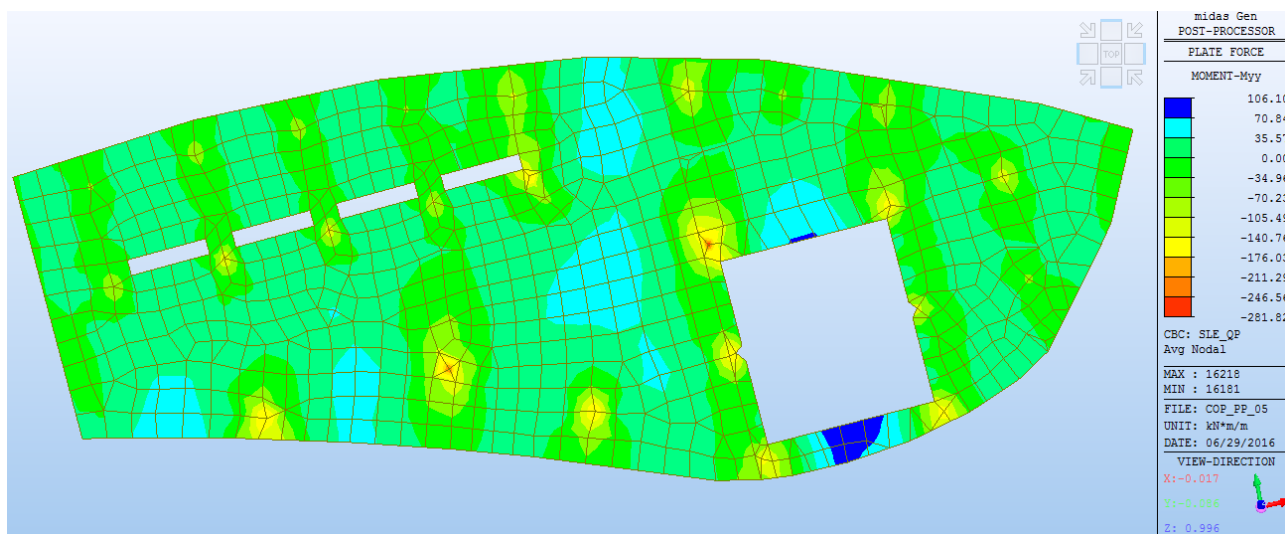



Figura 33. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione –Momenti Myy Comb. QP Soletta di Copertura



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	52	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Nel tratto di spessore 35cm le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom** N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	4
2	15.71	31

**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

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

**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 N/mm²  
 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 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
 τ<sub>c1</sub> 2.114

σ<sub>c</sub> -5.285 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 194.7 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 0.9737 ‰  
 d 31 cm  
 x 8.968 x/d 0.2893  
 δ 0.8016

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 35 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 30 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 32 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 40 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 40 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.024 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 33346 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1571 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 18.16 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 195 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.178
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 56.133 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.056 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02799 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000701 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 257.485 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.18 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>53</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza della trave ribassata le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom** N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	95	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	31
3	15.71	76

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

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

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

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

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

**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>  ‰

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x  x/d  δ

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 80 \text{ cm} \\
 B &:= 80 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 75 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 32 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 40 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 40 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.024 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 33346 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1571 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 15.71 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 192 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.178
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 125 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.1 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01571 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000559 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 352.423 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.197 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	54
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

5.8.3 VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI SULLA SOLETTA SUPERIORE AGLI SLU

Si riporta in seguito la numerazione dei pilastri:

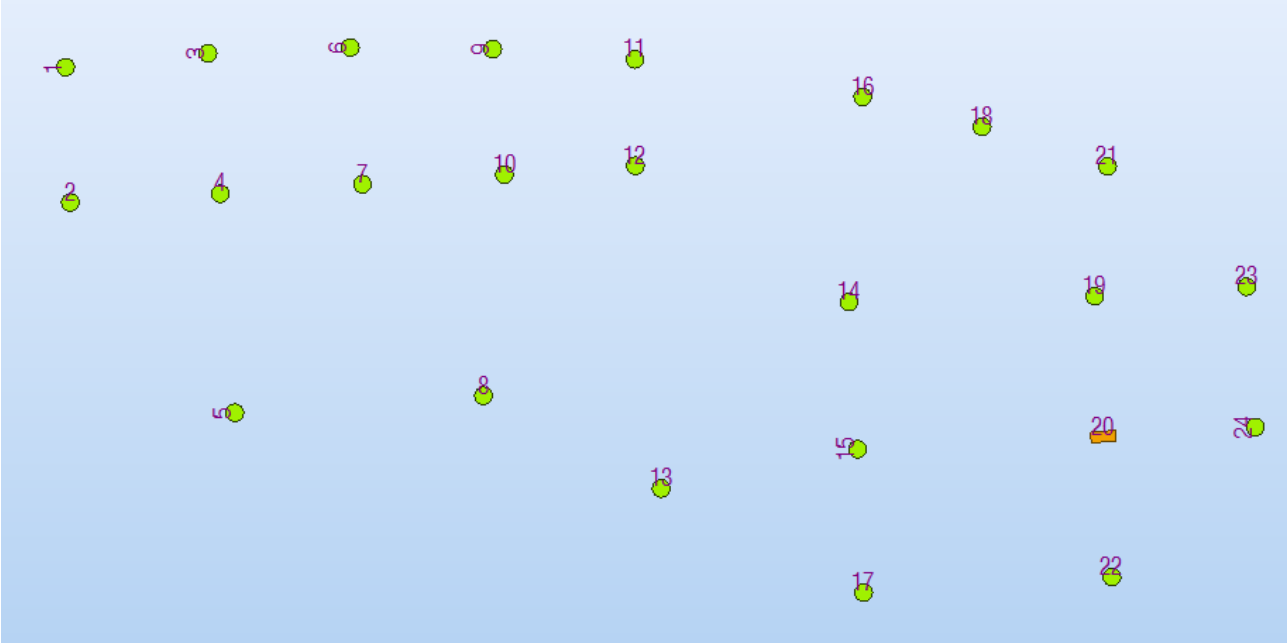


Figura 34. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Numerazione Pilastri

Si riporta l’inviluppo delle sollecitazioni assiali massime:

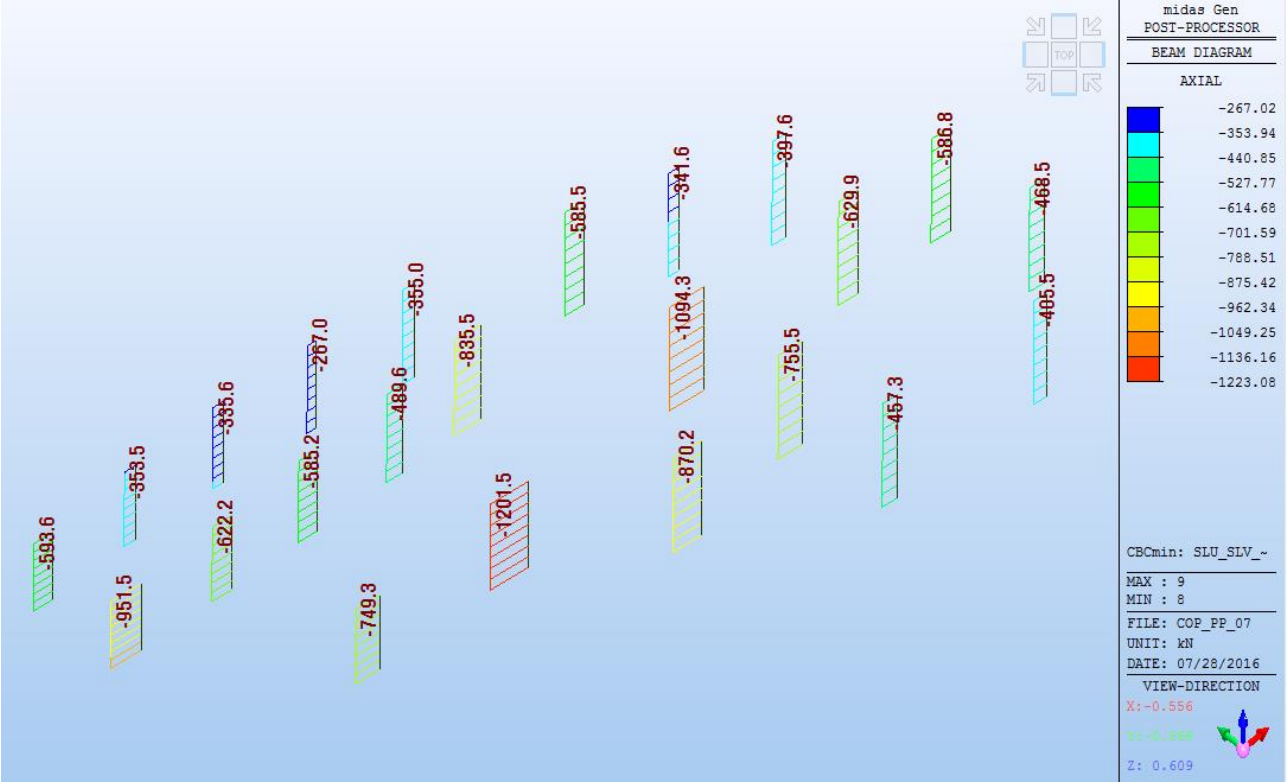



Figura 35. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Inviluppo sforzi assiali Pilastri




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>55</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riporta la verifica a punzonamento in accordo con il paragrafo 6.4 dell'EC2.

PIL	de# (cm)	Ved (kN)	Dpil (cm)	hsol (cm)	u (m)	Arm. Diffusa		Arm. Aggiuntiva		As (cmq)	ro	k	vRdc (MPa)	vEd (MPa)	Sr (cm)	n_sp	fi_sp (mm)	Asw (cm)	fyd.eff	vRd.cs	c.s. u1	u0 (m)	vRd.max	vEd.u0	c.s. u1
						fi (cm)	int (cm)	fi (cm)	int (cm)																
1	30	593.62	55	35	5.50	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.41							1.28	1.73	4.74	1.32	3.60
2	30	951.55	55	35	5.50	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.66	10	10	10	7.85	325.00	1.09	1.65	1.73	4.74	2.11	2.25
3	30	353.48	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.25							2.09	1.57	4.74	0.86	5.50
4	30	622.2	50	35	4.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.55	10	10	10	7.85	325.00	1.28	2.33	1.57	4.74	1.52	3.12
5	30	749.33	50	35	4.51	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.64	10	10	10	7.85	325.00	1.25	1.96	1.57	4.74	1.83	2.59
6	30	335.57	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.24							2.20	1.57	4.74	0.82	5.79
7	30	585.21	50	35	4.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.52							1.03	1.57	4.74	1.43	3.32
8	30	1201.5	50	35	5.34	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.86	10	10	10	7.85	325.00	1.22	1.41	1.57	4.74	2.93	1.62
9	30	267.02	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.19							2.76	1.57	4.74	0.65	7.28
10	30	489.61	50	35	4.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.43							1.23	1.57	4.74	1.19	3.97
11	30	355.01	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.25							2.08	1.57	4.74	0.87	5.48
12	30	835.46	50	35	4.47	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.72	10	10	10	7.85	325.00	1.25	1.75	1.57	4.74	2.04	2.33
13	30	870.23	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.62	10	10	10	7.85	325.00	1.11	1.78	1.57	4.74	2.12	2.23
14	30	1094.34	50	35	4.83	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.87	10	10	10	7.85	325.00	1.29	1.49	1.57	4.74	2.67	1.78
15	30	755.52	50	35	3.40	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.85	10	10	10	7.85	325.00	1.63	1.91	1.57	4.74	1.84	2.57
16	30	585.54	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.42							1.26	1.57	4.74	1.43	3.32
17	30	457.31	50	35	4.12	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.43							1.57	1.57	4.74	1.12	4.25
18	30	341.59	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.25							2.16	1.57	4.74	0.83	5.69
19	30	629.88	50	35	4.83	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.50							1.34	1.57	4.74	1.54	3.09
20	30	657.16	70	30	3.90	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.65							1.03	2.00	4.74	1.26	3.77
21	30	397.62	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.29							1.86	1.57	4.74	0.97	4.89
22	30	405.54	50	35	4.12	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.38							1.77	1.57	4.74	0.99	4.79
23	30	586.8	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.42							1.26	1.57	4.74	1.43	3.31
24	30	468.54	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.34							1.58	1.57	4.74	1.14	4.15



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>56</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 5.9 INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DEI PILASTRI

In seguito si riportano gli involuppi delle sollecitazioni nelle combinazioni di carico SLU e SLV

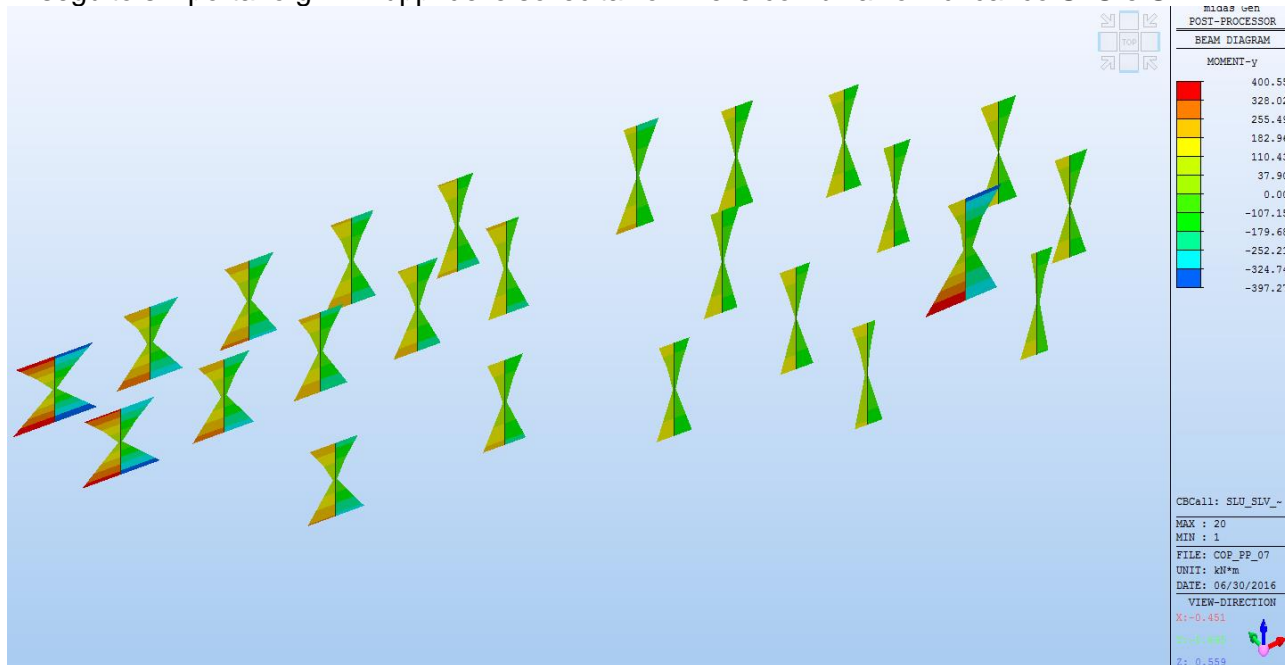


Figura 36. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Involuppo Momenti My Pilastri

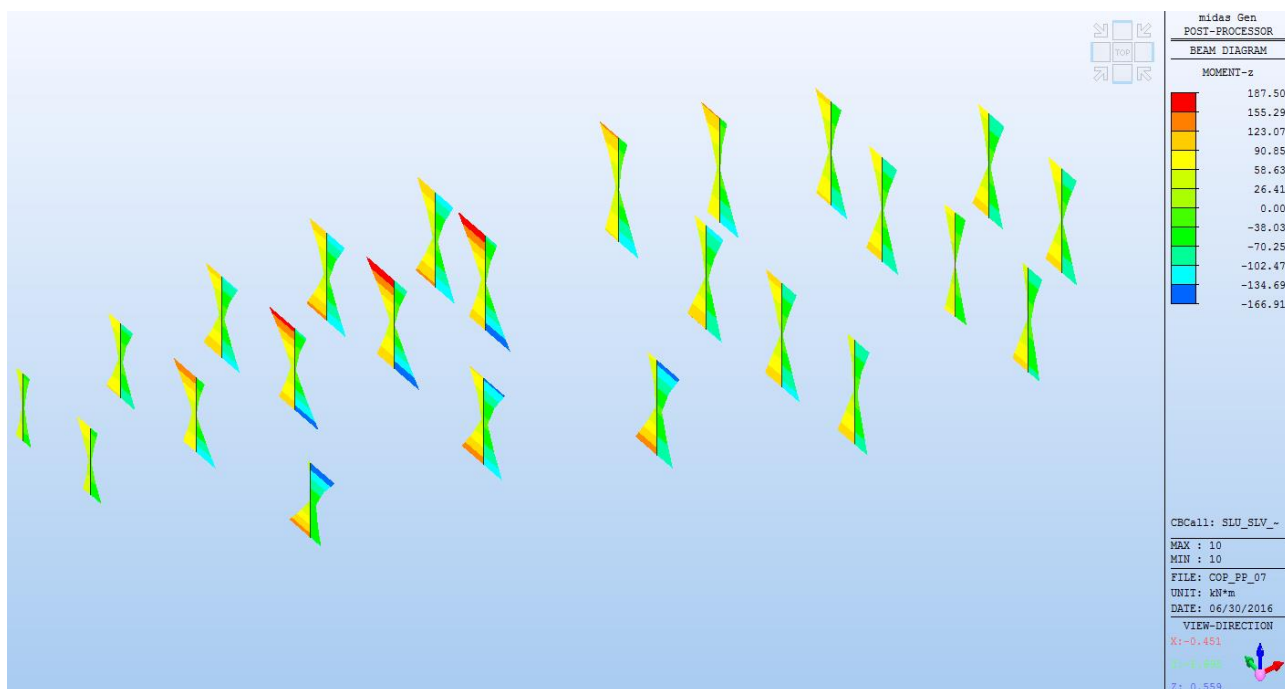



Figura 37. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Momenti Mz Pilastri



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	57
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

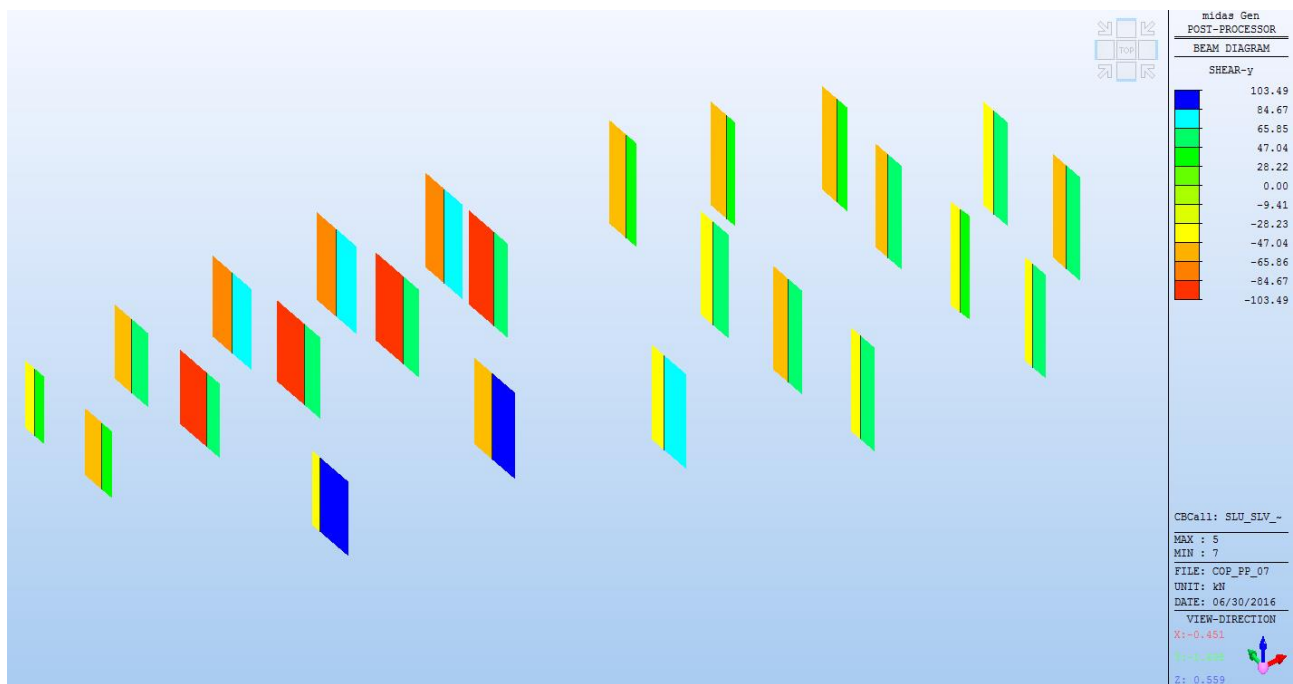


Figura 38. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Tagli Fy Pilastri

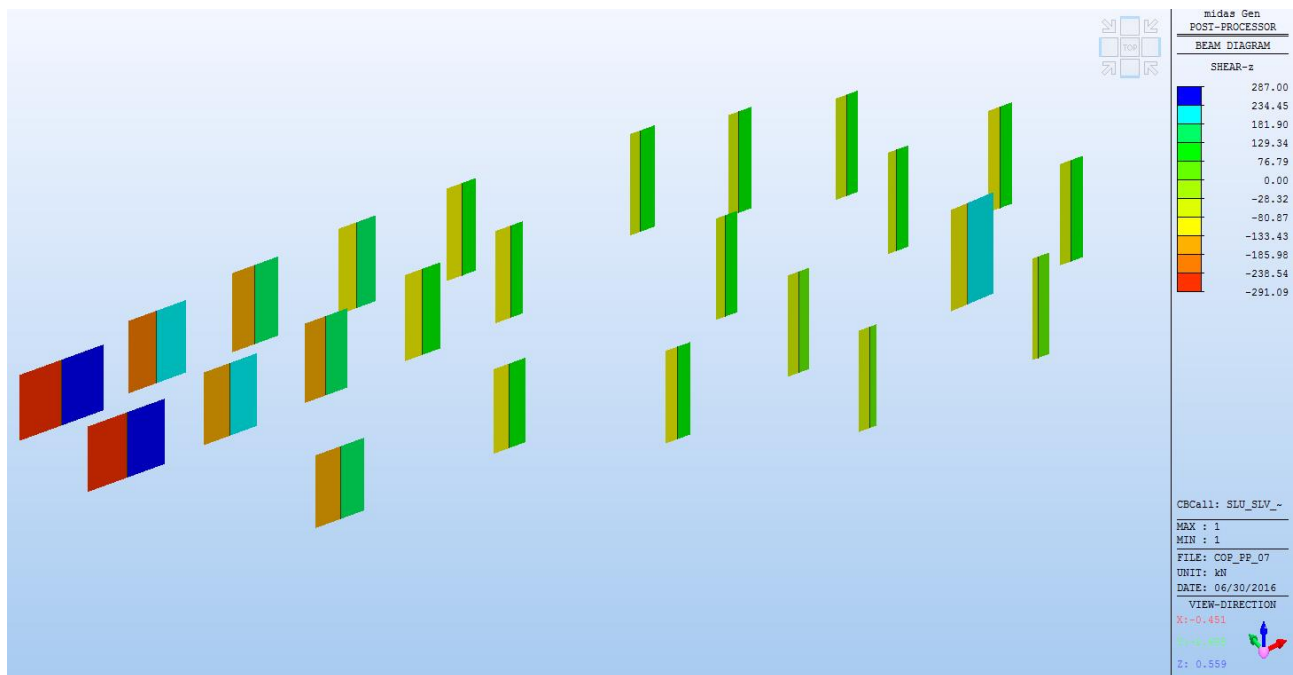

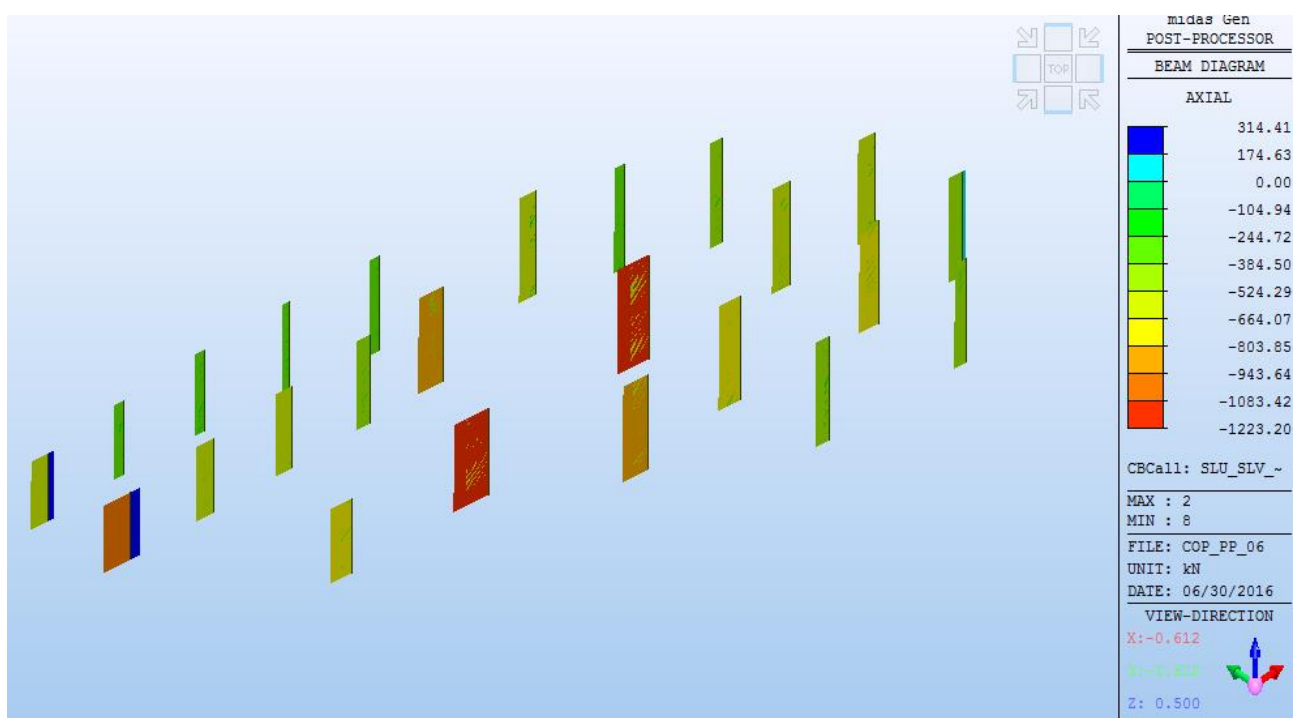


Figura 39. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Tagli Fz Pilastri



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>58</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					




**Figura 40. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Sforzi Assiali Pilastri**

Nella tabella seguente sono riportate le verifiche dei pilastri:


Uc		Section		fck	fyk					N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc.end	V_Rds.end	V_Rdc.mid	V_Rds.mid	V_Ed.end	Rat_V.ed	
Rat-Uc	SEL	Bc	Hc	Height	fyw	CHK	LCB	V-Rebar	N_Rdmax	Rat-N	Rat-My	Rat-Mz	Rat-Vc.end	Rat-Vs.end	Rat-Vc.mid	Rat-Vs.mid	V_Ed.mid	Rat-V.mid	
1	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	19	16-3-P24	6205.66	-182.09	397.271	31.0767	225.728	300.077	226.647	300.077	27	225.644	1.000
10		0.0000	0.5000	2.6340	450000					0.929	0.937	0.972	1.000	0.752	0.996	0.752	27	225.644	0.996
2	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	19	16-3-P24	6205.66	-297.32	370.085	30.7225	263.983	300.077	263.983	300.077	27	263.335	0.998
10		0.0000	0.5000	2.6156	450000					0.905	0.902	0.868	0.998	0.878	0.998	0.878	27	263.335	0.998
3	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	14-3-P22	5491.62	222.185	320.044	10.4382	163.316	240.062	164.329	240.062	27	161.120	0.987
10		0.0000	0.5000	2.9023	450000					0.878	0.880	0.909	0.987	0.671	0.980	0.671	27	161.120	0.980
4	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	14-3-P22	5491.62	467.516	295.029	15.7832	192.539	240.062	193.555	120.031	27	182.678	0.949
10		0.0000	0.5000	2.9103	450000					0.748	0.753	0.776	0.949	0.761	0.944	1.522	27	182.678	0.944
5	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	19	14-3-P22	5491.62	415.690	271.932	14.9400	195.402	240.062	196.419	120.031	27	178.924	0.916
10		0.0000	0.5000	2.9139	450000					0.710	0.699	0.705	0.916	0.745	0.911	1.491	27	178.924	0.911
6	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	14-3-P22	5491.62	247.445	277.218	21.0581	168.611	240.062	169.717	120.031	27	159.133	0.944
10		0.0000	0.5000	3.1698	450000					0.768	0.751	0.743	0.944	0.663	0.938	1.326	27	159.133	0.938
7	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	26	14-3-P22	5491.62	386.913	248.269	55.5147	190.919	240.062	192.028	120.031	27	151.684	0.794
10		0.0000	0.5000	3.1775	450000					0.662	0.654	0.655	0.794	0.632	0.790	1.264	27	151.684	0.790
8	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	2	6-3-P22	4356.32	861.481	204.819	58.6219	215.040	240.062	215.040	120.031	27	118.340	0.550
10		0.0000	0.5000	3.3816	450000					0.793	0.788	0.808	0.550	0.493	0.550	0.986	27	118.340	0.550
9	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	11	14-3-P22	5491.62	188.172	243.437	34.4786	160.438	240.062	161.637	120.031	27	133.782	0.834
10		0.0000	0.5000	3.4365	450000					0.680	0.668	0.700	0.834	0.557	0.828	1.115	27	133.782	0.828
10	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	18	14-3-P22	5491.62	320.427	216.576	67.3837	181.486	240.062	182.688	120.031	27	126.251	0.696
10		0.0000	0.5000	3.4448	450000					0.594	0.587	0.579	0.696	0.526	0.691	1.052	27	126.251	0.691
11	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	27	14-3-P22	5491.62	190.932	210.671	37.3387	161.947	240.062	163.239	120.031	27	109.028	0.673
10		0.0000	0.5000	3.7022	450000					0.588	0.576	0.555	0.673	0.454	0.668	0.908	27	109.028	0.668
12	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	18	14-3-P22	5491.62	448.487	196.084	100.142	202.100	240.062	203.388	120.031	27	118.658	0.587
10		0.0000	0.5000	3.6912	450000					0.556	0.544	0.546	0.587	0.494	0.583	0.989	27	118.658	0.583
13	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	12	6-3-P22	4356.32	653.680	128.385	130.625	194.655	240.062	195.948	120.031	27	98.1313	0.504
10		0.0000	0.5000	3.7047	450000					0.691	0.697	0.701	0.504	0.409	0.501	0.818	27	98.1313	0.501



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>59</b>	<b>313</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>					

Uc		Section		fck	fyk			v-		N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc.end	V_Rds.end	V_Rdc.mid	V_Rds.mid		V_Ed.end	Rat-
Rat-Uc	SEL	Bc	Hc	Height	fyw	CHK	LCB	Rebar	N_Rdmax	Rat-N	Rat-My	Rat-Mz	Rat-Vc.end	Rat-Vs.end	Rat-Vc.mid	Rat-Vs.mid	LCB	V_Ed.mid	Rat-Vc.mid
14	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	6-3-P22	4356.32	803.581	173.120	59.4609	215.040	240.062	215.040	120.031	27	88.4859	0.411
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.663	0.659	0.693	0.411	0.369	0.411	0.737	27	88.4859	0.411
15	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	27	6-3-P22	4356.32	516.285	159.667	50.2421	174.619	240.062	176.036	120.031	27	82.0045	0.470
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.677	0.666	0.662	0.470	0.342	0.466	0.683	27	82.0045	0.466
16	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	6-3-P22	4356.32	395.792	201.811	32.9751	157.737	240.062	159.154	120.031	27	100.474	0.637
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.930	0.925	0.950	0.637	0.419	0.631	0.837	27	100.474	0.631
17	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	28	6-3-P22	4356.32	204.527	143.846	41.4314	143.524	240.062	144.941	120.031	27	72.0719	0.502
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.769	0.752	0.771	0.502	0.300	0.497	0.600	27	72.0719	0.497
18	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	6-3-P22	4356.32	234.962	180.812	37.8419	134.868	240.062	136.285	120.031	27	85.4412	0.634
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.939	0.928	0.936	0.634	0.356	0.627	0.712	27	85.4412	0.627
19	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	6-3-P22	4356.32	452.592	168.038	66.6012	165.814	240.062	167.230	120.031	27	84.5148	0.510
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.772	0.778	0.768	0.510	0.352	0.505	0.704	27	84.5148	0.505
20	0	R70x30		35000.0	450000	OK	11	14-6-P22	6141.23	423.799	398.384	41.0318	187.932	361.683	189.417	180.841	7	185.735	0.988
13		0.3000	0.7000	4.0600	450000					0.653	0.648	0.630	0.988	0.514	0.981	1.027	7	185.735	0.981
21	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	27	6-3-P22	4356.32	261.482	164.950	70.9701	138.645	240.062	140.062	120.031	27	84.2471	0.608
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.920	0.900	0.937	0.608	0.351	0.601	0.702	27	84.2471	0.601
22	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	6-3-P22	4356.32	305.589	155.567	73.1813	144.911	240.062	146.328	120.031	7	83.1387	0.574
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.817	0.823	0.835	0.574	0.346	0.568	0.693	7	83.1387	0.568
23	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	6-3-P22	4356.32	283.789	174.494	81.0977	141.811	240.062	143.228	120.031	27	92.1037	0.649
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.989	0.966	0.994	0.649	0.384	0.643	0.767	27	92.1037	0.643
24	0	PilCIRC50cm		35000.0	450000	OK	3	14-3-P22	5491.62	-55.131	170.379	79.2954	138.618	240.062	0.00000	120.031	27	83.3778	0.601
10		0.0000	0.5000	4.0600	450000					0.570	0.569	0.566	0.601	0.347	*****	0.756	27	90.7943	0.756

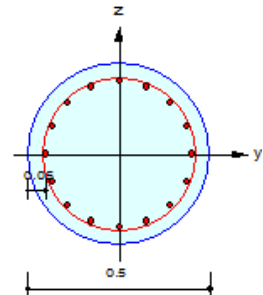


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>60</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Si riporta la verifica per esteso dell'elemento maggiormente sollecitato:

## 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2008	UNIT SYSTEM	kN, m
Member Number	1 (PM), 2 (Shear)		
Material Data	fck = 35000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Column Height	2.63397 m		
Section Property	PIICIRC50cm (No : 10)		
Rebar Pattern	16 - 3 - P24	Ast = 0.007232 m <sup>2</sup> (Rhost = 0.037)	



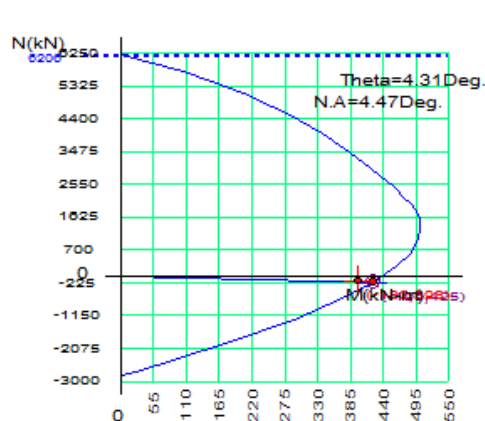
## 2. Applied Loads

Load Combination	19	AT (I) Point	
N <sub>Ed</sub>	= -182.09 kN	M <sub>Edy</sub>	= -397.27 kN-m
		M <sub>Edz</sub>	= 31.0767 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= $\sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2}$ = 398.484 kN-m		

## 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 6205.66 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= -182.09 / -195.98	= 0.929 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 398.484 / 425.243	= 0.937 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= -397.27 / 424.039	= 0.937 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 31.0767 / 31.9733	= 0.972 < 1.000 ..... O.K

## 4. M-N Interaction Diagram



N <sub>Rd</sub> (kN)	M <sub>Rd</sub> (kN-m)
6205.66	0.00
5432.54	154.83
4740.35	254.39
3971.47	339.73
3179.96	407.49
2447.32	458.58
1992.95	488.01
1635.72	500.87
1025.39	499.07
258.65	462.36
-659.88	372.71
-1931.29	175.35
-2829.91	0.00

## 5. Shear Force Capacity Check ( End )

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 273.878 kN (Load Combination )
Shear Ratio by Conc	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rdc</sub>	= 273.878 / 0.00000 = 0.000
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rds</sub>	= 273.878 / 300.077 = 0.913
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 1.000 < 1.000 ..... O.K
(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00198 m <sup>2</sup> /m, 2-P10 @80 )		

## 6. Shear Force Capacity Check ( Middle )

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 273.878 kN (Load Combination )
Shear Ratio by Conc	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rdc</sub>	= 273.878 / 0.00000 = 0.000
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rds</sub>	= 273.878 / 300.077 = 0.913
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 0.998 < 1.000 ..... O.K
(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00198 m <sup>2</sup> /m, 2-P10 @80 )		

## 7. Serviceability : Stress Limit Check

	Load Combination No.	Stress(s)	Allowable Stress(sa)	Stress Ratio(s/sa)
Concrete (Tensile)	34	0.00	3530.96	0.0000
Concrete (Compression)	34	7053.07	21000.00	0.3359
Rebar	34	23011.61	360000.00	0.0639
Check Linear Creep	36	6404.63	15750.00	Linear Creep



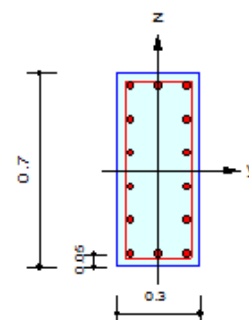
## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
11300273776		3	61	313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

### 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2008	UNIT SYSTEM	kN, m
Member Number	20 (PM), 20 (Shear)		
Material Data	$f_{ck} = 35000$ , $f_{yk} = 450000$ , $f_{yw} = 450000$ KPa		
Column Height	4.06 m		
Section Property	R70x30 (No : 13)		
Rebar Pattern	14 - 6 - P22	$A_{st} = 0.00532 \text{ m}^2$ ( $R_{hst} = 0.025$ )	



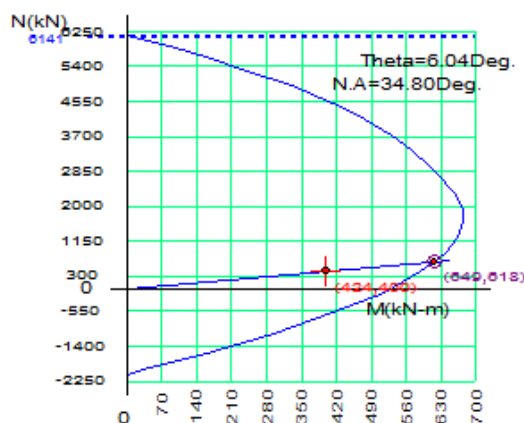
### 2. Applied Loads

Load Combination	11	AT (I) Point	
$N_{Ed}$	= 423.799 kN	$M_{Edy}$	= 398.384 kN-m
$M_{Edz}$	= $\sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2}$	= 400.492 kN-m	
$M_{Edz}$	= 41.0318 kN-m		

### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	$N_{Rdmax}$	= 6141.23 kN	
Axial Load Ratio	$N_{Ed}/N_{Rd}$	= 423.799 / 6141.23	= 0.069 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	$M_{Ed}/M_{Rd}$	= 400.492 / 618.325	= 0.648 < 1.000 ..... O.K
	$M_{Edy}/M_{Rdy}$	= 398.384 / 614.888	= 0.648 < 1.000 ..... O.K
	$M_{Edz}/M_{Rdz}$	= 41.0318 / 65.1033	= 0.630 < 1.000 ..... O.K

### 4. M-N Interaction Diagram



$N_{Rd}(kN)$	$M_{Rd}(kN-m)$
6141.23	0.00
5643.07	160.77
4932.59	332.18
4132.88	478.94
3359.35	572.74
2688.59	631.35
2284.11	659.97
1930.49	673.55
1275.22	665.43
442.24	590.77
-563.83	412.69
-1609.20	149.18
-2081.74	0.00

### 5. Shear Force Capacity Check ( End )

Applied Shear Strength	$V_{Ed}$	= 153.053 kN (Load Combination 13)
Shear Ratio by Conc	$V_{Ed}/V_{Rdc}$	= 153.053 / 186.219 = 0.822
Shear Ratio by ( $V_{Rds}$ ; $V_{Rdmax}$ )	$V_{Ed}/V_{Rds}$	= 153.053 / 361.683 = 0.423
Shear Ratio	$V_{Ed}/V_{Rd}$	= 0.988 < 1.000 ..... O.K
		( $A_{sw} \cdot H_{use} = 0.00158 \text{ m}^2/\text{m}$ , 2-P10 @100)


### 6. Shear Force Capacity Check ( Middle )

Applied Shear Strength	$V_{Ed}$	= 185.735 kN (Load Combination 3)
Shear Ratio by Conc	$V_{Ed}/V_{Rdc}$	= 185.735 / 189.417 = 0.981
Shear Ratio by ( $V_{Rds}$ ; $V_{Rdmax}$ )	$V_{Ed}/V_{Rds}$	= 185.735 / 180.841 = 1.027
Shear Ratio	$V_{Ed}/V_{Rd}$	= 0.981 < 1.000 ..... O.K
		( $A_{sw} \cdot H_{use} = 0.00079 \text{ m}^2/\text{m}$ , 2-P10 @200)

### 7. Serviceability : Stress Limit Check

	Load Combination No.	Stress(s)	Allowable Stress(sa)	Stress Ratio(s/sa)
Concrete (Tensile)	34	-1371.34	3209.96	0.4272
Concrete (Compression)	34	5022.60	21000.00	0.2392
Rebar	34	10247.63	360000.00	0.0285
Check Linear Creep	36	4538.23	15750.00	Linear Creep

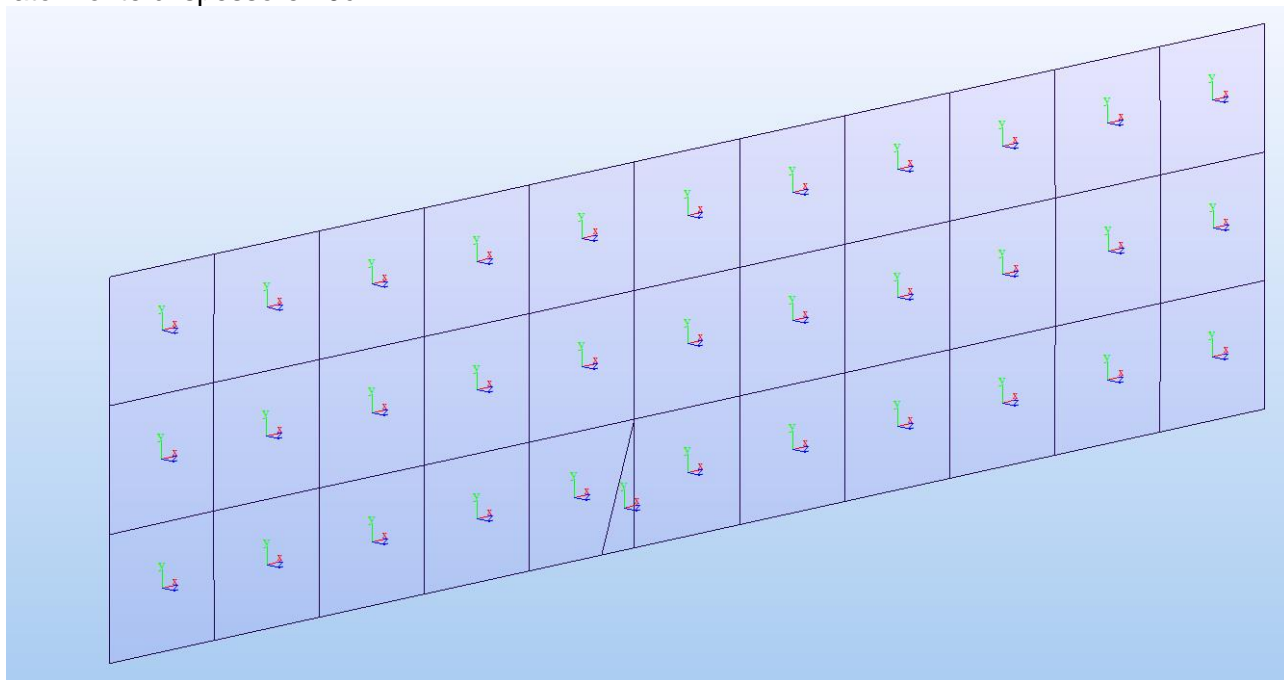


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	62	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

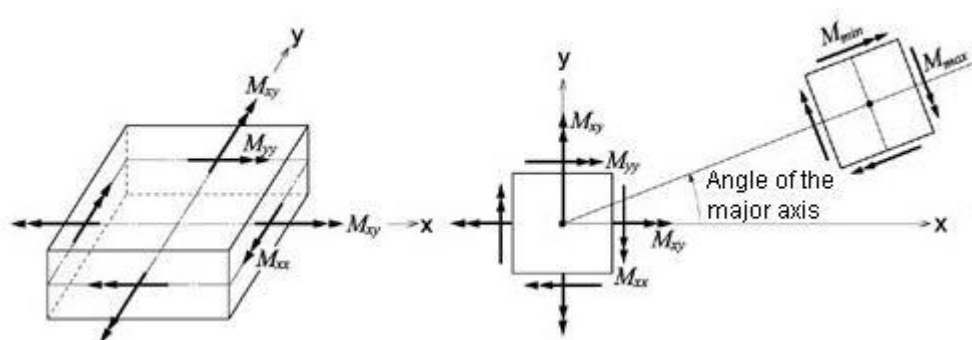
## 5.10 INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DELLA PARETE DI TESTATA LATO MONTE

### 5.10.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono la parete di testa lato monte di spessore 40cm:



Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni flessionali:





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>63</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta in seguito l'involuppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:

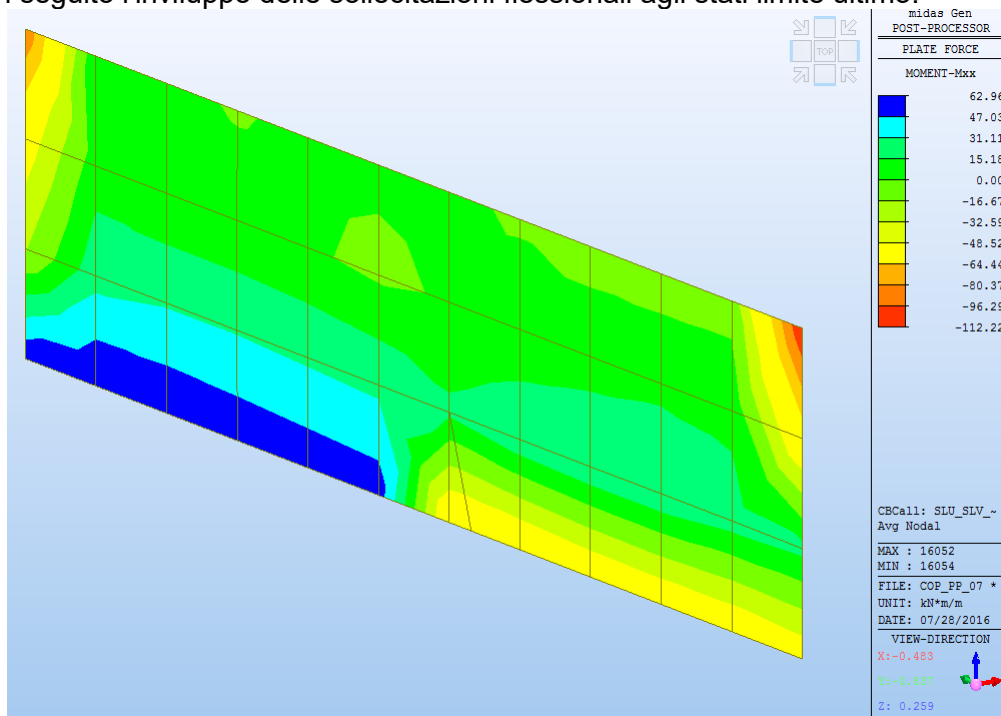


Figura 41. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato monte- Involuppo Momenti Mxx Comb SLU e SLV

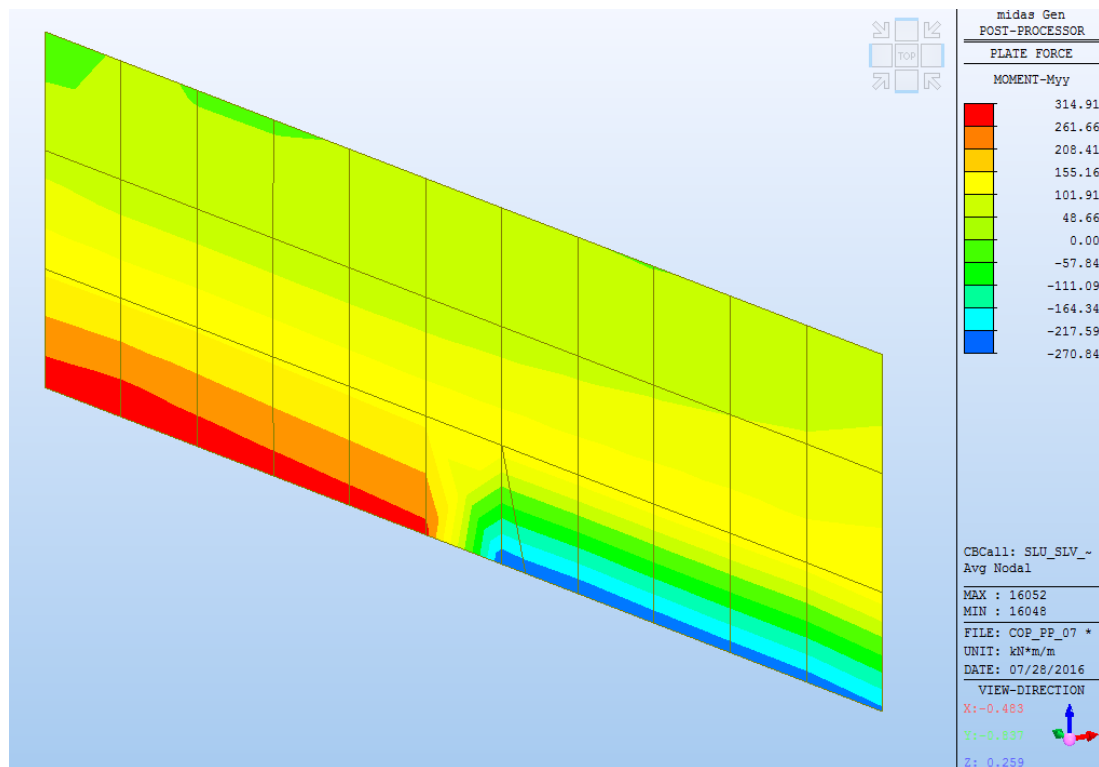



Figura 42. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato monte- Involuppo Momenti Myy Comb SLU e SLV



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	64	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura orizzontale composta da  $1 + 1\phi 16/20$  in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	35

**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

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87 ‰  
 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> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>cl</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 135.4 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 25.95 ‰  
 d 35 cm  
 x 4.16 x/d 0.1189  
 δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

Si prevede un'armatura verticale composta da  $1 + 1\phi 16/10$  in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	40

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	5
2	20.11	35

**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

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87 ‰  
 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> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>cl</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 255.1 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 19.32 ‰  
 d 35 cm  
 x 5.368 x/d 0.1534  
 δ 0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

La verifica a flessione è quindi soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	65	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 5.10.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

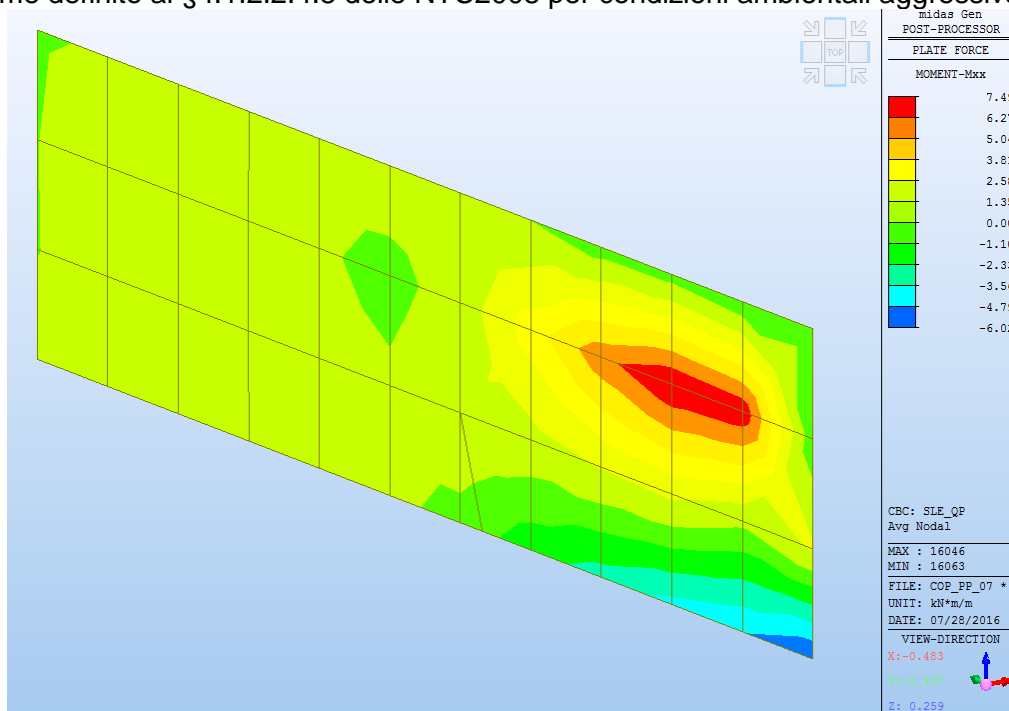


Figura 43. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato monte – Momenti Mxx Comb. Q.P.

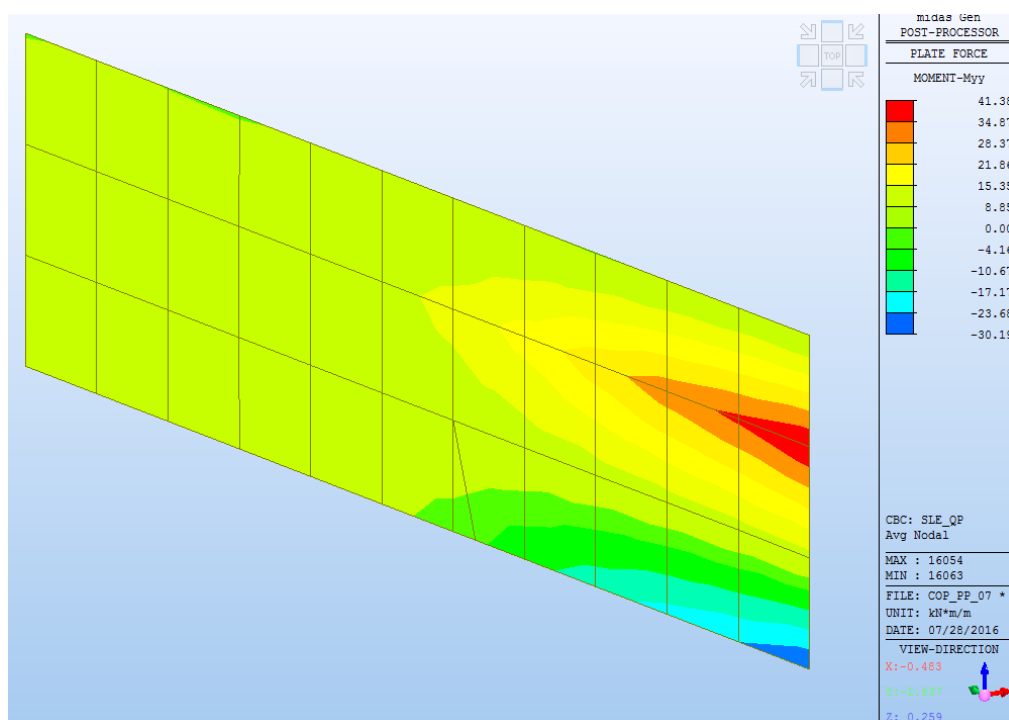



Figura 44. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato monte– Involuppo Momenti Myy Comb Q.P.



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	66
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Per una sezione orizzontale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo :

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	40	1	20.11	5
			2	20.11	35

Sollecitazioni  
S.L.U. ☒ Metodo n

N Ed  kN  
M xEd  35 kNm  
M yEd  0

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

Tipo Sezione  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

Materiali  
B450C C28/35  
Esu 67.5 % Ec2 2 %  
fyd 391.3 N/mm² Ecu 3.5 %  
Es 200.000 N/mm² fcd 15.87 %  
Es/Ec 15 fcc/fcd 0.8 ?  
Esyd 1.957 % Qc,adm 11  
Qs,adm 255 N/mm² Tco 0.6667  
Tc1 1.971

Verifica  
N° iterazioni:

Precompresso ☐

σc -1.627 N/mm²  
σs 55.93 N/mm²  
εs 0.2796 %  
d 35 cm  
x 10.63 x/d 0.3038  
δ 0.8197


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 40 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 16 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 35.2 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 16 \text{ mm} \\
 A_s &:= 2011 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 10.63 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 55.93 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376 \\
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 97.9 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.098 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02054 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000163 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 268.416 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.044 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .

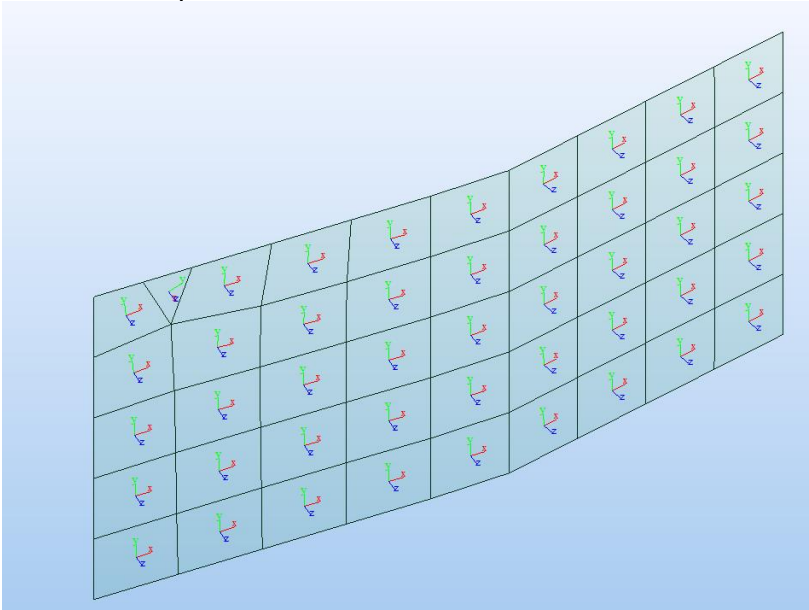


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	67
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

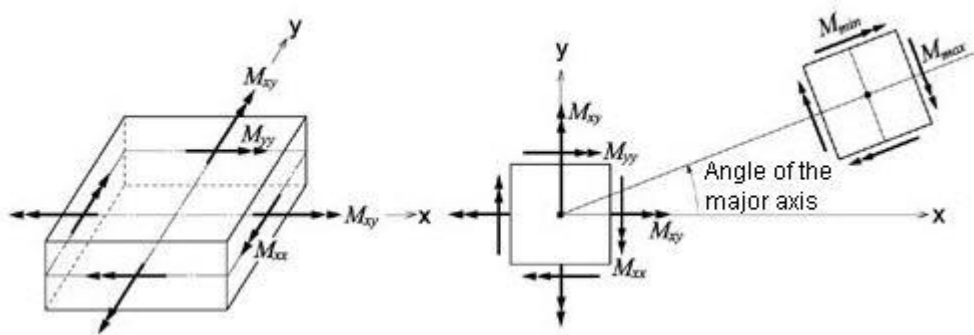
5.11 INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DELLA PARETE DI TESTATA LATO MARE

5.11.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono la parete di testa lato mare di spessore 35cm:



Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni flessionali:





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>68</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta in seguito l'involuppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:

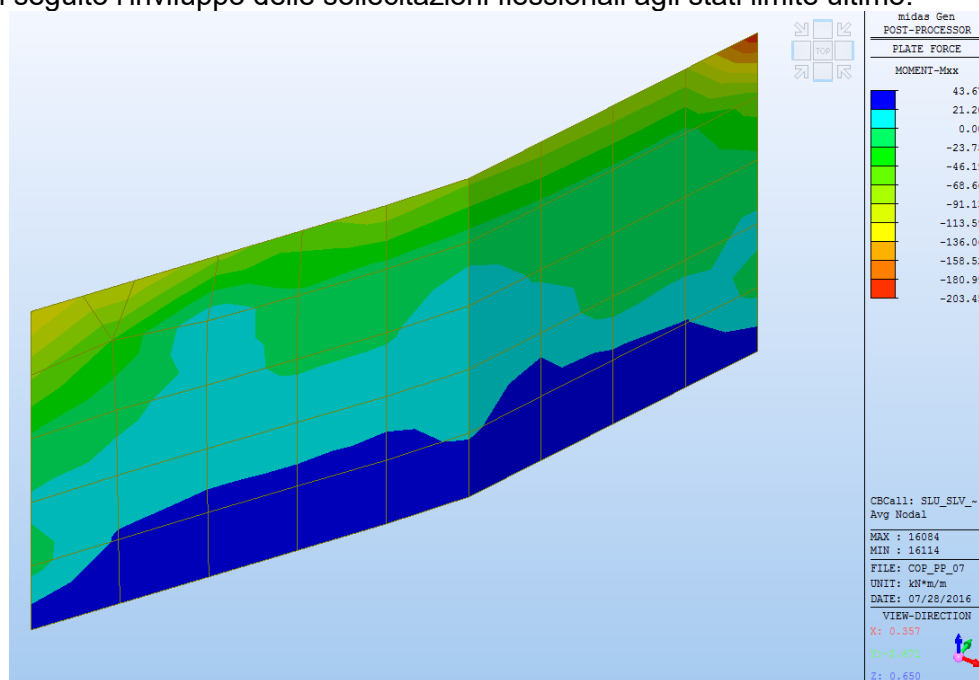


Figura 45. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato mare- Involuppo Momenti Mxx Comb SLU e SLV

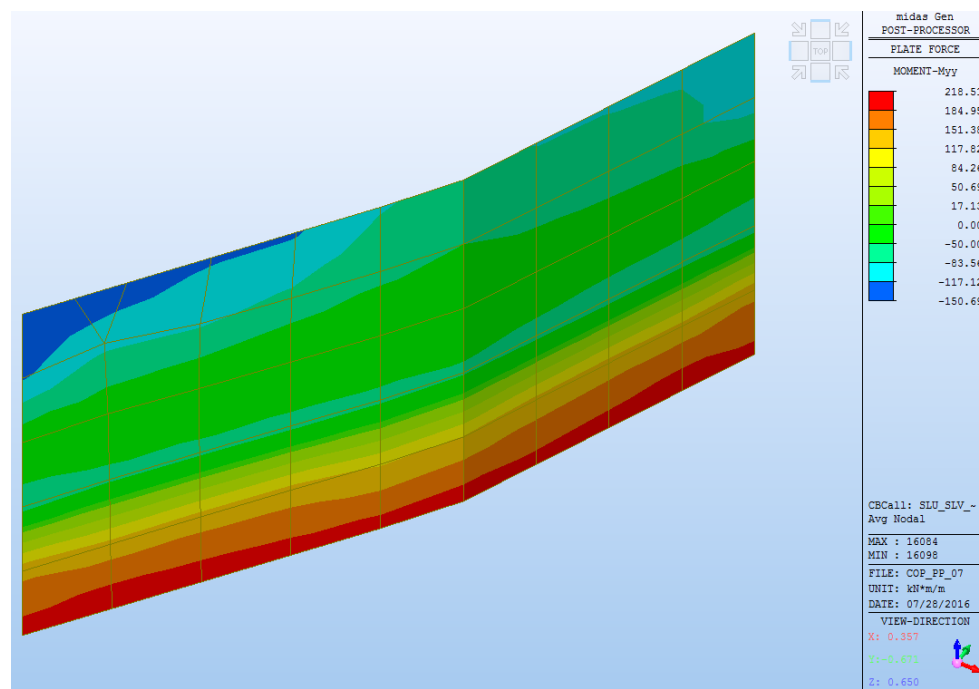



Figura 46. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato mare- Involuppo Momenti Myy Comb SLU e SLV



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	69	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura orizzontale composta da 1 + 1 $\phi$ 16/20 in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	30

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 21.74 ‰  
d 30 cm  
x 4.161 x/d 0.1387  
δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

Si prevede un'armatura verticale composta da 1 + 1 $\phi$ 16/10 in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	5
2	20.11	30

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub>  kN m  
σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 16.06 ‰  
d 30 cm  
x 5.369 x/d 0.179  
δ 0.7

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

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


**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

La verifica a flessione è quindi soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	70	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 5.11.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

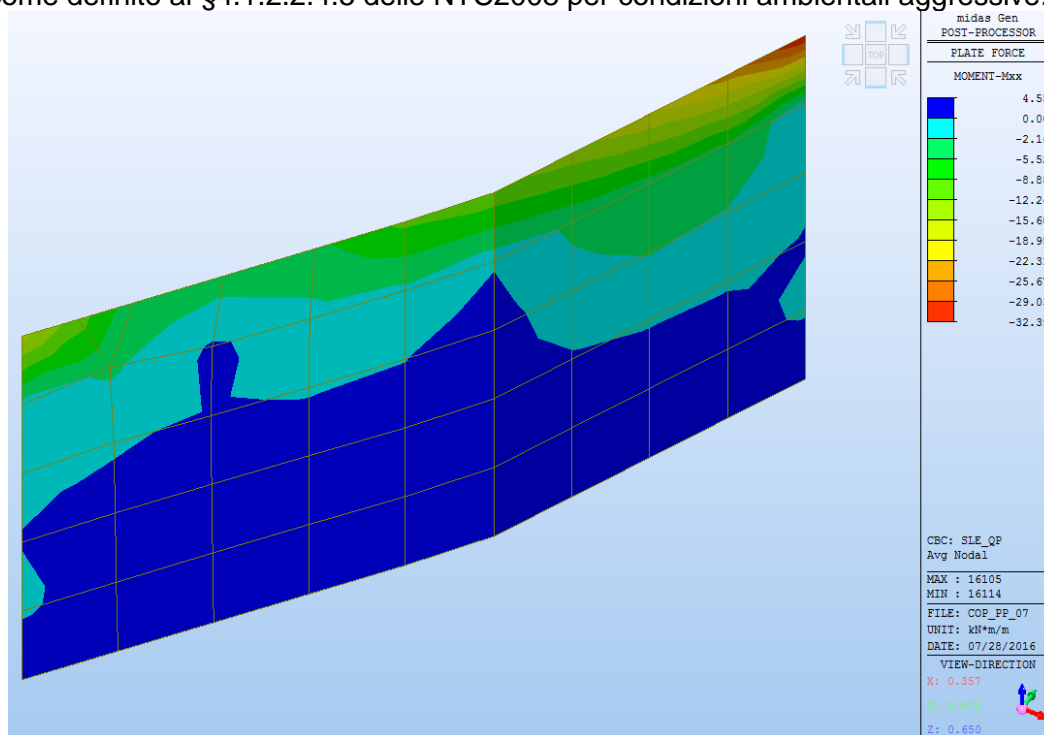


Figura 47. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato mare – Momenti Mxx Comb. Q.P.

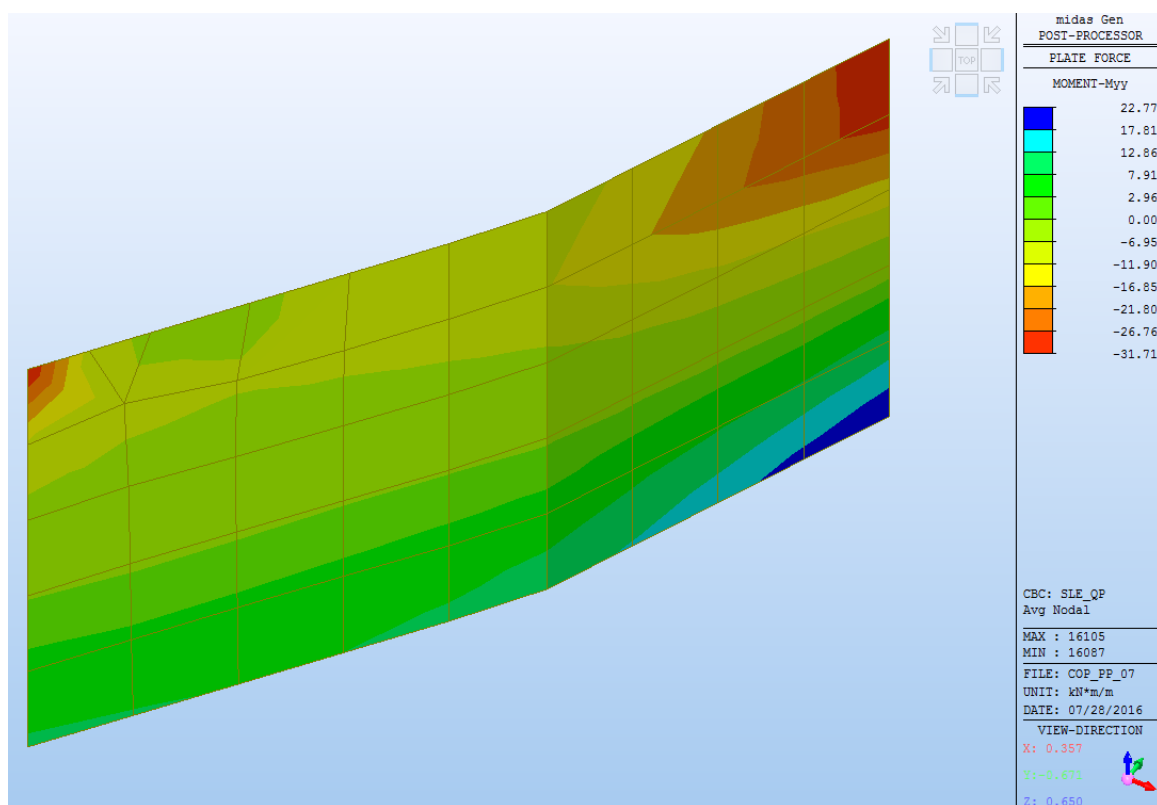



Figura 48. Copertura Vasca Di Prima Pioggia - Parete di testata lato mare – Momenti Myy Comb Q.P.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	71
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Per una sezione verticale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	10.05	5
2	10.05	30

**Sollecitazioni**

S.L.U. ☒ Metodo n ☐

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

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**

☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☒ Metodo n

**Materiali**

B450C C28/35

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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

**Verifica**

N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 35 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 16 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 30.2 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 16 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1005 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 7.691 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 73.32 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376 \\
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 91.03 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.091 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01104 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000214 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 382.37 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.082 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>72</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Per una sezione orizzontale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	20.11	5
2	20.11	30

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐  
 N Ed  kN  
 M xEd  kNm  
 M yEd  kNm

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

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

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

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<sub>cu</sub> 3.5 %  
 E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87 %  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 [?]   
 E<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>cl</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -1.503 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 47.17 N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 35 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 16 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 30.2 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 16 \text{ mm} \\
 A_s &:= 2011 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 9.701 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 47.17 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376 \\
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 84.33 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.084 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02385 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000137 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 250.061 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.034 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	73	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 5.12 INVILUPPI E VERIFICHE TRAVE ZONA BOTOLE

### 5.12.1 VERIFICA FLESSIONE E TAGLIO AGLI STATI LIMITE ULTIMO

Si riporta in seguito l'involuppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:



Figura 49. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Involuppo Momento  $M_y$  Comb. SLU e SLV Trave Zona Botole

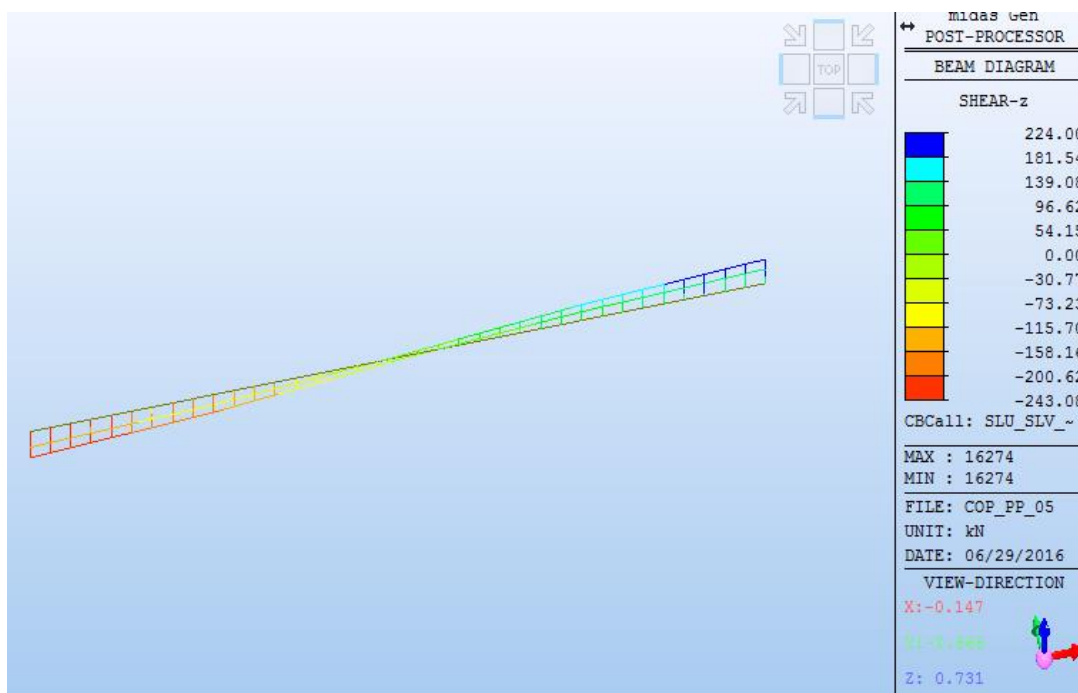



Figura 50. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Involuppo Taglio  $F_z$  Comb. SLU e SLV Trave Zona Botole







	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>75</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

In seguito si riporta la verifica a taglio:

VERIFICA A TAGLIO DI UNA SEZIONE IN C.A. (NTC2008)

$V_{sd} := 245 \cdot \text{kN}$  (Taglio sollecitante di calcolo)

$R_{ck} := 40 \cdot \text{MPa}$

$f_{ck} := 0.83 \cdot R_{ck}$   $f_{ck} = 33.20 \text{ MPa}$

$\gamma_c := 1.5$  (coefficiente di sicurezza parziale calcestruzzo)

$f_{yk} := 450 \cdot \text{MPa}$   $\gamma_s := 1.15$

$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$   $f_{yd} = 391.3043 \text{ MPa}$

$\alpha_{cc} := 0.85$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$   $f_{cd} = 18.81 \text{ MPa}$

$H := 60 \cdot \text{cm}$  (Altezza sezione )

$b_w := 20 \cdot \text{cm}$  (Larghezza minima sezione )

$c := 5 \cdot \text{cm}$  (Copriferro)

$d := H - c$   $d = 55.00 \text{ cm}$

$A_c := H \cdot b_w = 0.1200 \text{ m}^2$

$\sigma_{cp} := \min\left(\frac{N_{ED}}{A_c}, 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 0.00 \text{ MPa}$

$R := (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 45.0235 \text{ kN}$

$V_{Rd1} := \max\left(\frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot (\text{MPa})^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}, (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d\right)$

$V_{Rd1} = 85.68 \text{ kN}$  (SFORZO DI TAGLIO RESISTENTE IN ASSENZA DI ARMATURE A TAGLIO)

$R_{isultato} := \begin{cases} \text{if } V_{sd} < V_{Rd1} \\ \text{“SEZIONE VERIFICATA SENZA ARMATURA A TAGLIO”} \\ \text{else} \\ \text{“OCORRE ARMATURA A TAGLIO”} \end{cases}$

$R_{isultato} = \text{“OCORRE ARMATURA A TAGLIO”}$

$R_{isultato} := \begin{cases} \text{if } \frac{1.4 \text{ MPa}}{f_{yk}} < \rho_{tesa} < \rho_{comp} + \frac{3.5 \text{ MPa}}{f_{yk}} \\ \text{“OK!! ARM. LONG. come da [7.4.25]”} \\ \text{else} \\ \text{“ARM. LONG NON VER”} \end{cases}$

$R_{isultato} = \text{“OK!! ARM. LONG. come da [7.4.25]”}$

VERIFICA PER ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$k_1 := 1 \cdot \frac{\text{mm}}{\text{mm}} + \left(\frac{200 \cdot \text{mm}}{d}\right)^{\frac{1}{2}}$  (Valore che deve essere inferiore od uguale a 2)

$k := \min(k_1, 2)$   $k = 1.6030$

$v_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left(\frac{f_{ck}}{\text{MPa}}\right)^{\frac{1}{2}} \cdot \text{MPa} = 0.4093 \text{ MPa}$

$A_{st} := 22.00 \text{ cm}^2$  Armatura Longitudinale tesa  $A_{comp} := 18.85 \text{ cm}^2$  Armatura Longitudinale Compr.

$\rho_1 := \frac{A_{st}}{b_w \cdot d} = 0.0200$   $\rho_{tesa} := \frac{A_{st}}{b_w \cdot H} = 0.0183$   $\rho_{comp} := \frac{A_{comp}}{b_w \cdot H} = 0.0157$


$\rho_2 := 0.02$

$\rho_1 := \min(\rho_1, \rho_2)$   $\rho_1 = 0.0200$

$N_{ED} := 0 \cdot \text{kN}$  (Sforzo normale medio di compressione, positivo se di compressione)

$A_c = 1200.0000 \text{ cm}^2$  (Area Sezione)



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	76
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

$A_{sw} := 2 \cdot 0.78 \text{ cm}^2 = 1.5600 \text{ cm}^2$ 
 $s := 15 \text{ cm}$ 
 $\alpha := 90 \text{ deg}$

$\theta := 27 \cdot \text{deg}$

$\alpha_c := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } N_{ED} \leq 0 \\ \left\| \begin{array}{l} 1 \\ \text{if } 0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ \left\| \begin{array}{l} \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \\ 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \end{array} \right\| \\ \text{if } 0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd} \\ \left\| \begin{array}{l} 1.25 \\ \text{if } 0.5 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd} \\ \left\| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\}$ 

$\cotg(\theta) = 1.9626 \cotg(\alpha) := \frac{1}{\tan(\alpha)}$ 
 $\sin(\alpha) = 1.0000$ 
 $\sin(\theta) = 0.4540$ 
 $\cotg(\theta) = 1.9626$

$\alpha_c = 1.0000 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot f_{cd}$

$V_{Rsd} := 0.9 \cdot f_{yd} \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot d \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta)) \cdot \sin(\alpha) = 395 \text{ kN}$ 

(Resistenza lato armature [4.1.18])


$V_{Rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta))}{(1 + \cotg(\theta)^2)} = 376.7026 \text{ kN}$ 

(Resistenza lato CLS [4.1.19])

$Verifica := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_{sd} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"SODDISFATTA"} \\ \text{else} \\ \left\| \begin{array}{l} \text{"NON SODDISFATTA"} \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\} = \text{"SODDISFATTA"}$ 

+



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>77</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 5.12.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per il quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

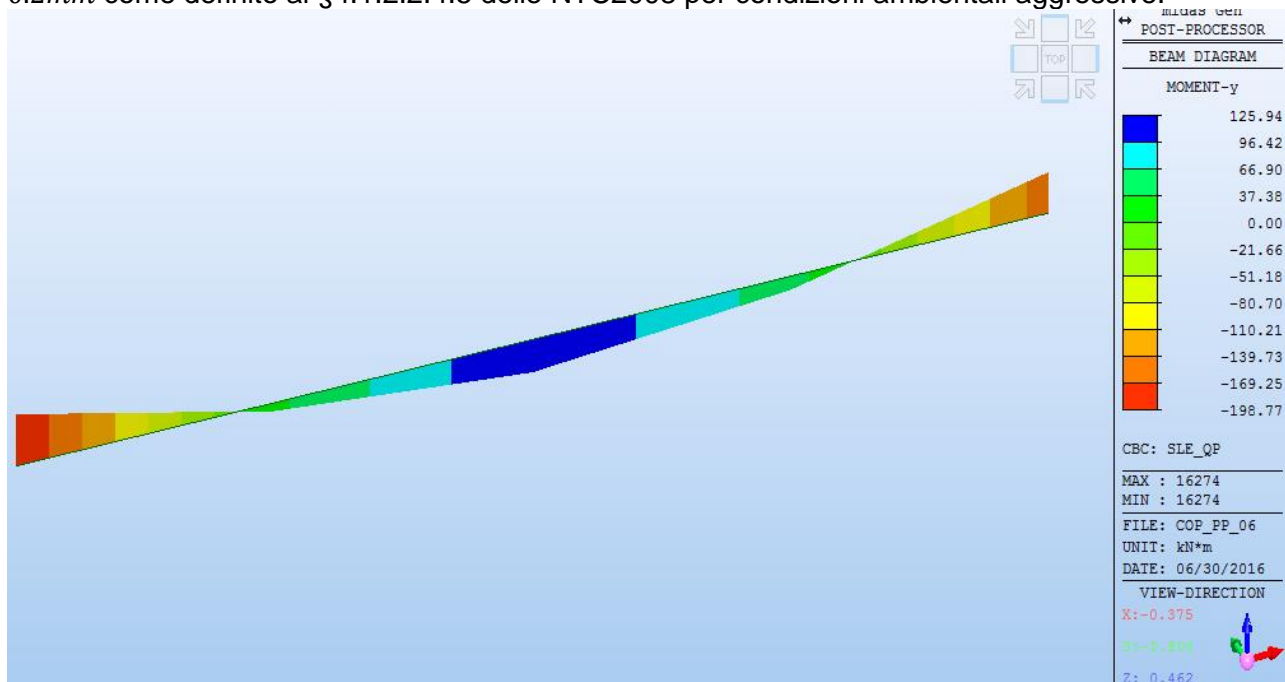


Figura 51. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Momento M<sub>y</sub> Comb. QP. Trave Zona Botole

Le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo:** 6

N° figure elementari: 2 **Zoom** N° strati barre: 5 **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]	N°	A <sub>s</sub> [cm²]	d [cm]
1	20	35	1	9.42	5
2	60	25	2	6.28	15
			3	6.28	25
			4	6.16	40
			5	18.85	55

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

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

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

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

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

**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 N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.7333  
τ<sub>c1</sub> 2.114

σ<sub>c</sub> -6.982 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 126.8 N/mm²


ε<sub>s</sub> 0.6341 ‰  
d 55 cm  
x 24.88 x/d 0.4523  
δ 1

**Verifica** N° iterazioni: 4

☐ Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stata calcolata come segue:



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	78
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

$$h := 60 \text{ cm}$$

$$B := 20 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 20 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 55 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 32 \text{ MPa}$$

$$R_{ck} := 40 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 40 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.024 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 33346 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := 20 \text{ mm}$$

$$A_s := 1885 \text{ mm}^2$$

$$x := 24.88 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 127 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.178$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 117.067 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.023 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.08051$$

$$\varepsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000507$$


$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 178.231 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.09 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>79</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 6 COPERTURA FUORI TERRA SU VASCA DI LAMINAZIONE

### 6.1 MODELLO NUMERICO

Il solaio di copertura è composta da una soletta piena in c.a. di spessore 35cm, con travi di altezza complessiva 80cm nelle porzioni di maggiore luce. I muretti di estremità sono anch'essi di spessore 35 cm mentre le pareti del torrino sono di spessore 80cm. Tutti i pilastri presentano una sezione circolare di diametro 50cm.

In seguito si riporta il modello strutturale utilizzato per il calcolo della copertura fuori terra e sulla vasca di prima pioggia:

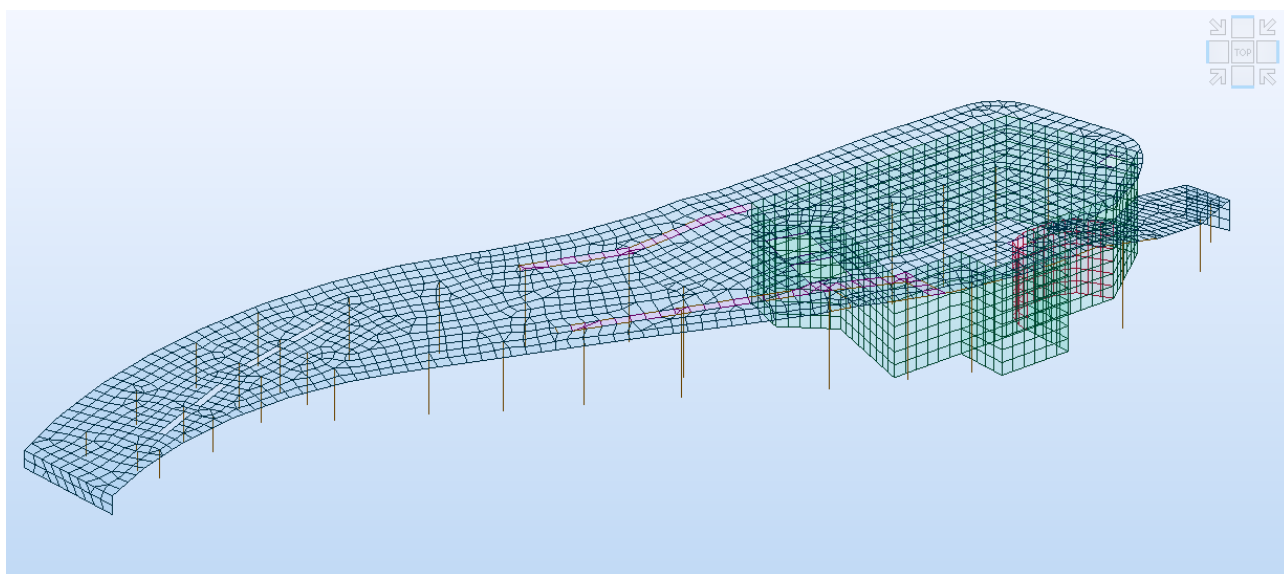


Figura 52. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Modello 3d

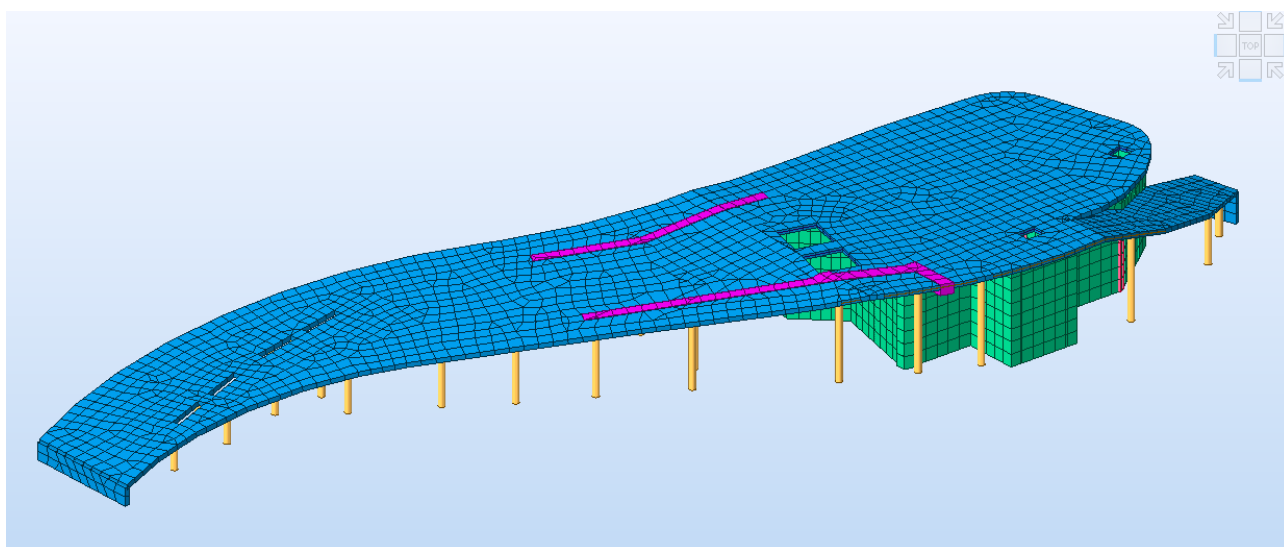



Figura 53. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione - Modello 3d Estruso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>80</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 6.2 AZIONI DI PROGETTO

I carichi considerati nel modello di calcolo sono i seguenti:

Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>5</b>	Solaio livello variabile - Soletta di copertura - percorsi piano terra Soletta piena $s=35\text{cm}$		
Permanenti strutturali			8.75 kN/mq
Permanenti non strutturali	Compiutamente definito	No	8.00 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	C3	5.00 kN/mq

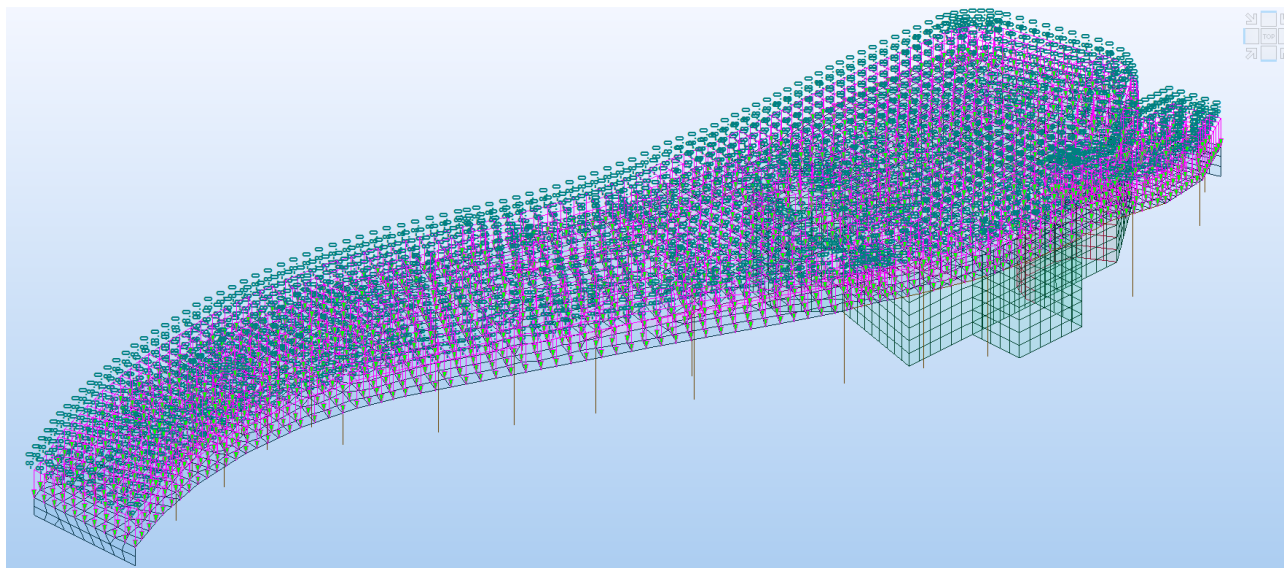


Figura 54. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi G2

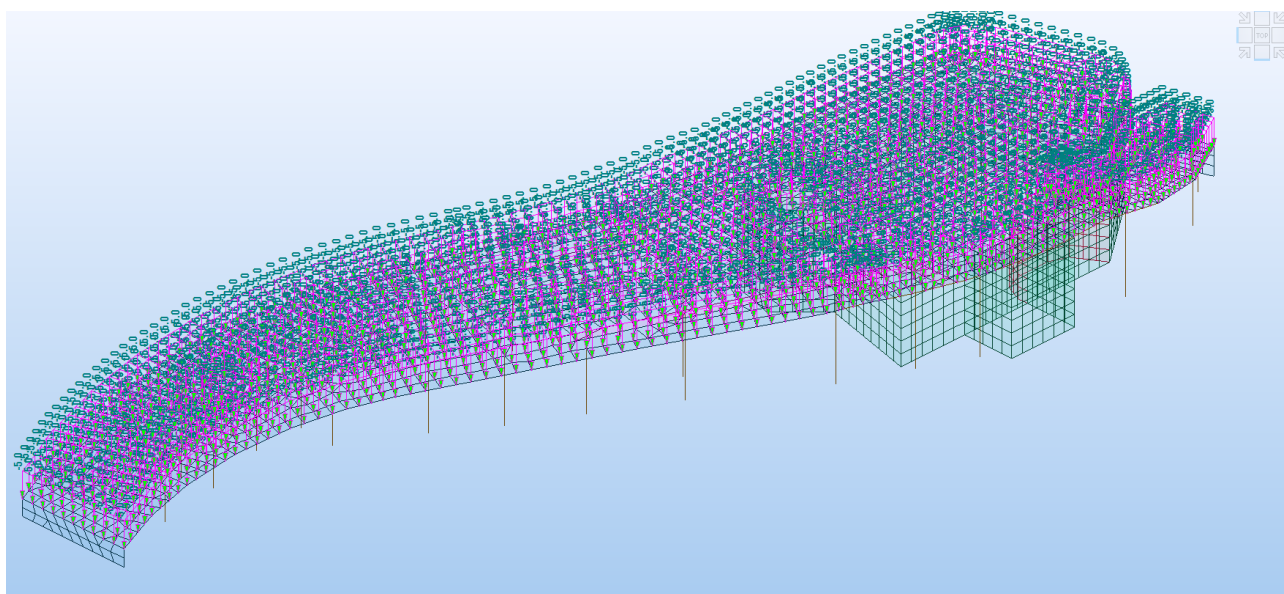



Figura 55. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Qk



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	81
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

In corrispondenza delle botole sono stati considerati dei carichi applicati nei bordi come riportato in seguito:

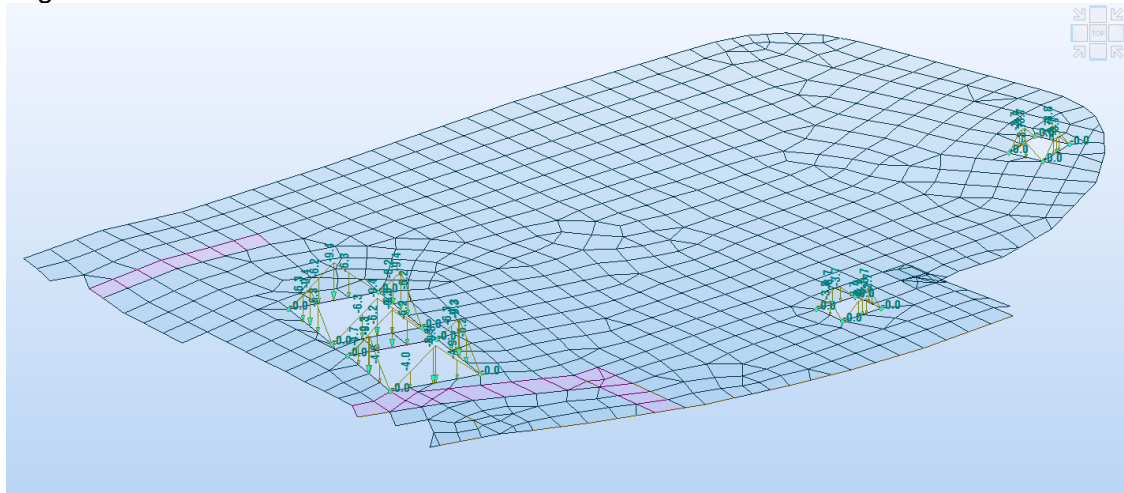


Figura 56. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Lineari Botole – G1

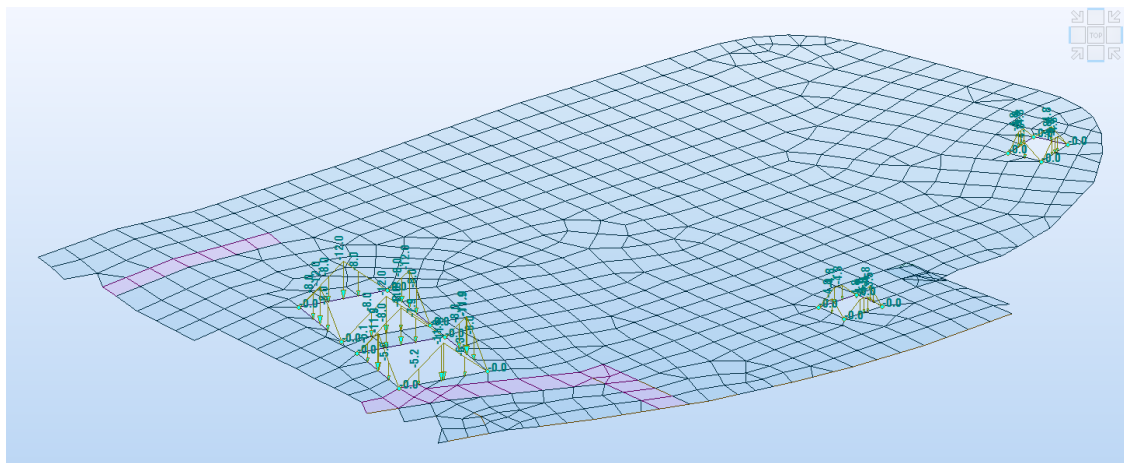


Figura 57. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Lineari Botole – G2

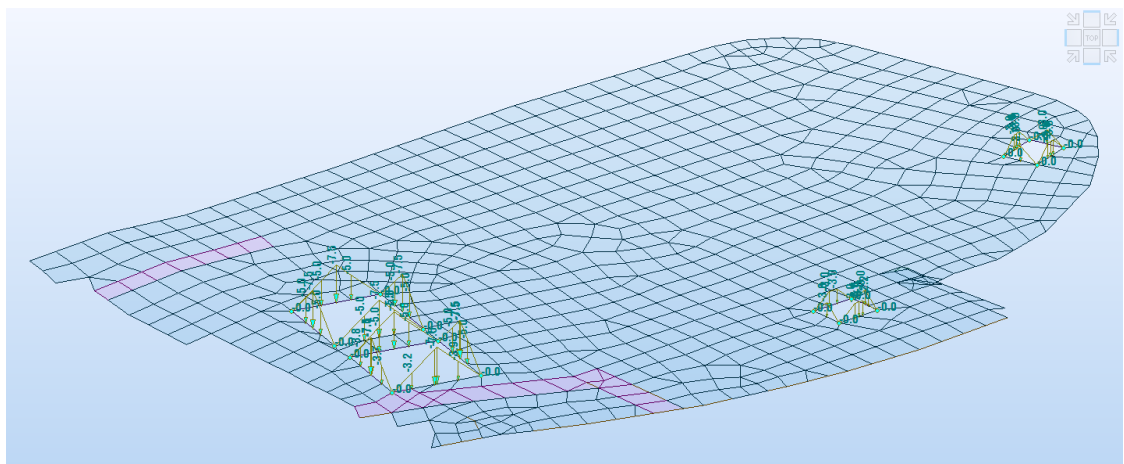

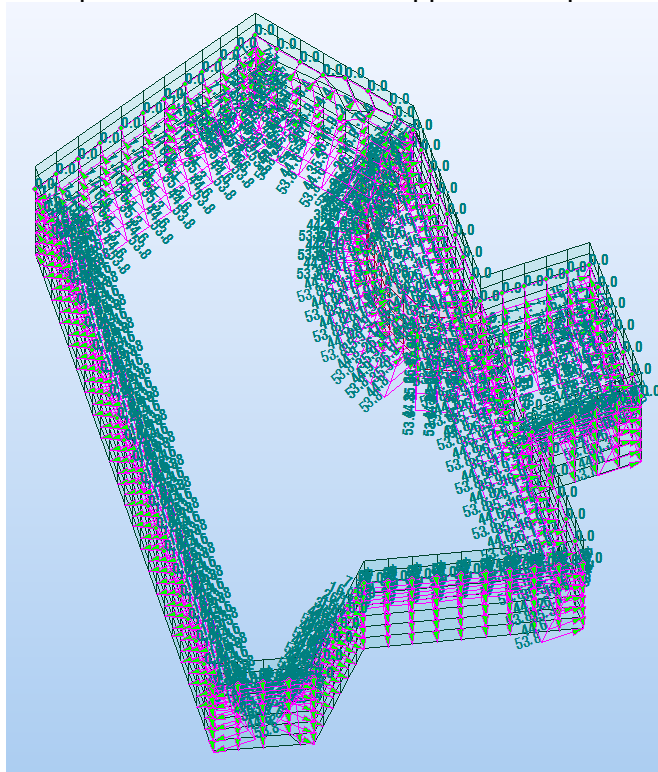


Figura 58. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Carichi Lineari Botole – Qk



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>82</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Sulle pareti del torrino è stata applicata la spinta dell'acqua:



**Figura 59. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Spinta dell'acqua nel torrino**


Come descritto al paragrafo 1.5.5 della presente relazione i parametri assunti per la definizione dell'azione sono i seguenti:

Zona Sismica:	2
Sito di costruzione:	Rimini Piazzale Kennedy Lat. 44.067514 Long.12.581761Contenuto tra ID reticolo: 18746 18968 18745 18967
Vita Nominale	50 anni
Classe d'uso:	III ( $C_U=1.5$ )
Periodo di riferimento	$V_R=V_N \times C_U=75$ anni
Categoria di suolo fondazione	C
Categoria topografica	T1
Fattore di struttura	1

TCC: Tipo di combinazione di carico  
SLO: Stato limite di operatività  
SLD: Stato limite di danno  
SLV: Stato limite di salvaguardia della vita  
Ag: Accelerazione orizzontale massima al sito [g]  
F0: Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
TC\*: Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

TCC	$T_R$	Ag	F0	TC*	$S_s$	$C_c$
SLO	45	0.0607	2.51	0.28	1.50	1.60
SLD	75	0.0783	2.52	0.28	1.50	1.60
SLV	712	0.2122	2.51	0.31	1.38	1.55



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>83</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 6.3 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Valori dei coefficienti di combinazione:

CATEGORIA/AZIONE VARIABILE	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Variabili – Cat. C	0.7	0.7	0.6
Spinta Idrostatica nel Torrino	1.0	0.0	0.0

Valori dei coefficienti parziali:

	$\gamma$ F favorevole	$\gamma$ F sfavorevole
CARICHI PERMANENTI	1	1.3
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	0	1.5
CARICHI VARIABILI	0	1.5


Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

-----  
DESIGN TYPE : Concrete Design  
-----

#### LIST OF LOAD COMBINATIONS


NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU01	Strength/Stress G1 ( 1.300) + + AcqTorrino( 1.500)	Add	G2 ( 1.300) +	Qk ( 1.500)
2	SLU02	Strength/Stress G1 ( 1.300) + + AcqTorrino( 1.500)	Add	G2 ( 1.300) +	Qk ( 1.050)
3	SLV01	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_X ( 1.000) + + SLV_Y ( 0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_X ( 1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_Y ( 0.300)
4	SLV02	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_X ( 1.000) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_X (-1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_Y ( 0.300)
5	SLV03	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_X ( 1.000) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_X ( 1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_Y (-0.300)
6	SLV04	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_X ( 1.000) + + SLV_Y ( 0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_X (-1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_Y (-0.300)
7	SLV05	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_Y ( 1.000) + + SLV_X ( 0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_Y ( 1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_X ( 0.300)
8	SLV06	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_Y ( 1.000) + + SLV_X (-0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_Y (-1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_X ( 0.300)
9	SLV07	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_Y ( 1.000) + + SLV_X (-0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_Y ( 1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_X (-0.300)
10	SLV08	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_Y ( 1.000) + + SLV_X ( 0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_Y (-1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_X (-0.300)
11	SLV09	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_X ( 1.000) + + SLV_Y (-0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_X ( 1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_Y ( 0.300)
12	SLV10	Strength/Stress G1 ( 1.000) + + SLV_X ( 1.000) + + SLV_Y ( 0.300)	Add	G2 ( 1.000) + SLV_X (-1.000) +	Qk ( 0.600) SLV_Y ( 0.300)
13	SLV11	Strength/Stress	Add		



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>84</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				


		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X ( 1.000) +	SLV_X ( 1.000) +	SLV_Y (-0.300)
		SLV_Y ( 0.300)		
-----				
14	SLV12	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X ( 1.000) +	SLV_X (-1.000) +	SLV_Y (-0.300)
		SLV_Y (-0.300)		
-----				
15	SLV13	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y ( 1.000) +	SLV_Y ( 1.000) +	SLV_X ( 0.300)
		SLV_X (-0.300)		
-----				
16	SLV14	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y ( 1.000) +	SLV_Y (-1.000) +	SLV_X ( 0.300)
		SLV_X ( 0.300)		
-----				
17	SLV15	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y ( 1.000) +	SLV_Y ( 1.000) +	SLV_X (-0.300)
		SLV_X ( 0.300)		
-----				
18	SLV16	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y ( 1.000) +	SLV_Y (-1.000) +	SLV_X (-0.300)
		SLV_X (-0.300)		
-----				
19	SLV17	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X (-1.000) +	SLV_Y (-0.300)
		SLV_Y (-0.300)		
-----				
20	SLV18	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X ( 1.000) +	SLV_Y (-0.300)
		SLV_Y ( 0.300)		
-----				
21	SLV19	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X (-1.000) +	SLV_Y ( 0.300)
		SLV_Y ( 0.300)		
-----				
22	SLV20	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X ( 1.000) +	SLV_Y ( 0.300)
		SLV_Y (-0.300)		
-----				
23	SLV21	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y (-1.000) +	SLV_Y (-1.000) +	SLV_X (-0.300)
		SLV_X (-0.300)		
-----				
24	SLV22	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y (-1.000) +	SLV_Y ( 1.000) +	SLV_X (-0.300)
		SLV_X ( 0.300)		
-----				
25	SLV23	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y (-1.000) +	SLV_Y (-1.000) +	SLV_X ( 0.300)
		SLV_X ( 0.300)		
-----				
26	SLV24	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y (-1.000) +	SLV_Y ( 1.000) +	SLV_X ( 0.300)
		SLV_X (-0.300)		
-----				
27	SLV25	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X (-1.000) +	SLV_Y (-0.300)
		SLV_Y ( 0.300)		
-----				
28	SLV26	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X ( 1.000) +	SLV_Y (-0.300)
		SLV_Y (-0.300)		
-----				
29	SLV27	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X (-1.000) +	SLV_Y ( 0.300)
		SLV_Y (-0.300)		
-----				
30	SLV28	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_X (-1.000) +	SLV_X ( 1.000) +	SLV_Y ( 0.300)
		SLV_Y ( 0.300)		
-----				
31	SLV29	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y (-1.000) +	SLV_Y (-1.000) +	SLV_X (-0.300)
		SLV_X ( 0.300)		
-----				
32	SLV30	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
		SLV_Y (-1.000) +	SLV_Y ( 1.000) +	SLV_X (-0.300)
		SLV_X (-0.300)		
-----				



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>85</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				


33	SLV31	Strength/Stress	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLV_Y (-1.000) +		SLV_Y (-1.000) +		SLV_X ( 0.300)
+		SLV_X (-0.300)				
34	SLV32	Strength/Stress	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLV_Y (-1.000) +		SLV_Y ( 1.000) +		SLV_X ( 0.300)
+		SLV_X ( 0.300)				
35	SLE_RARA_01	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 1.000)
+		AcqTorrino ( 1.000)				
36	SLE_RARA_02	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.700)
+		AcqTorrino ( 1.000)				
37	SLE_QP	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.700)
38	SLE_FR	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
39	SLU_SLV_ENV	Strength/Stress	Envelope			
		SLU01 ( 1.000) +		SLU02 ( 1.000) +		SLV01 ( 1.000)
+		SLV02 ( 1.000) +		SLV03 ( 1.000) +		SLV04 ( 1.000)
+		SLV05 ( 1.000) +		SLV06 ( 1.000) +		SLV07 ( 1.000)
+		SLV08 ( 1.000) +		SLV09 ( 1.000) +		SLV10 ( 1.000)
+		SLV11 ( 1.000) +		SLV12 ( 1.000) +		SLV13 ( 1.000)
+		SLV14 ( 1.000) +		SLV15 ( 1.000) +		SLV16 ( 1.000)
+		SLV17 ( 1.000) +		SLV18 ( 1.000) +		SLV19 ( 1.000)
+		SLV20 ( 1.000) +		SLV21 ( 1.000) +		SLV22 ( 1.000)
+		SLV23 ( 1.000) +		SLV24 ( 1.000) +		SLV25 ( 1.000)
+		SLV26 ( 1.000) +		SLV27 ( 1.000) +		SLV28 ( 1.000)
+		SLV29 ( 1.000) +		SLV30 ( 1.000) +		SLV31 ( 1.000)
+		SLV32 ( 1.000)				
40	SLU_ENV	Strength/Stress	Envelope			
		SLU01 ( 1.000) +		SLU02 ( 1.000)		
41	SLV_ENV	Strength/Stress	Envelope			
		SLV01 ( 1.000) +		SLV02 ( 1.000) +		SLV03 ( 1.000)
+		SLV04 ( 1.000) +		SLV05 ( 1.000) +		SLV06 ( 1.000)
+		SLV07 ( 1.000) +		SLV08 ( 1.000) +		SLV09 ( 1.000)
+		SLV10 ( 1.000) +		SLV11 ( 1.000) +		SLV12 ( 1.000)
+		SLV13 ( 1.000) +		SLV14 ( 1.000) +		SLV15 ( 1.000)
+		SLV16 ( 1.000) +		SLV17 ( 1.000) +		SLV18 ( 1.000)
+		SLV19 ( 1.000) +		SLV20 ( 1.000) +		SLV21 ( 1.000)
+		SLV22 ( 1.000) +		SLV23 ( 1.000) +		SLV24 ( 1.000)
+		SLV25 ( 1.000) +		SLV26 ( 1.000) +		SLV27 ( 1.000)
+		SLV28 ( 1.000) +		SLV29 ( 1.000) +		SLV30 ( 1.000)
+		SLV31 ( 1.000) +		SLV32 ( 1.000)		
42	SLO01	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
43	SLO02	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
44	SLO03	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
45	SLO04	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
46	SLO05	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y ( 1.000)				
47	SLO06	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X (-0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				
48	SLO07	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X (-0.300)
+		SLO_Y ( 1.000)				
49	SLO08	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				
50	SLO09	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>86</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				


51	SLO10	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
52	SLO11	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
53	SLO12	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
54	SLO13	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X (-0.300)
+		SLO_Y ( 1.000)				
55	SLO14	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				
56	SLO15	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y ( 1.000)				
57	SLO16	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y ( 1.000) +		SLO_X (-0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				
58	SLO17	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
59	SLO18	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
60	SLO19	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
61	SLO20	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
62	SLO21	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y (-1.000) +		SLO_X (-0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				
63	SLO22	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y (-1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y ( 1.000)				
64	SLO23	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 0.300) +		SLO_Y (-1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				
65	SLO24	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X ( 0.300) +		SLO_Y (-1.000) +		SLO_X (-0.300)
+		SLO_Y ( 1.000)				
66	SLO25	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
67	SLO26	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y (-0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
68	SLO27	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X (-1.000)
+		SLO_Y (-0.300)				
69	SLO28	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-1.000) +		SLO_Y ( 0.300) +		SLO_X ( 1.000)
+		SLO_Y ( 0.300)				
70	SLO29	Serviceability	Add			
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +		Qk ( 0.600)
+		SLO_X (-0.300) +		SLO_Y (-1.000) +		SLO_X ( 0.300)
+		SLO_Y (-1.000)				



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>87</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				

71	SLO30	Serviceability	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
+		SLO_X(-0.300) +		SLO_Y(-1.000) +	SLO_X(-0.300)
+		SLO_Y( 1.000)			
72	SLO31	Serviceability	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
+		SLO_X( 0.300) +		SLO_Y(-1.000) +	SLO_X(-0.300)
+		SLO_Y(-1.000)			
73	SLO32	Serviceability	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	Qk ( 0.600)
+		SLO_X( 0.300) +		SLO_Y(-1.000) +	SLO_X( 0.300)
+		SLO_Y( 1.000)			
74	SLO_ENV	Serviceability	Envelope		
		SLO01 ( 1.000) +		SLO02 ( 1.000) +	SLO03 ( 1.000)
+		SLO04 ( 1.000) +		SLO05 ( 1.000) +	SLO06 ( 1.000)
+		SLO07 ( 1.000) +		SLO08 ( 1.000) +	SLO09 ( 1.000)
+		SLO10 ( 1.000) +		SLO11 ( 1.000) +	SLO12 ( 1.000)
+		SLO13 ( 1.000) +		SLO14 ( 1.000) +	SLO15 ( 1.000)
+		SLO16 ( 1.000) +		SLO17 ( 1.000) +	SLO18 ( 1.000)
+		SLO19 ( 1.000) +		SLO20 ( 1.000) +	SLO21 ( 1.000)
+		SLO22 ( 1.000) +		SLO23 ( 1.000) +	SLO24 ( 1.000)
+		SLO25 ( 1.000) +		SLO26 ( 1.000) +	SLO27 ( 1.000)
+		SLO28 ( 1.000) +		SLO29 ( 1.000) +	SLO30 ( 1.000)
+		SLO31 ( 1.000) +		SLO32 ( 1.000)	



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>88</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 6.4 RISPOSTA MODALE

In seguito si riportano i risultati dell'analisi modale:

EIGENVALUE ANALYSIS													
Mode No	Frequency (rad/sec)		(cycle/sec)		Period (sec)		Tolerance						
1	34.8496		5.5465		0.1803		0.00E+00						
2	43.1319		6.8647		0.1457		0.00E+00						
3	45.5914		7.2561		0.1378		0.00E+00						
4	49.2241		7.8343		0.1276		0.00E+00						
5	51.1891		8.147		0.1227		0.00E+00						
6	55.8624		8.8908		0.1125		0.00E+00						
7	61.6408		9.8104		0.1019		0.00E+00						
8	65.0095		10.3466		0.0967		0.00E+00						
9	69.7134		11.0952		0.0901		0.00E+00						
10	75.7976		12.0636		0.0829		0.00E+00						
11	79.0701		12.5844		0.0795		0.00E+00						
12	86.9131		13.8326		0.0723		0.00E+00						
13	90.8519		14.4595		0.0692		0.00E+00						
14	112.1422		17.848		0.056		0.00E+00						
15	123.1349		19.5975		0.051		0.00E+00						
16	137.2983		21.8517		0.0458		0.00E+00						
17	171.785		27.3404		0.0366		0.00E+00						
18	214.3997		34.1228		0.0293		0.00E+00						
19	369.0344		58.7336		0.017		0.00E+00						
20	438.4155		69.776		0.0143		0.00E+00						
MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z		
	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	
1	0.1191	0.1191	0.0265	0.0265	0.8138	0.8138	0.4647	0.4647	1.4847	1.4847	0.0843	0.0843	
2	1.814	1.9332	31.2944	31.3209	0.0054	0.8192	0.1031	0.5678	0.0211	1.5058	36.4837	36.5681	
3	0.0131	1.9463	0.1103	31.4312	3.0511	3.8703	0.9728	1.5406	1.3737	2.8795	0.0679	36.636	
4	0.2436	2.1899	0.0836	31.5148	1.406	5.2763	3.7414	5.282	0	2.8795	0.17	36.8061	
5	0.8226	3.0125	1.2845	32.7993	1.7917	7.0681	0.9382	6.2202	0.0148	2.8943	0.6992	37.5053	
6	0.0505	3.063	0.0031	32.8023	1.2735	8.3416	0.2633	6.4835	0.4278	3.3222	0.0327	37.5379	
7	1.6672	4.7301	1.1117	33.9141	0.4741	8.8157	4.6317	11.1152	3.7764	7.0985	0.0285	37.5665	
8	1.4799	6.21	0.3555	34.2695	2.1091	10.9248	1.3489	12.4641	0.3362	7.4348	0.1293	37.6957	
9	1.9867	8.1967	0.371	34.6406	0.088	11.0128	0.3422	12.8063	1.0156	8.4503	0.2303	37.926	
10	7.6304	15.8272	0.2511	34.8916	0.1162	11.129	1.9737	14.78	3.4848	11.9351	0.5821	38.5081	
11	17.0089	32.8361	4.2027	39.0944	0.0214	11.1504	1.2641	16.0441	0.1174	12.0525	3.5008	42.0089	
12	8.5825	41.4186	0.7698	39.8641	0.1423	11.2927	1.8401	17.8843	0.3516	12.4041	6.4152	48.4241	
13	5.4317	46.8503	0.68	40.5441	0.2588	11.5515	1.8911	19.7754	0.9863	13.3904	0.0079	48.432	
14	2.2874	49.1378	4.1102	44.6543	1.2378	12.7893	1.3261	21.1015	0.2309	13.6213	1.733	50.165	
15	0.0611	49.1989	34.4905	79.1448	0.0949	12.8843	1.488	22.5896	0.1936	13.8149	8.6843	58.8494	
16	10.8242	60.0231	1.0336	80.1784	0.1656	13.0499	1.6572	24.2468	3.4728	17.2877	0.0008	58.8501	
17	22.0657	82.0888	0.4966	80.675	0.0963	13.1462	0.0968	24.3436	0.0247	17.3124	0.2038	59.054	
18	1.1671	83.2559	4.3547	85.0296	0.0146	13.1607	1.6167	25.9603	0.3507	17.663	7.2781	66.3321	
19	7.0058	90.2617	4.3024	89.332	0.0476	13.2083	0.4155	26.3758	0.0675	17.7305	0.0158	66.3479	
20	3.6713	93.933	5.8387	95.1707	0.2483	13.4566	1.0175	27.3933	0.2041	17.9346	0.2152	66.5631	
Mode No	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z		
	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	MASS	SUM	
1	4.739	4.739	1.0552	1.0552	32.3735	32.3735	1418.5243	1418.5243	23638.3662	23638.3662	1570.7036	1570.7036	
2	72.1656	76.9046	1244.9454	1246.0006	0.2157	32.5892	314.7643	1733.2886	335.2955	23973.6617	679418.007	680988.711	
3	0.5221	77.4267	4.3877	1250.3883	121.3787	153.9679	2969.64	4702.9286	21871.2718	45844.9335	1265.2484	682253.959	
4	9.6921	87.1188	3.3257	1253.714	55.933	209.9009	11421.4437	16124.3723	0.0001	45844.9336	3166.5916	685420.551	
5	32.7232	119.842	51.099	1304.813	71.2788	281.1797	2864.0099	18988.3822	235.5232	46080.4568	13020.8221	698441.373	
6	2.0086	121.8506	0.1217	1304.9347	50.6639	331.8437	803.7593	19792.1415	6811.637	52892.0938	608.3004	699049.673	
7	66.3223	188.1729	44.2262	1349.1609	18.8622	350.7059	14139.3074	33931.4489	60123.6802	113015.774	531.1705	699580.844	
8	58.873	247.0459	14.142	1363.3029	83.9022	434.6081	4117.8785	38049.3273	5353.1218	118368.896	2407.1791	701988.023	
9	79.0344	326.0803	14.7601	1378.063	3.5	438.1081	1044.6036	39093.9309	16168.657	134537.553	4289.2684	706277.291	
10	303.5527	629.633	9.9872	1388.0502	4.6223	442.7304	6025.288	45119.2189	55481.3318	190018.885	10839.5843	717116.876	
11	676.6442	1306.2773	167.1922	1555.2425	0.853	443.5834	3858.954	48978.1729	1869.3371	191888.222	65193.9362	782310.812	
12	341.4283	1647.7056	30.6227	1585.8652	5.6618	449.2452	5617.4393	54595.6122	5597.6227	197485.845	119466.299	901777.111	
13	216.0835	1863.7891	27.0514	1612.9166	10.2951	459.5403	5773.0314	60368.6436	15702.2819	213188.126	147.3454	901924.456	
14	90.9971	1954.7862	163.5108	1776.4274	49.2422	508.7825	4048.3279	64416.9715	3676.8816	216865.008	32273.333	934197.789	
15	2.4322	1957.2183	1372.0921	3148.5196	3.7769	512.5594	4542.5339	68959.5054	3081.9406	219946.949	161723.691	1095921.48	
16	430.6074	2387.8257	41.1181	3189.6376	6.5882	519.1476	5058.9952	74018.5006	55290.0467	275236.995	14.1673	1095935.65	
17	877.8128	3265.6386	19.7549	3209.3926	3.8305	522.9781	295.6412	74314.1419	392.4727	275629.468	3795.9328	1099731.58	
18	46.4273	3312.0659	173.236	3382.6286	0.5793	523.5574	4935.2491	79249.3909	5583.0301	281212.498	135536.452	1235268.03	
19	278.7049	3590.7707	171.1555	3553.7841	1.893	525.4504	1268.4804	80517.8713	1074.1044	282286.602	294.6367	1235562.67	
20	146.0508	3736.8215	232.2752	3786.0593	9.8776	535.3281	3106.1307	83624.0021	3249.1335	285535.736	4007.503	1239570.17	



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	89	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

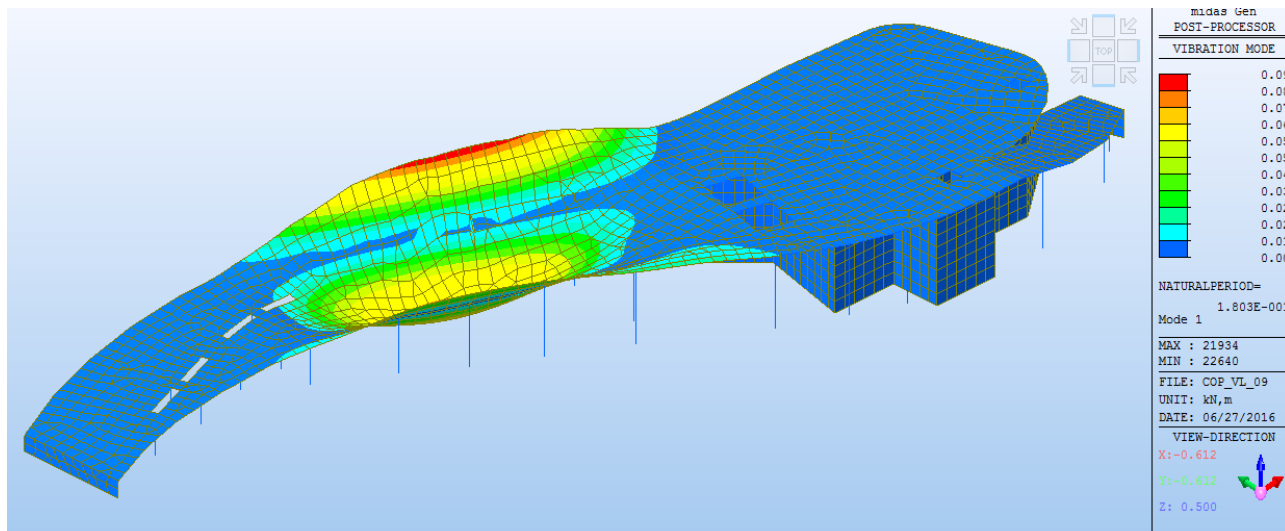


Figura 60. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 1° modo di vibrare

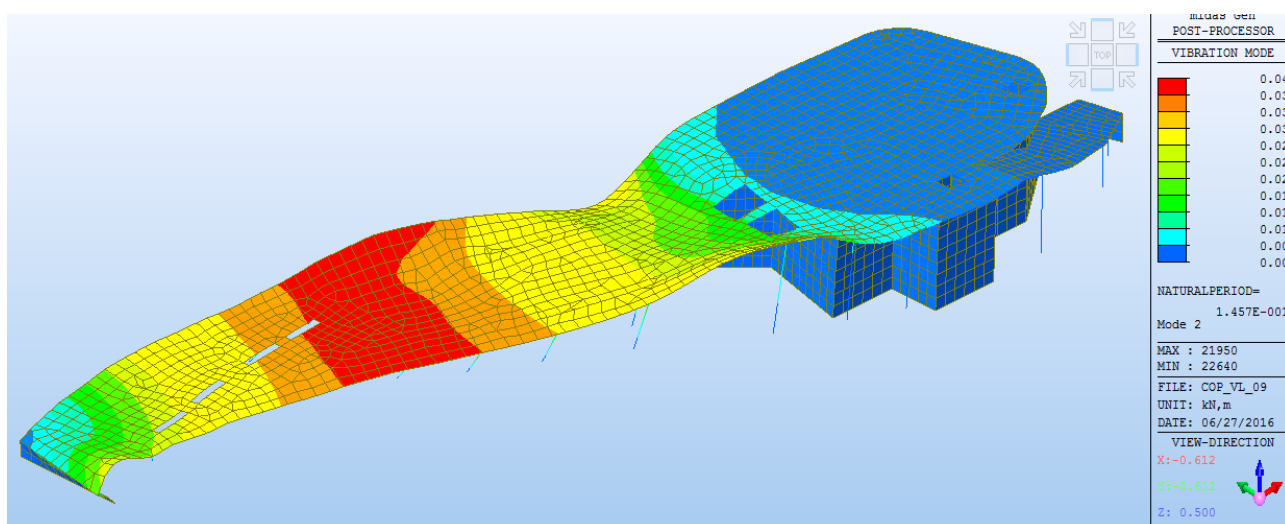


Figura 61. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 2° modo di vibrare

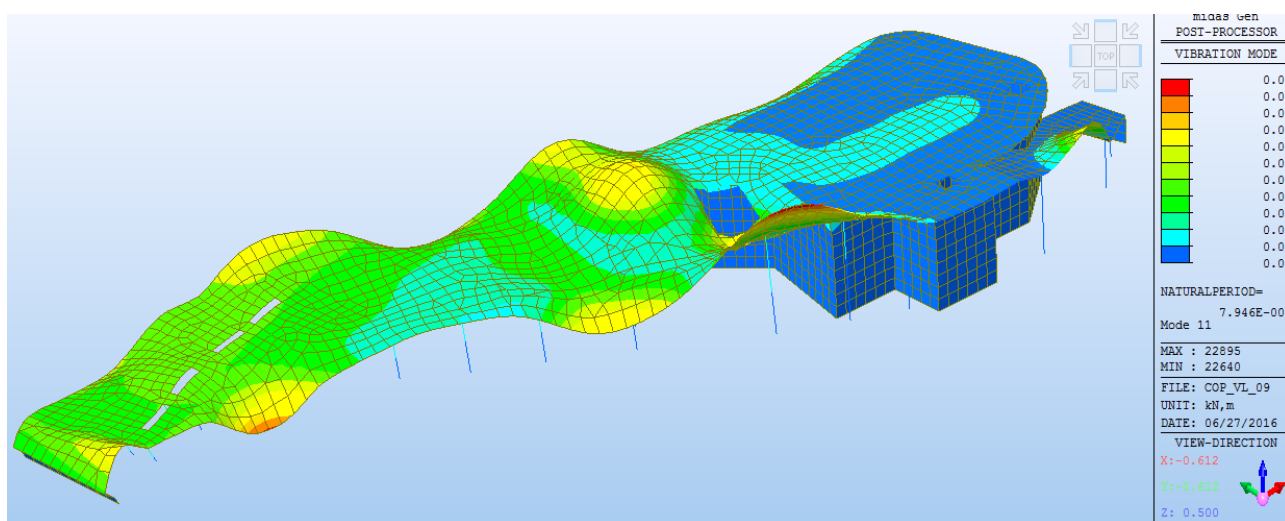



Figura 62. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 11° modo di vibrare



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>90</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

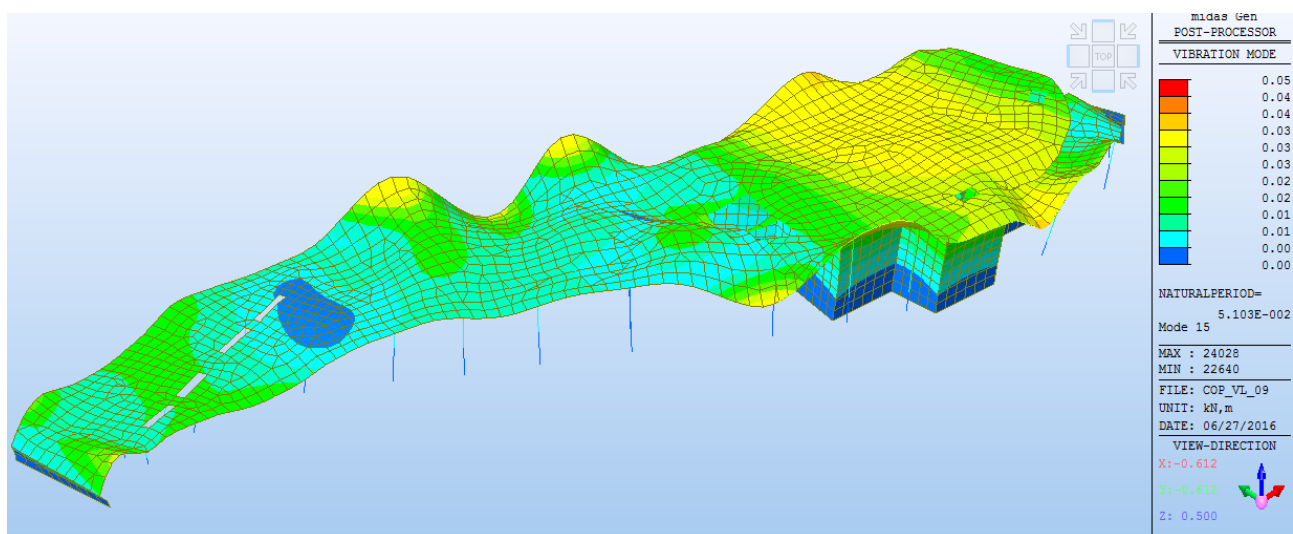


Figura 63. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 15° modo di vibrare

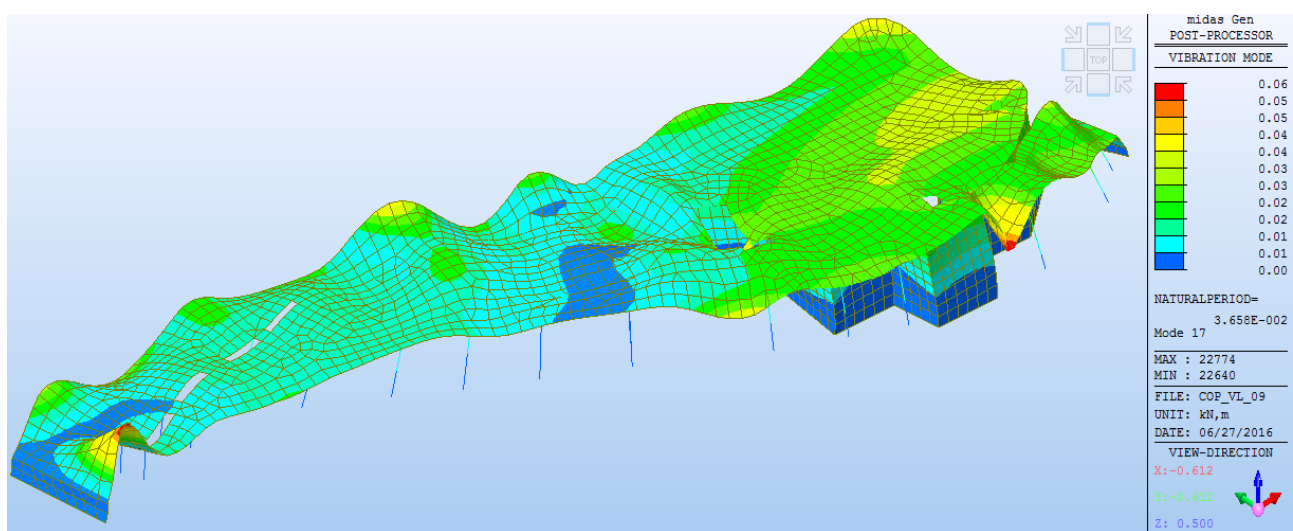



Figura 64. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 17° modo di vibrare




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>91</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 6.5 TAGLI ALLA BASE

In seguito si riportano le sommatorie dei tagli alla base per ogni condizione e combinazione di carico considerata:


Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
G1	0.000000	0.000000	26006.604633
G2	0.000000	0.000000	10479.057447
Qk	0.000000	0.000000	6549.410904
AcqTorrino	-0.284683	1869.553846	0.000595
SLV_X (RS)	-9125.491403	-3901.880739	954.610548
SLV_Y (RS)	3929.374777	-12491.802826	526.161379
SLO_X (RS)	-2887.668059	-1238.181678	303.044349
SLO_Y (RS)	1246.388648	-3956.197413	167.519462
SLV_X (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLV_Y (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLO_X (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLO_Y (ES)	0.000000	0.000000	0.000000
SLU01	-0.427024	2804.330769	57255.477953
SLU02	-0.427024	2804.330769	54308.243046
SLV01	-7946.678970	-7649.421587	41527.767584
SLV02	-7946.678970	-7649.421587	41527.767584
SLV03	-10304.303836	-154.339891	41212.070757
SLV04	-10304.303836	-154.339891	41212.070757
SLV05	1191.727356	-13662.367048	41227.853166
SLV06	1191.727356	-13662.367048	41227.853166
SLV07	6667.022197	-11321.238604	40655.086837
SLV08	6667.022197	-11321.238604	40655.086837
SLV09	-7946.678970	-7649.421587	41527.767584
SLV10	-7946.678970	-7649.421587	41527.767584
SLV11	-10304.303836	-154.339891	41212.070757
SLV12	-10304.303836	-154.339891	41212.070757
SLV13	1191.727356	-13662.367048	41227.853166
SLV14	1191.727356	-13662.367048	41227.853166
SLV15	6667.022197	-11321.238604	40655.086837
SLV16	6667.022197	-11321.238604	40655.086837
SLV17	7946.678970	7649.421587	39302.849661
SLV18	7946.678970	7649.421587	39302.849661
SLV19	10304.303836	154.339891	39618.546489
SLV20	10304.303836	154.339891	39618.546489
SLV21	-1191.727356	13662.367048	39602.764079
SLV22	-1191.727356	13662.367048	39602.764079
SLV23	-6667.022197	11321.238604	40175.530408
SLV24	-6667.022197	11321.238604	40175.530408
SLV25	7946.678970	7649.421587	39302.849661
SLV26	7946.678970	7649.421587	39302.849661
SLV27	10304.303836	154.339891	39618.546489
SLV28	10304.303836	154.339891	39618.546489
SLV29	-1191.727356	13662.367048	39602.764079
SLV30	-1191.727356	13662.367048	39602.764079
SLV31	-6667.022197	11321.238604	40175.530408
SLV32	-6667.022197	11321.238604	40175.530408
SLE_RARA_01	-0.284683	1869.553846	43035.073579
SLE_RARA_02	-0.284683	1869.553846	41070.250308
SLE_QP	0.000000	0.000000	41070.249713
SLE_FR	0.000000	0.000000	40415.308623



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA ( <i>JOB N°</i> )	ID DOC. ( <i>DOC. ID</i> )	REV.	N° FG. ( <i>SH. N.</i> )
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>92</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLO01	-2513.751465	-2425.040902	40768.608811
SLO02	-2513.751465	-2425.040902	40768.608811
SLO03	-3261.584654	-51.322454	40668.097133
SLO04	-3261.584654	-51.322454	40668.097133
SLO05	380.088230	-4327.651916	40673.741390
SLO06	380.088230	-4327.651916	40673.741390
SLO07	2112.689066	-3584.742910	40491.914780
SLO08	2112.689066	-3584.742910	40491.914780
SLO09	-2513.751465	-2425.040902	40768.608811
SLO10	-2513.751465	-2425.040902	40768.608811
SLO11	-3261.584654	-51.322454	40668.097133
SLO12	-3261.584654	-51.322454	40668.097133
SLO13	380.088230	-4327.651916	40673.741390
SLO14	380.088230	-4327.651916	40673.741390
SLO15	2112.689066	-3584.742910	40491.914780
SLO16	2112.689066	-3584.742910	40491.914780
SLO17	2513.751465	2425.040902	40062.008435
SLO18	2513.751465	2425.040902	40062.008435
SLO19	3261.584654	51.322454	40162.520112
SLO20	3261.584654	51.322454	40162.520112
SLO21	-380.088230	4327.651916	40156.875856
SLO22	-380.088230	4327.651916	40156.875856
SLO23	-2112.689066	3584.742910	40338.702465
SLO24	-2112.689066	3584.742910	40338.702465
SLO25	2513.751465	2425.040902	40062.008435
SLO26	2513.751465	2425.040902	40062.008435
SLO27	3261.584654	51.322454	40162.520112
SLO28	3261.584654	51.322454	40162.520112
SLO29	-380.088230	4327.651916	40156.875856
SLO30	-380.088230	4327.651916	40156.875856
SLO31	-2112.689066	3584.742910	40338.702465
SLO32	-2112.689066	3584.742910	40338.702465




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>93</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 6.6 VERIFICA DELLE NON LINEARITA' GEOMETRICHE

È stato calcolato il fattore  $\theta$  in accordo con il § 7.3.1 delle NTC 2008.

	P(kN)	Vx (kN)	Vy (kN)	V (kN)	dr_medio(m)	h (m)	$\theta$
SLV01	41527.76758	-7946.67897	-7649.42159	11030.11139	0.001318224	6.2	0.00080049
SLV02	41527.76758	-7946.67897	-7649.42159	11030.11139	0.001300571	6.2	0.00078977
SLV03	41212.07076	-10304.3038	-154.339891	10305.45964	0.000928732	6.2	0.00059904
SLV04	41212.07076	-10304.3038	-154.339891	10305.45964	0.000929131	6.2	0.0005993
SLV05	41227.85317	1191.727356	-13662.367	13714.24396	0.002681213	6.2	0.00130005
SLV06	41227.85317	1191.727356	-13662.367	13714.24396	0.002659323	6.2	0.00128943
SLV07	40655.08684	6667.022197	-11321.2386	13138.47893	0.002542724	6.2	0.00126905
SLV08	40655.08684	6667.022197	-11321.2386	13138.47893	0.002528475	6.2	0.00126193
SLV09	41527.76758	-7946.67897	-7649.42159	11030.11139	0.001312419	6.2	0.00079697
SLV10	41527.76758	-7946.67897	-7649.42159	11030.11139	0.001306214	6.2	0.0007932
SLV11	41212.07076	-10304.3038	-154.339891	10305.45964	0.000929973	6.2	0.00059984
SLV12	41212.07076	-10304.3038	-154.339891	10305.45964	0.000928958	6.2	0.00059919
SLV13	41227.85317	1191.727356	-13662.367	13714.24396	0.002677641	6.2	0.00129831
SLV14	41227.85317	1191.727356	-13662.367	13714.24396	0.002662774	6.2	0.0012911
SLV15	40655.08684	6667.022197	-11321.2386	13138.47893	0.00254626	6.2	0.00127081
SLV16	40655.08684	6667.022197	-11321.2386	13138.47893	0.002525046	6.2	0.00126022
SLV17	39302.84966	7946.67897	7649.421587	11030.11139	0.00115082	6.2	0.00066139
SLV18	39302.84966	7946.67897	7649.421587	11030.11139	0.001135893	6.2	0.00065281
SLV19	39618.54649	10304.30384	154.339891	10305.45964	0.000847802	6.2	0.00052569
SLV20	39618.54649	10304.30384	154.339891	10305.45964	0.000850072	6.2	0.0005271
SLV21	39602.76408	-1191.72736	13662.36705	13714.24396	0.002584583	6.2	0.00120379
SLV22	39602.76408	-1191.72736	13662.36705	13714.24396	0.002561989	6.2	0.00119327
SLV23	40175.53041	-6667.0222	11321.2386	13138.47893	0.002468022	6.2	0.00121723
SLV24	40175.53041	-6667.0222	11321.2386	13138.47893	0.002454152	6.2	0.00121039
SLV25	39302.84966	7946.67897	7649.421587	11030.11139	0.001146064	6.2	0.00065866
SLV26	39302.84966	7946.67897	7649.421587	11030.11139	0.001140356	6.2	0.00065538
SLV27	39618.54649	10304.30384	154.339891	10305.45964	0.000846357	6.2	0.0005248
SLV28	39618.54649	10304.30384	154.339891	10305.45964	0.000852197	6.2	0.00052842
SLV29	39602.76408	-1191.72736	13662.36705	13714.24396	0.002580782	6.2	0.00120202
SLV30	39602.76408	-1191.72736	13662.36705	13714.24396	0.002565627	6.2	0.00119497
SLV31	40175.53041	-6667.0222	11321.2386	13138.47893	0.002471647	6.2	0.00121902
SLV32	40175.53041	-6667.0222	11321.2386	13138.47893	0.002450733	6.2	0.00120871



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>94</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

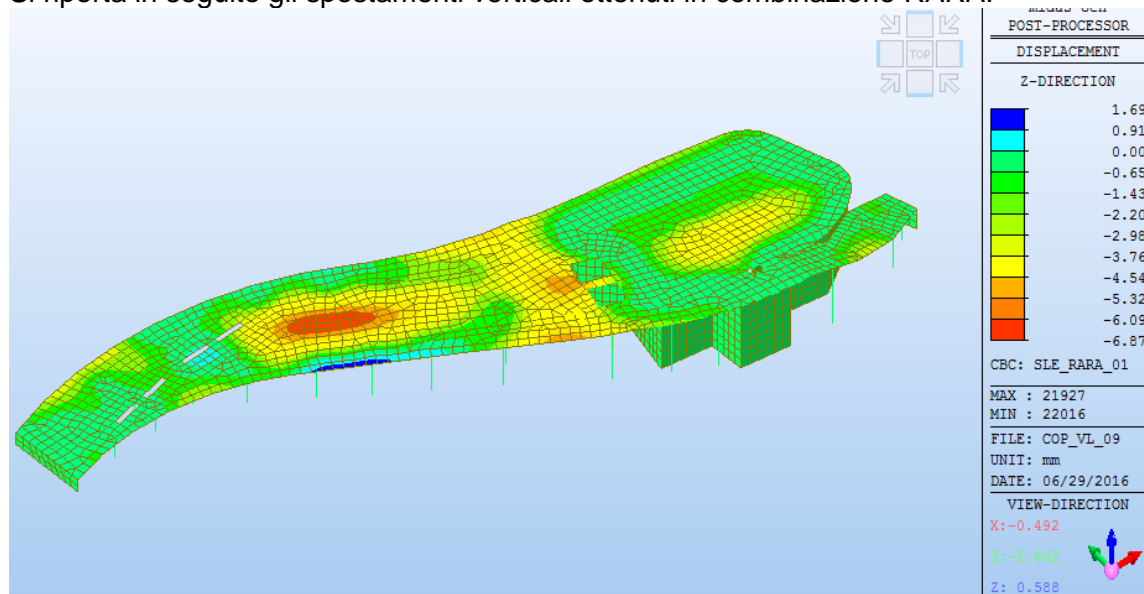
## 6.7 VERIFICA DEGLI SPOSTAMENTI AGLI STATI LIMITE DI ESERCIZIO

Si riportano i valori massimi del rapporto fra lo spostamento interpiano  $d_r$  e l'altezza di piano nel nodo considerato:

Elemento	Node1	zNode1(m)	Node2	zNode2(m)	h elem (m)	Load	DX (m)	DY (m)	DXY(m)	dr/h
7	5750	1.3	21769	4.62	3.32	SLO05	0.000207	0.001619	0.001632	0.000492
11	5282	1.3	21773	5.11	3.81	SLO05	-0.00063	0.001756	0.001865	0.000489
9	6202	1.3	23334	4.62	3.32	SLO05	0.000101	0.001607	0.00161	0.000484
8	6759	1.3	21768	4.57	3.27	SLO05	-4.6E-05	0.001577	0.001578	0.000482
6	21766	1.3	21767	3.98	2.68	SLO05	0.000323	0.001235	0.001277	0.000476
11	5282	1.3	21773	5.11	3.81	SLO13	-0.00064	0.001695	0.001812	0.000475
7	5750	1.3	21769	4.62	3.32	SLO13	0.000196	0.001555	0.001567	0.000472
9	6202	1.3	23334	4.62	3.32	SLO13	0.000097	0.001543	0.001546	0.000465
12	21770	1.3	21771	5.12	3.82	SLO05	0.000198	0.001762	0.001773	0.000464
10	6237	1.3	24242	5.07	3.77	SLO05	0.000132	0.001741	0.001746	0.000463
8	6759	1.3	21768	4.57	3.27	SLO13	-4.5E-05	0.001514	0.001515	0.000463
5	5922	1.3	21765	3.89	2.59	SLO05	0.000183	0.001171	0.001185	0.000457
6	21766	1.3	21767	3.98	2.68	SLO13	0.000308	0.001181	0.001221	0.000455
7	5750	1.3	21769	4.62	3.32	SLO15	0.000364	0.001442	0.001487	0.000448
12	21770	1.3	21771	5.12	3.82	SLO13	0.000188	0.001698	0.001708	0.000448
10	6237	1.3	24242	5.07	3.77	SLO13	0.000125	0.001676	0.001681	0.000445
13	6735	1.3	21772	5.21	3.91	SLO05	0.000078	0.00174	0.001742	0.000445
6	21766	1.3	21767	3.98	2.68	SLO15	0.000479	0.001094	0.001194	0.000445
3	5400	1.3	21764	3.35	2.05	SLO15	0.00062	0.000665	0.000909	0.000444
4	6546	1.3	23335	3.78	2.48	SLO15	0.000093	0.001081	0.001085	0.000438
5	5922	1.3	21765	3.89	2.59	SLO13	0.000179	0.001121	0.001135	0.000438

I risultati risultano accettabili poiché il rapporto  $d_r/h$  risulta inferiore a 0.00333 in accordo con il §7.3.7.2 per costruzioni ricadenti in classe d'uso III.


Si riporta in seguito gli spostamenti verticali ottenuti in combinazione RARA:



**Figura 65. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Spostamenti verticali in combinazione RARA**

Lo spostamento massimo verticale è pari a circa 7mm per cui i risultati ottenuti risultano più che accettabili.

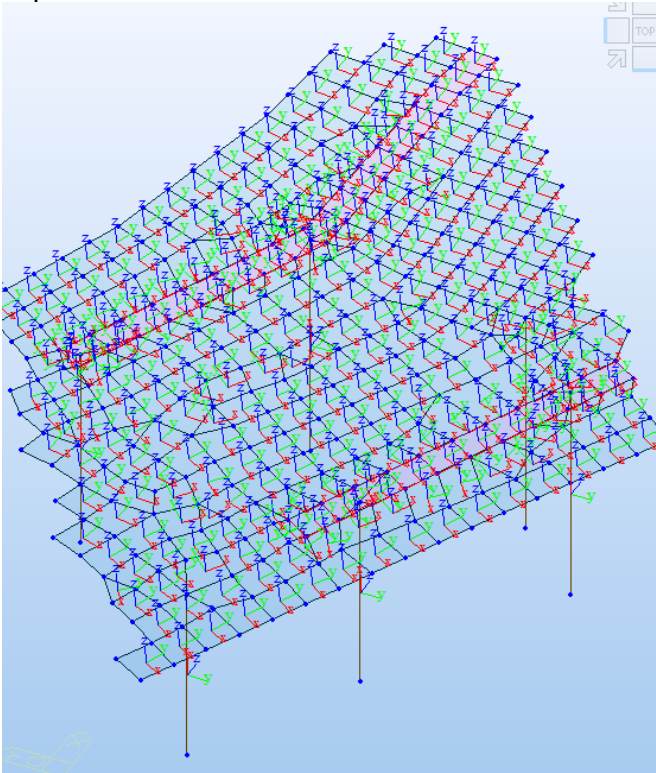


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	95
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

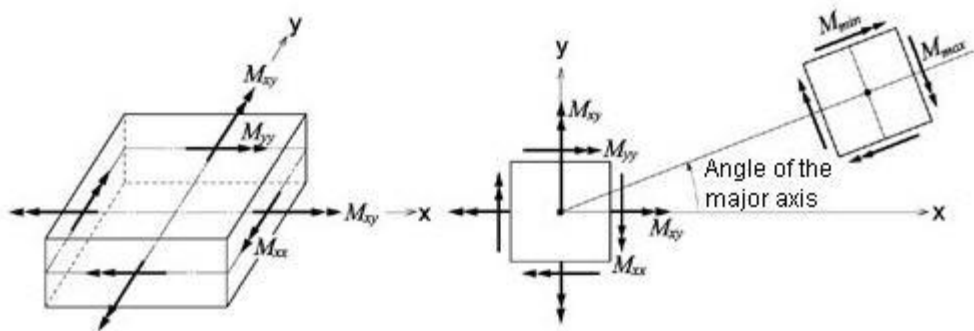
6.8 INVILUPPI E VERIFICHE SOLAIO DI COPERTURA

6.8.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono la soletta di copertura:



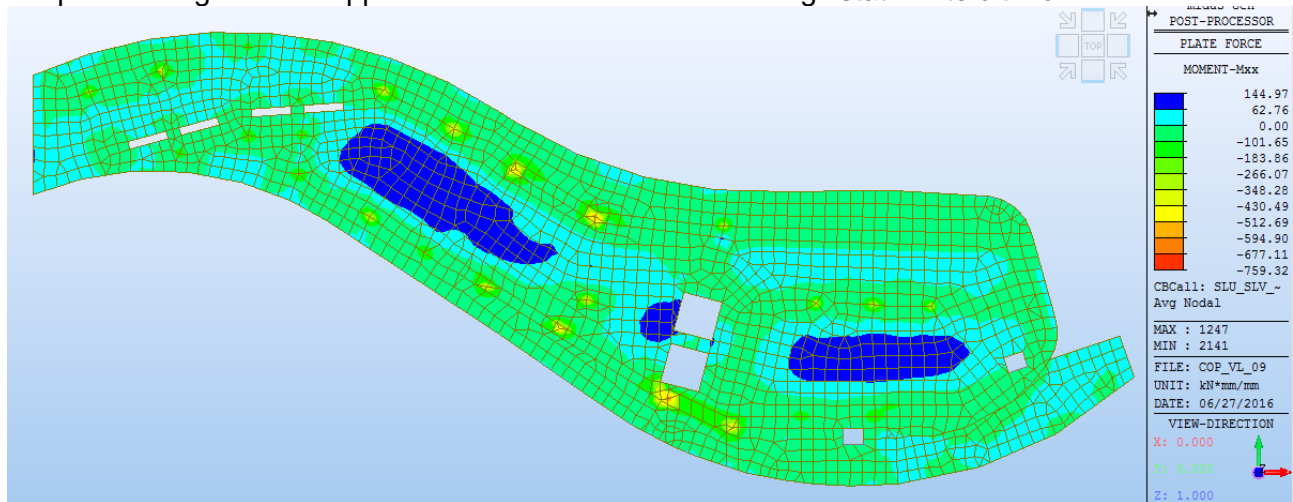
Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni flessionali:



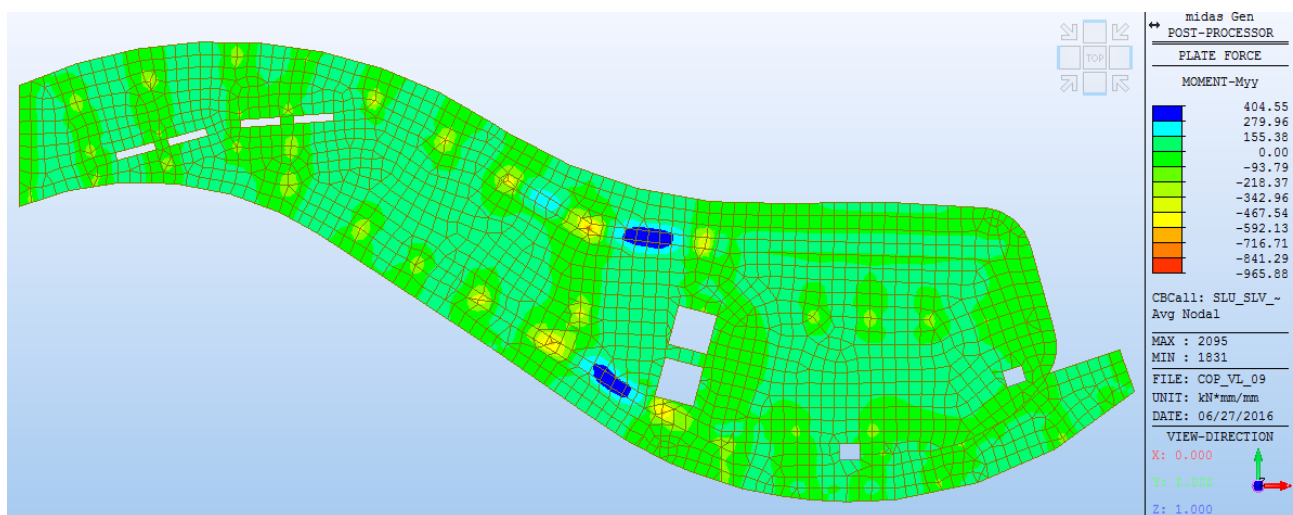


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>96</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta in seguito l'involuppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:




**Figura 66. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Momenti  $M_{xx}$  Comb SLU e SLV**  
Soletta di Copertura



**Figura 67. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Momenti  $M_{yy}$  Comb SLU e SLV**  
Soletta di Copertura



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	97	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura orizzontale e verticale diffusa composta da 1 $\phi$ 20/20 in entrambe le facce della soletta:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	31

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

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<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  
 E<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> 180.8 kN m  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 E<sub>c</sub> 3.5 %  
 E<sub>s</sub> 19.65 %  
 d 31 cm  
 x 4.686 x/d 0.1512  
 δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

In corrispondenza delle massime sollecitazioni negative sono previsti 1 $\phi$ 20/20 aggiuntivi superiori in entrambe le direzioni

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	31.42	5
2	15.71	31

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

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<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  
 E<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> -333 kN m  
 σ<sub>c</sub> -18.13 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 E<sub>c</sub> 3.5 %  
 E<sub>s</sub> 14.2 %  
 d 30 cm  
 x 5.932 x/d 0.1977  
 δ 0.7


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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	98	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza della trave ribassata sono previsti 5 + 5 $\phi$ 20 superiori e inferiori

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	95	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	31
3	15.71	76

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

M<sub>xRd</sub> 616.8 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  35.88 ‰  
d 76 cm  
x 6.754 x/d 0.08887  
 $\delta$  0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	95	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	31
3	15.71	76

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

M<sub>xRd</sub> -725.4 kN m  
 $\sigma_c$  -18.13 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  39.59 ‰  
d 75 cm  
x 6.092 x/d 0.08122  
 $\delta$  0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	99	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 6.8.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

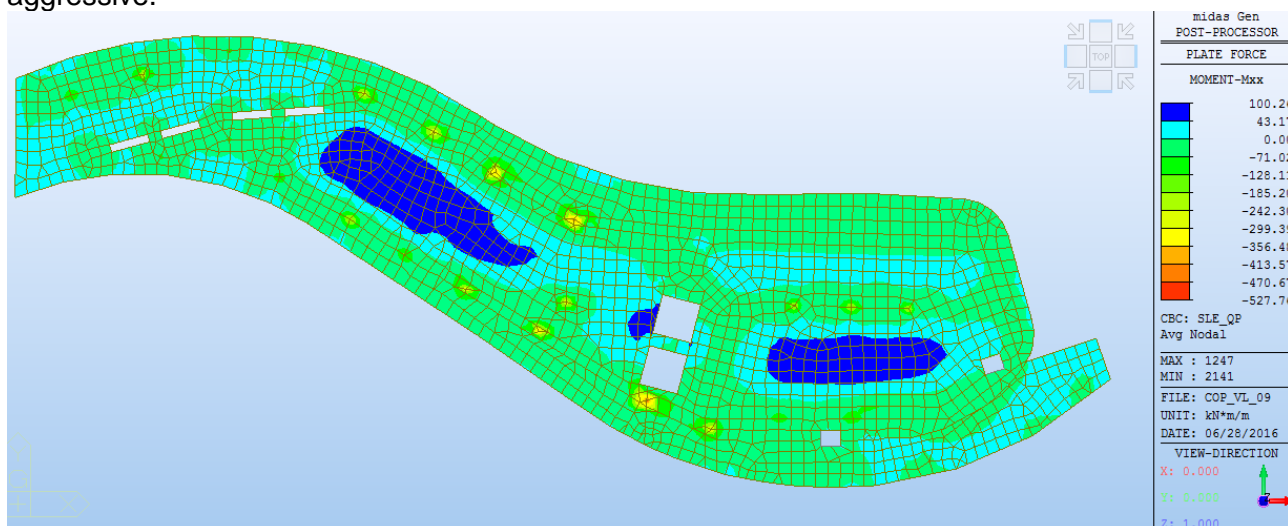


Figura 68. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione –Momenti Mxx Comb. QP Soletta di Copertura

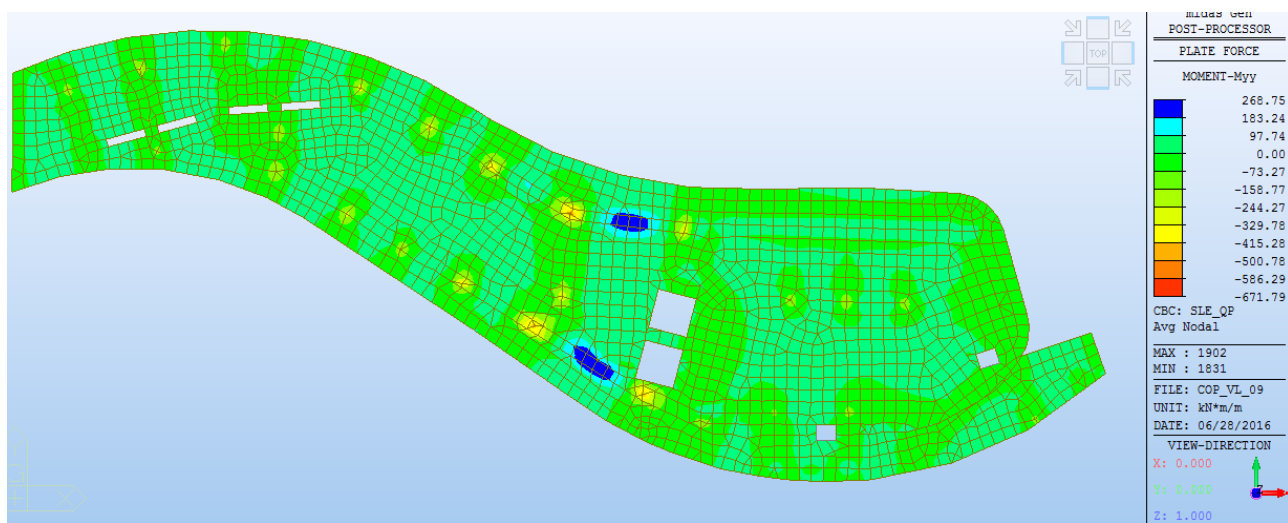



Figura 69. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione –Momenti Myy Comb. QP Soletta di Copertura



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	100	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Nel tratto di spessore 35cm le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom** N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	35

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	4
2	15.71	31

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

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

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

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

**Materiali**  
 B450C C32/40  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  18.13 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  12.25 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.7333  
 $\tau_{c1}$  2.114

$\sigma_c$  -5.285 N/mm²  
 $\sigma_s$  194.7 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.9737 ‰  
 d 31 cm  
 x 8.968 x/d 0.2893  
 $\delta$  0.8016

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 35 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 30 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 32 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 40 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 40 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.024 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 33346 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1571 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 18.16 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 195 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.178
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 56.133 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.056 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02799 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000701 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 257.485 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.18 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>101</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

In corrispondenza della trave ribassata le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom** N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	95	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	31
3	15.71	76

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

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

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

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

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

**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>  ‰

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

**Verifica**  
N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 80 \text{ cm} \\
 B &:= 80 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 75 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 32 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 40 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 40 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.024 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 33346 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1571 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 15.71 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 192 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.178
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 125 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.1 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01571 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000559 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 352.423 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.197 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	102	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 6.8.3 VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI SULLA SOLETTA SUPERIORE AGLI SLU

Si riporta in seguito la numerazione dei pilastri:

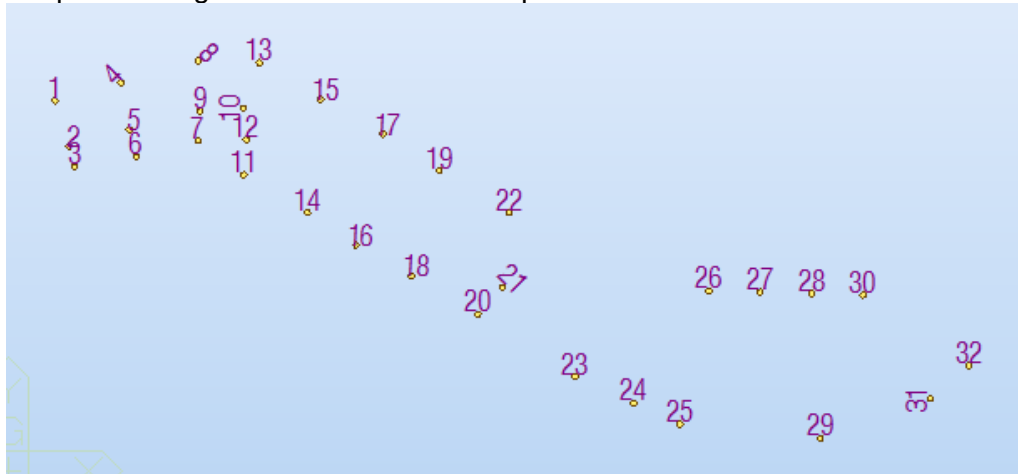


Figura 70. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Numerazione Pilastri

Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni assiali massime:

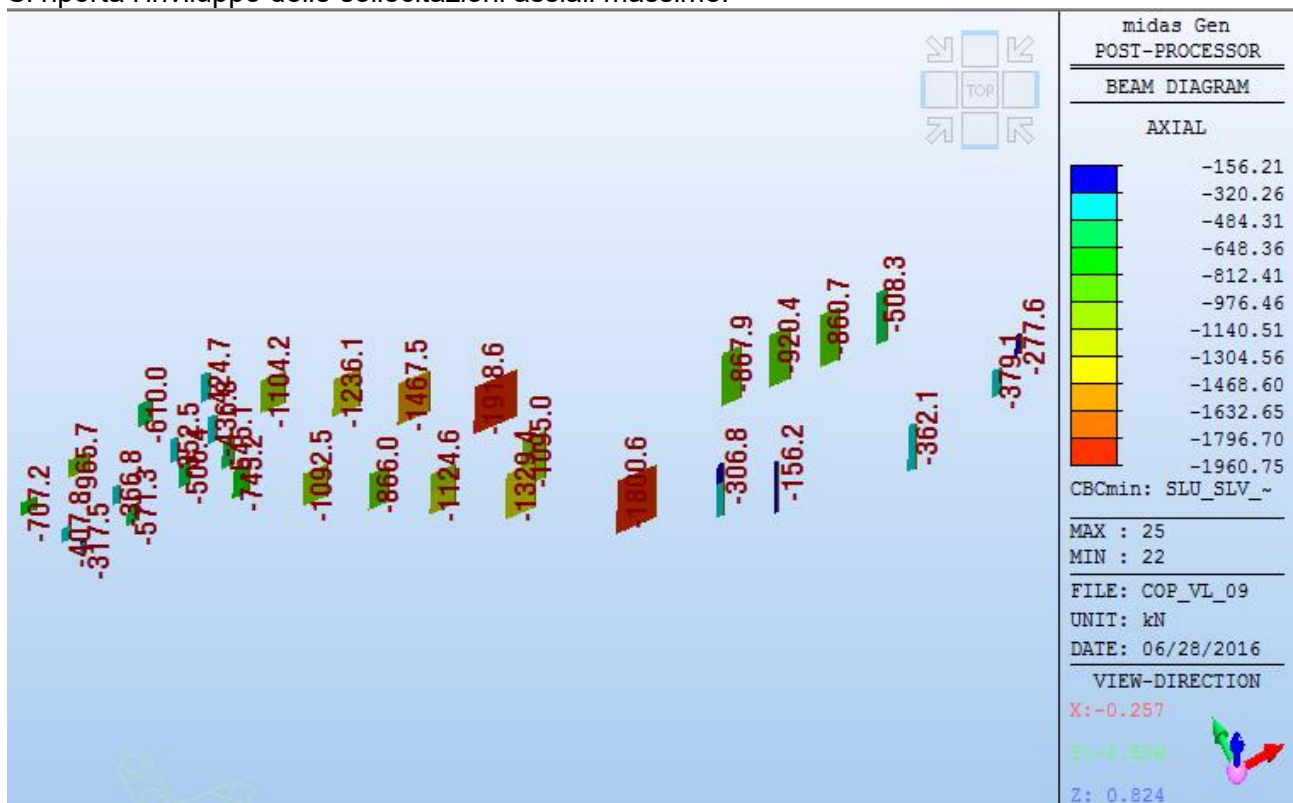



Figura 71. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo sforzi assiali Pilastri



				Arm. Diffusa				Arm. Aggiuntiva																		
PIL	deff (cm)	VEd (kN)	D pil (cm)	hsol (cm)	u (m)	fi (cm)	int (cm)	fi (cm)	int (cm)	As (cm²)	ro	k	vRdc (MPa)	vEd (MPa)	Sr (cm)	n	sp	fi_sp(mm)	Asw (cm)	fyd,eff	vRd.cs	c.s. u1	u0 (m)	vRd.max	vEd.u0	c.s. u1
1	30	707.17	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.51							1.04	1.57	4.74	1.73	0.36	
2	30	407.81	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.29							1.81	1.57	4.74	1.00	0.21	
3	30	317.46	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.23							2.33	1.57	4.74	0.77	0.16	
4	30	965.66	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.69	10	10		10	7.85	325.00	1.11	1.61	1.57	4.74	2.36	0.50
5	30	366.8	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.26							2.01	1.57	4.74	0.90	0.19	
6	30	571.34	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.41							1.29	1.57	4.74	1.39	0.29	
7	30	506.36	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.36							1.46	1.57	4.74	1.24	0.26	
8	30	610.01	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.44							1.21	1.57	4.74	1.49	0.31	
9	30	352.52	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.25							2.09	1.57	4.74	0.86	0.18	
10	30	436.8	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.31							1.69	1.57	4.74	1.07	0.22	
11	30	745.16	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.53	10	10		10	7.85	325.00	1.11	2.08	1.57	4.74	1.82	0.38
12	30	545.09	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.39							1.35	1.57	4.74	1.33	0.28	
13	30	424.67	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.30							1.74	1.57	4.74	1.04	0.22	
14	30	1092.53	50	35	5.34	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.78	10	10		10	7.85	325.00	1.22	1.55	1.57	4.74	2.67	0.56
15	30	1104.17	50	35	5.34	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.79	10	10		10	7.85	325.00	1.22	1.54	1.57	4.74	2.69	0.57
16	30	865.97	50	35	5.34	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.62							1.07	1.57	4.74	2.11	0.45	
17	30	1236.11	50	35	5.34	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.89	10	10		10	7.85	325.00	1.22	1.37	1.57	4.74	3.02	0.64
18	75	1124.58	50	80	11.00	20	20	20	20	31.42	0.39%	1.52	0.42	0.16							2.70	1.57	4.74	1.10	0.23	
19	75	1467.54	50	80	11.00	20	20	20	20	31.42	0.39%	1.52	0.42	0.20							2.07	1.57	4.74	1.43	0.30	
20	75	1329.42	50	80	11.00	20	20	20	20	31.42	0.39%	1.52	0.42	0.19							2.28	1.57	4.74	1.30	0.27	
21	30	1095.03	50	35	5.34	20	20	20	20	31.42	0.90%	1.82	0.67	0.79	10	10		10	7.85	325.00	1.22	1.55	1.57	4.74	2.67	0.56
22	75	1918.62	50	80	11.00	20	20	20	20	31.42	0.39%	1.52	0.42	0.27							1.58	1.57	4.74	1.87	0.39	
23	75	1800.61	50	80	11.00	20	20	0	20	15.71	0.20%	1.52	0.37	0.25							1.47	1.57	4.74	1.76	0.37	
24	30	306.85	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.22							2.41	1.57	4.74	0.75	0.16	
25	30	156.21	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.11							4.73	1.57	4.74	0.38	0.08	
26	30	867.95	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.62	10	10		10	7.85	325.00	1.11	1.79	1.57	4.74	2.12	0.45
27	30	920.37	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.66	10	10		10	7.85	325.00	1.11	1.69	1.57	4.74	2.25	0.47
28	30	860.74	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.62	10	10		10	7.85	325.00	1.11	1.80	1.57	4.74	2.10	0.44
29	30	362.06	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.26							2.04	1.57	4.74	0.88	0.19	
30	30	508.35	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.36							1.45	1.57	4.74	1.24	0.26	
31	30	379.14	50	35	5.34	20	20	0	20	15.71	0.45%	1.82	0.53	0.27							1.95	1.57	4.74	0.93	0.20	



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	104
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

6.9 INVILUPPI DELLE SOLLECITAZIONI E VERIFICA DEI PILASTRI

In seguito si riportano gli inviluppi delle sollecitazioni nelle combinazioni di carico SLU e SLV



Figura 72. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Inviluppo Momenti My Pilastri

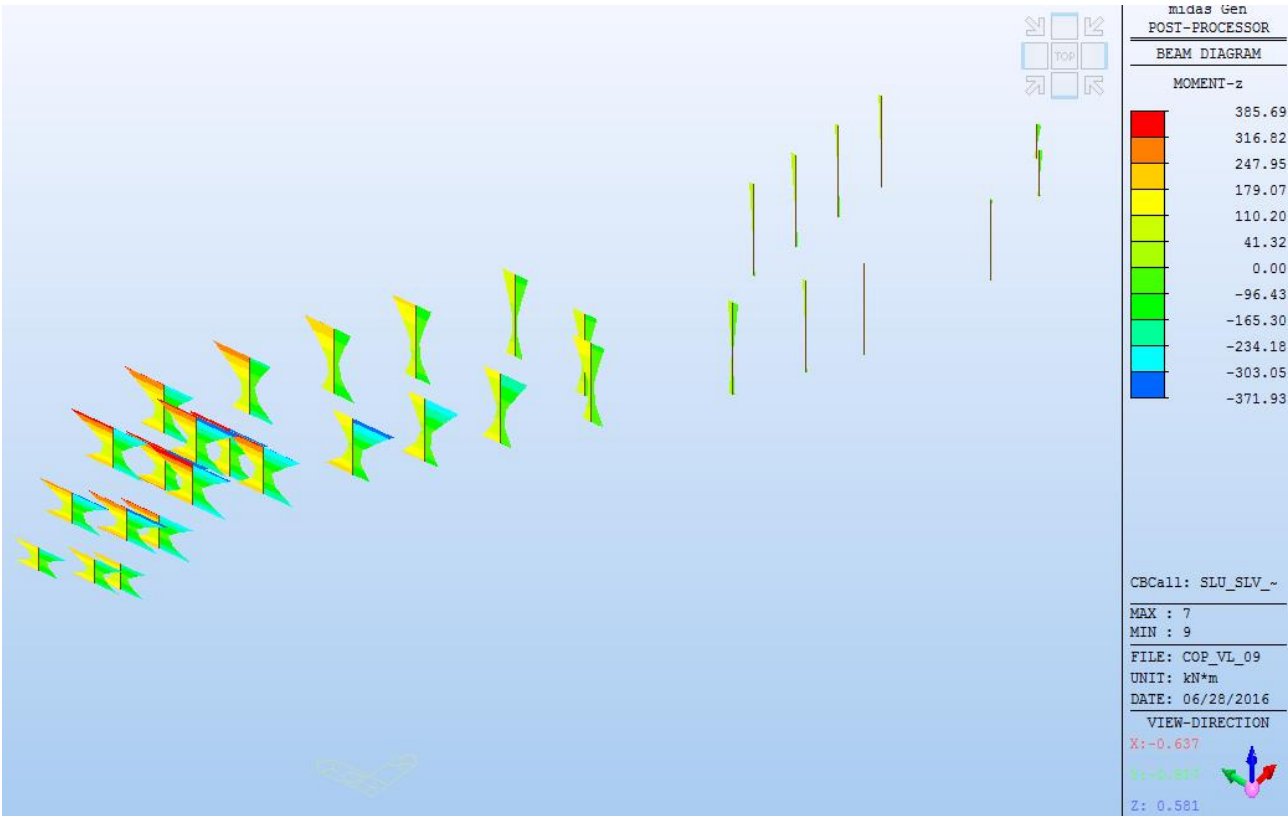



Figura 73. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Inviluppo Momenti Mz Pilastri



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	105
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

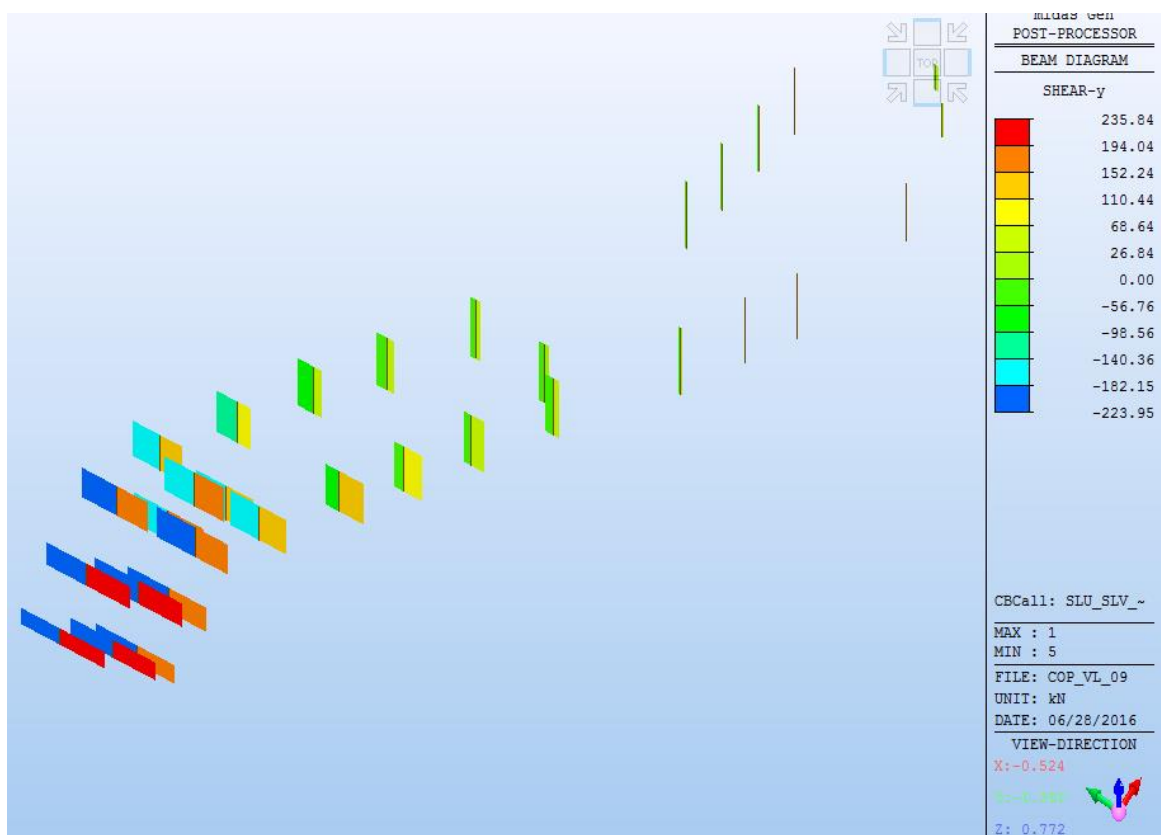


Figura 74. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Tagli Fy Pilastri

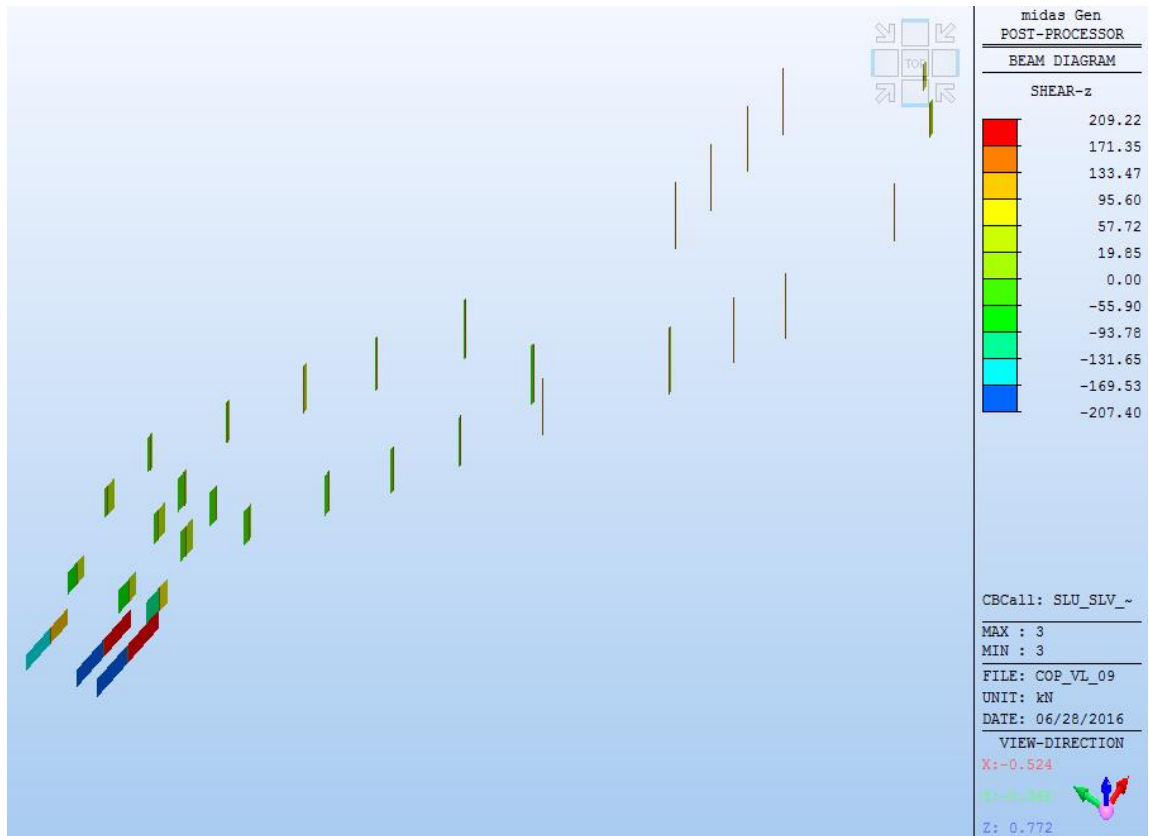



Figura 75. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Tagli Fz Pilastri



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>106</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

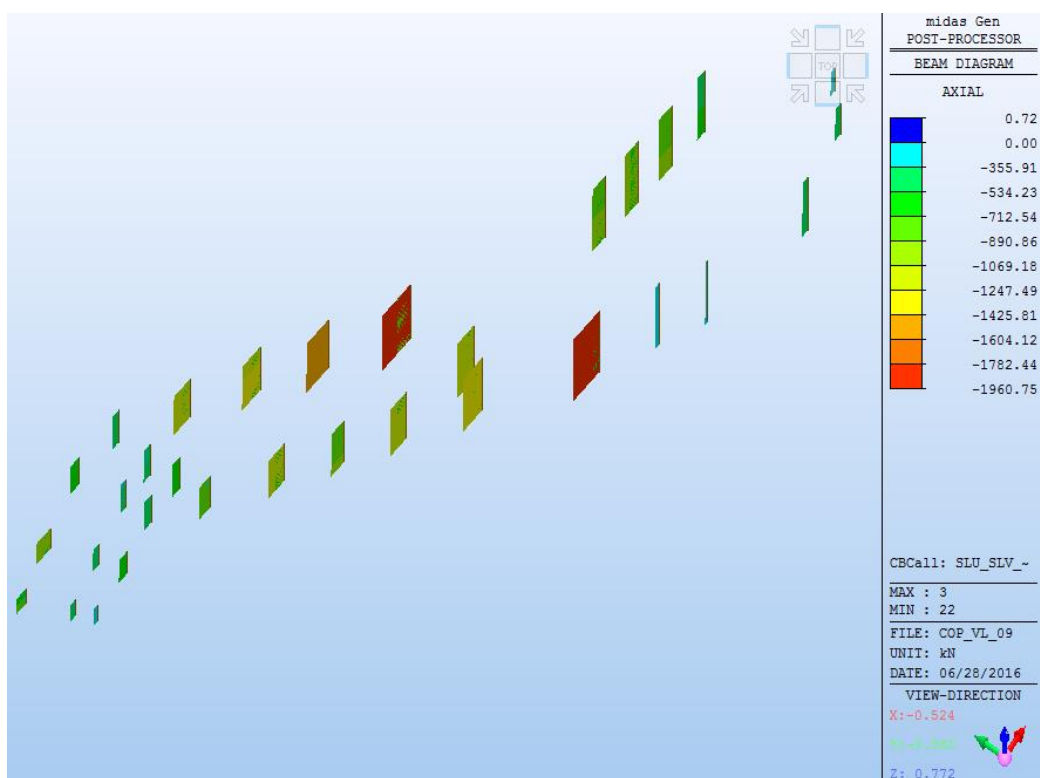



Figura 76. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Involuppo Sforzi Assiali Pilastri

Nella tabella seguente sono riportate le verifiche dei pilastri:


Uc		Section		fck	fyk					N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc.end	V_Rds.end	V_Rdc.mid	V_Rds.mid		V_Ed.end	Rat- V.ed
Rat-Uc	SEL	Bc	Hc	Height	fyw	CHK	LCB	V-Rebar	N_Rdmax	Rat-N	Rat-My	Rat-Mz	Rat-Vc.end	Rat-Vs.end	Rat-Vc.mid	Rat-Vs.mid	LCB	V_Ed.mid	Rat-V.mid
1	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	37	14-3-P22	5199.34	392.668	129.705	244.854	211.357	341.672	211.981	341.672	17	202.956	0.960
10		0.0000	0.5000	1.8071	450000					0.758	0.748	0.752	0.960	0.594	0.957	0.594		17	202.956
2	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	24	14-3-P22	5199.34	117.807	143.186	246.771	161.508	341.672	162.190	341.672	27	158.966	0.984
10		0.0000	0.5000	1.9729	450000					0.834	0.843	0.831	0.984	0.465	0.980	0.465		27	158.973
3	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	8	14-3-P22	5199.34	129.036	166.281	235.811	170.744	341.672	171.452	341.672	17	168.564	0.987
10		0.0000	0.5000	2.0478	450000					0.852	0.850	0.840	0.987	0.493	0.983	0.493		17	168.564
4	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	24	14-3-P22	5199.34	678.020	35.7078	322.126	230.669	341.672	218.651	341.672	27	230.287	0.998
10		0.0000	0.5000	2.4792	450000					0.848	0.862	0.846	0.998	0.674	0.974	0.623		27	212.920
5	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	37	18-3-P22	5769.32	185.498	82.2063	349.644	191.265	341.672	192.162	341.672	17	177.466	0.928
10		0.0000	0.5000	2.5943	450000					0.849	0.857	0.848	0.928	0.519	0.924	0.519		17	177.466
6	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	18	14-3-P22	5199.34	124.059	65.6960	330.723	201.972	341.672	202.899	341.672	17	192.279	0.952
10		0.0000	0.5000	2.6834	450000					0.975	0.991	0.992	0.952	0.563	0.948	0.563		17	192.279
7	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	8	18-3-P22	5769.32	148.437	66.5543	385.695	177.952	341.672	179.098	227.781	17	168.872	0.949
10		0.0000	0.5000	3.3182	450000					0.932	0.934	0.934	0.949	0.494	0.943	0.741		17	168.872
8	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	8	14-3-P22	5199.34	608.481	56.0078	346.082	163.411	341.672	164.542	227.781	27	151.099	0.925
10		0.0000	0.5000	3.2735	450000					0.947	0.915	0.929	0.925	0.442	0.918	0.663		27	151.099
9	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	37	18-3-P22	5769.32	198.066	42.5798	371.930	169.763	341.672	170.912	227.781	27	167.591	0.987
10		0.0000	0.5000	3.3246	450000					0.884	0.864	0.884	0.987	0.491	0.981	0.736		27	167.591
10	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	24	18-3-P22	5769.32	276.480	74.1440	351.735	184.091	341.672	185.395	227.781	27	161.791	0.879
10		0.0000	0.5000	3.7727	450000					0.828	0.846	0.832	0.879	0.474	0.873	0.710		27	161.799
11	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	8	14-3-P22	5199.34	262.728	85.0645	334.857	170.490	341.672	171.808	227.781	7	157.680	0.925
10		0.0000	0.5000	3.8140	450000					0.975	0.979	0.985	0.925	0.461	0.918	0.692		7	157.680
12	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	8	14-3-P22	5199.34	416.980	18.6586	345.576	178.338	341.672	179.657	227.781	27	149.907	0.841
10		0.0000	0.5000	3.8176	450000					0.948	0.939	0.947	0.841	0.439	0.834	0.658		27	149.907



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	107	313
	PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Uc		Section		fck	fyk					N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc.end	V_Rds.end	V_Rdc.mid	V_Rds.mid		V_Ed.end	Rat- V_end
Rat- Uc	SEL	Bc	Hc	Height	fyw	CHK	LCB	V- Rebar	N_Rdmax	Rat-N	Rat-My	Rat-Mz	Rat- Vc.end	Rat- Vs.end	Rat- Vc.mid	Rat- Vs.mid	LCB	V_Ed.mid	Rat- V.mid
13	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	8	14-3- P22	5199.34	423.425	23.1640	319.798	142.076	341.672	143.428	227.781	27	117.578	0.828
10		0.0000	0.5000	3.9125	450000					0.858	0.876	0.871	0.828	0.344	0.820	0.516	27	117.578	0.820
14	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	17	14-3- P22	5199.34	797.670	65.5718	341.348	233.753	341.672	233.753	227.781	17	128.299	0.549
10		0.0000	0.5000	4.4983	450000					0.902	0.901	0.898	0.549	0.376	0.549	0.563	17	128.299	0.549
15	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	33	14-3- P22	5199.34	851.709	0.96990	298.958	233.753	341.672	233.753	227.781	17	110.123	0.471
10		0.0000	0.5000	4.5725	450000					0.766	0.770	0.764	0.471	0.322	0.471	0.483	17	110.123	0.471
16	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	7	14-3- P22	5199.34	695.858	78.7323	286.496	231.467	341.672	233.203	227.781	7	97.5356	0.421
10		0.0000	0.5000	5.0236	450000					0.755	0.766	0.766	0.421	0.285	0.418	0.428	7	97.5349	0.418
17	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	23	14-3- P22	5199.34	662.733	64.8862	249.252	226.803	341.672	228.614	227.781	7	81.2320	0.358
10		0.0000	0.5000	5.2413	450000					0.661	0.664	0.661	0.358	0.238	0.355	0.357	7	81.2318	0.355
18	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	7	14-3- P22	5199.34	717.643	43.4862	226.748	233.753	341.672	233.753	227.781	7	67.0782	0.287
10		0.0000	0.5000	5.6185	450000					0.592	0.581	0.588	0.287	0.196	0.287	0.294	7	67.0782	0.287
19	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	23	14-3- P22	5199.34	1321.24	27.3896	196.303	233.753	341.672	233.753	227.781	7	55.5654	0.238
10		0.0000	0.5000	5.8443	450000					0.561	0.580	0.570	0.238	0.163	0.238	0.244	7	55.5654	0.238
20	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	23	6-3- P22	4059.39	566.216	2.35890	158.879	180.367	341.672	182.554	170.836	7	40.3437	0.224
10		0.0000	0.5000	6.3306	450000					0.619	0.640	0.629	0.224	0.118	0.221	0.236	7	40.3437	0.221
21	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	12	6-3- P22	4059.39	1065.53	94.9455	85.7002	167.372	341.672	169.642	170.836	7	28.6949	0.171
10		0.0000	0.5000	6.5710	450000					0.527	0.523	0.524	0.171	0.084	0.169	0.168	7	28.6949	0.169
22	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	19	6-3- P22	4059.39	1768.84	112.143	129.615	200.904	341.672	200.904	170.836	7	29.0510	0.145
10		0.0000	0.5000	6.6018	450000					0.758	0.753	0.759	0.145	0.085	0.145	0.170	7	29.0510	0.145
23	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	34	6-3- P22	4059.39	1813.61	126.128	138.249	200.904	341.672	200.904	170.836	7	14.8306	0.074
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.817	0.799	0.805	0.074	0.043	0.074	0.087	7	14.8306	0.074
24	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	32	6-3- P22	4059.39	338.356	27.5224	0.54900	119.027	341.672	121.577	170.836	17	5.22172	0.044
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.130	0.133	0.128	0.044	0.015	0.043	0.031	17	5.22172	0.043
25	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	7	6-3- P22	4059.39	68.5817	16.0320	8.39670	109.932	341.672	112.482	170.836	7	4.01379	0.037
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.073	0.071	0.072	0.037	0.012	0.036	0.023	7	4.01379	0.036
26	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	1	6-3- P22	4059.39	867.946	1.69605	31.6765	200.904	341.672	200.904	170.836	17	6.44767	0.032
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.256	0.259	0.260	0.032	0.019	0.032	0.038	17	6.44767	0.032
27	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	1	6-3- P22	4059.39	920.374	2.49696	41.3213	200.904	341.672	200.904	170.836	17	8.40823	0.042
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.283	0.280	0.290	0.042	0.025	0.042	0.049	17	8.40823	0.042
28	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	1	6-3- P22	4059.39	860.742	2.70043	30.5892	200.904	341.672	200.904	170.836	17	6.23901	0.031
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.254	0.248	0.252	0.031	0.018	0.031	0.037	17	6.23901	0.031
29	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	21	6-3- P22	4059.39	335.670	3.35629	21.8356	124.783	341.672	127.010	170.836	7	5.78332	0.046
10		0.0000	0.5000	6.4456	450000					0.117	0.120	0.118	0.046	0.017	0.046	0.034	7	5.78332	0.046
30	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	1	6-3- P22	4059.39	508.345	21.3640	18.1554	172.220	341.672	175.535	170.836	7	5.69931	0.033
10		0.0000	0.5000	7.3800	450000					0.166	0.167	0.171	0.033	0.017	0.032	0.033	7	5.69931	0.032
31	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	1	6-3- P22	4059.39	379.136	46.9339	11.0156	135.694	341.672	136.994	170.836	7	19.6051	0.144
10		0.0000	0.5000	3.7630	450000					0.193	0.196	0.196	0.144	0.057	0.143	0.115	7	19.6051	0.143
32	0	PilCIRC50cm		32000.0	450000	OK	4	6-3- P22	4059.39	254.703	29.6223	35.7493	134.988	341.672	135.960	170.836	7	25.7972	0.191
10		0.0000	0.5000	2.8120	450000					0.179	0.178	0.176	0.191	0.076	0.190	0.151	7	25.7972	0.190

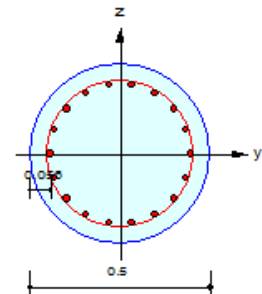


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>108</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta la verifica per esteso dell'elemento maggiormente sollecitato:

### 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2008	UNIT SYSTEM	kN, m
Member Number	7 (PM), 11 (Shear)		
Material Data	$f_{ck} = 32000$ , $f_{yk} = 450000$ , $f_{yw} = 450000$ KPa		
Column Height	3.31817 m		
Section Property	PIICIRC50cm (No : 10)		
Rebar Pattern	: 18 - 3 - P22	$A_{st} = 0.00684 \text{ m}^2$	( $R_{host} = 0.035$ )



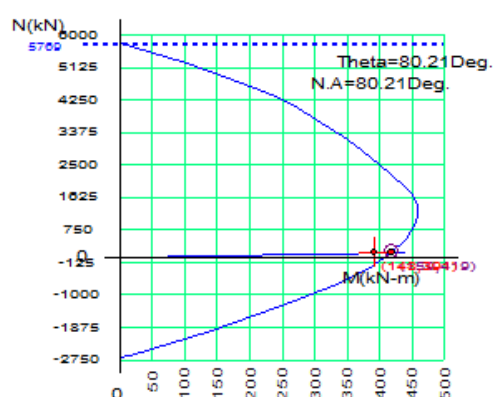
### 2. Applied Loads

Load Combination	8	AT (J) Point	
$N_{Ed}$	= 148.437 kN	$M_{Edy}$	= 66.5543 kN-m
$M_{Edz}$	= 385.695 kN-m		
$M_{Ed}$	= $\sqrt{M_{Edy}^2 + M_{Edz}^2} = 391.395 \text{ kN-m}$		

### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	$N_{Rdmax}$	= 5769.32 kN	
Axial Load Ratio	$N_{Ed}/N_{Rd}$	= 148.437 / 159.210	= 0.932 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	$M_{Ed}/M_{Rd}$	= 391.395 / 419.085	= 0.934 < 1.000 ..... O.K
	$M_{Edy}/M_{Rdy}$	= 66.5543 / 71.2400	= 0.934 < 1.000 ..... O.K
	$M_{Edz}/M_{Rdz}$	= 385.695 / 412.986	= 0.934 < 1.000 ..... O.K

### 4. M-N Interaction Diagram



$N_{Rd}(kN)$	$M_{Rd}(kN-m)$
5769.32	0.00
5043.51	140.79
4388.56	233.05
3661.57	311.79
2897.21	373.41
2199.62	421.24
1763.62	448.95
1423.62	457.89
853.62	453.04
153.18	418.61
-738.10	328.34
-1937.55	141.92
-2676.52	0.00

### 5. Shear Force Capacity Check ( End )

Applied Shear Strength	$V_{Ed}$	= 157.680 kN (Load Combination )
Shear Ratio by Conc	$V_{Ed}/V_{Rdc}$	= 157.680 / 170.490 = 0.925
Shear Ratio by ( $V_{Rds}$ ; $V_{Rdmax}$ )	$V_{Ed}/V_{Rds}$	= 157.680 / 341.672 = 0.461
Shear Ratio	$V_{Ed}/V_{Rd}$	= 0.998 < 1.000 ..... O.K
	(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00226 m <sup>2</sup> /m, 2-P12 @100)	


### 6. Shear Force Capacity Check ( Middle )

Applied Shear Strength	$V_{Ed}$	= 80.5100 kN (Load Combination )
Shear Ratio by Conc	$V_{Ed}/V_{Rdc}$	= 80.5100 / 182.012 = 0.442
Shear Ratio by ( $V_{Rds}$ ; $V_{Rdmax}$ )	$V_{Ed}/V_{Rds}$	= 80.5100 / 0.00000 = 0.000
Shear Ratio	$V_{Ed}/V_{Rd}$	= 0.983 < 1.000 ..... O.K
	(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00226 m <sup>2</sup> /m, 2-P12 @100)	

### 7. Serviceability : Stress Limit Check

	Load Combination No.	Stress(s)	Allowable Stress(sa)	Stress Ratio(s/sa)
Concrete (Tensile)	35	0.00	3326.19	0.0000
Concrete (Compression)	35	9700.03	19200.00	0.5052
Rebar	35	26146.52	360000.00	0.0726
Check Linear Creep	37	9027.78	14400.00	Linear Creep

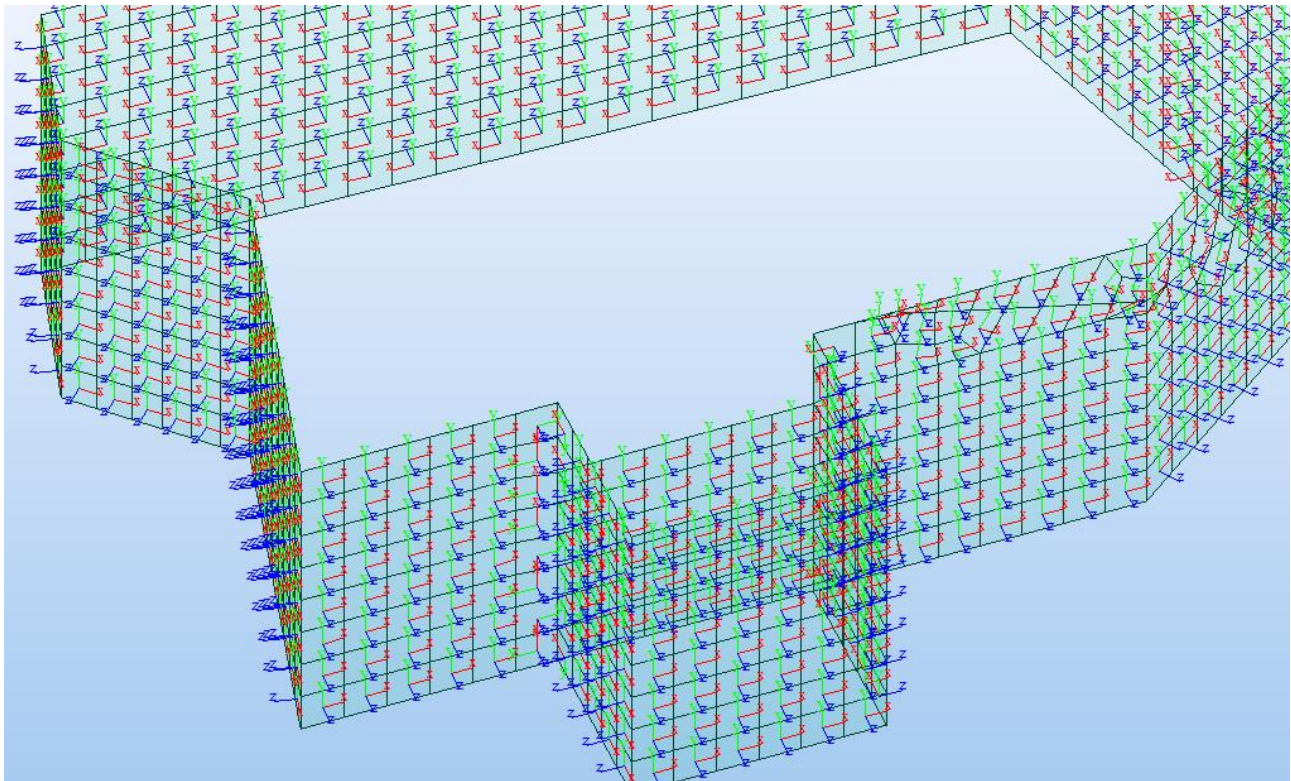


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	109
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

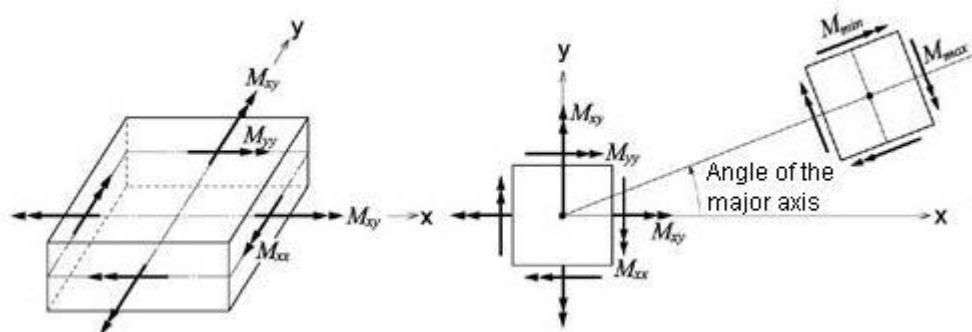
## 6.10 INVILUPPI E VERIFICHE PARETI TORRINO

### 6.10.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono le pareti del torrino:



Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni flessionali:





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	110
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

Si riporta in seguito l’inviluppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:

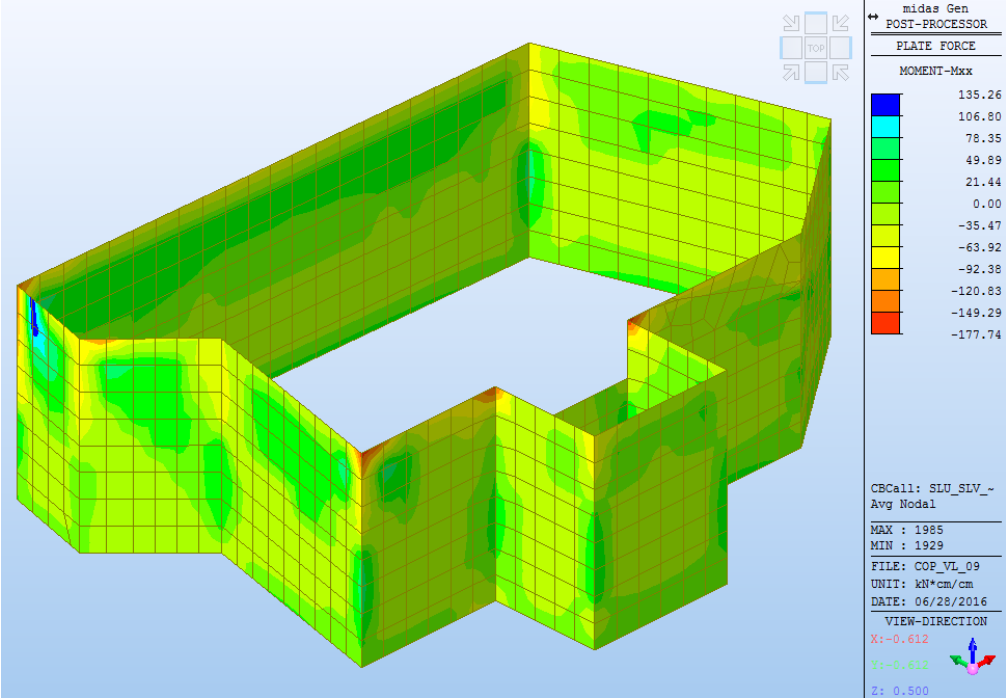


Figura 77. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Inviluppo Momenti Mxx SLU e SLV Pareti Torino

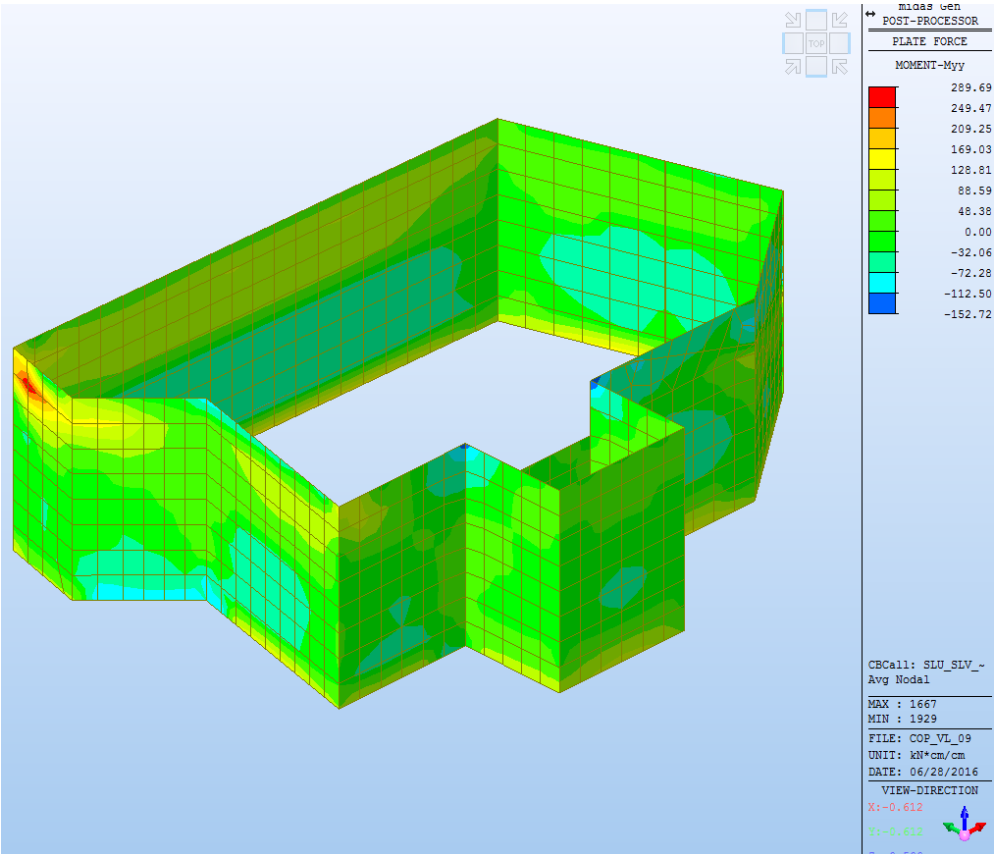



Figura 78. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – Inviluppo Momenti Myy SLU e SLV Pareti Torino



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	111	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura orizzontale composta da 1 + 1 $\phi$ 14/20 in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	7.7	5
2	7.7	75

**Sollecitazioni**  
S.L.U.

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

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

**Tipo rottura**  
Lato acciaio - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C35/45  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{cl}$  2.257

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.192 ‰  
 $\epsilon_s$  67.5 ‰  
d 75 cm  
x 3.386 x/d 0.04515  
 $\delta$  0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
   
L<sub>0</sub>  cm   
☐ Precompresso

Si prevede un'armatura verticale composta da 1 + 1 $\phi$ 18/20 in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	12.72	75

**Sollecitazioni**  
S.L.U.

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C35/45  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{cl}$  2.257

M<sub>xRd</sub>  kN m  
 $\sigma_c$  -19.83 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  59.41 ‰  
d 75 cm  
x 4.173 x/d 0.05564  
 $\delta$  0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.   
   
L<sub>0</sub>  cm   
☐ Precompresso

La verifica a flessione è quindi soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	112	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 6.10.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

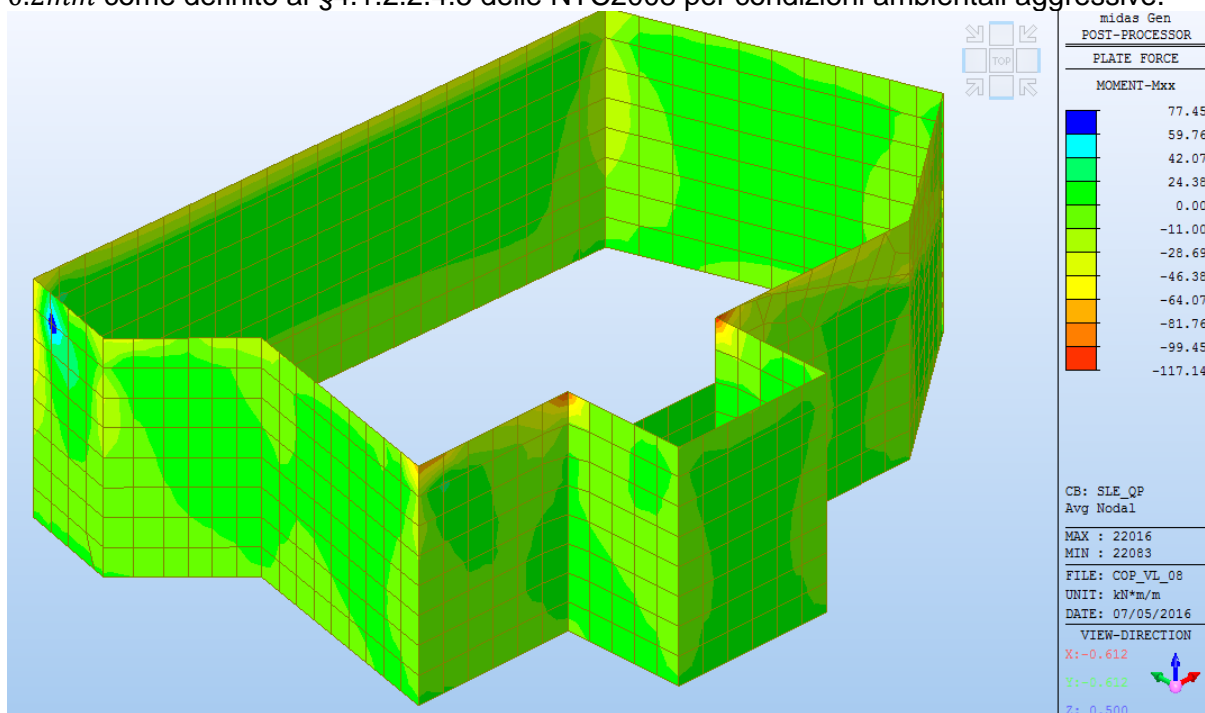


Figura 79. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione –Momenti Mxx Comb. Q.P. - Pareti Torrino

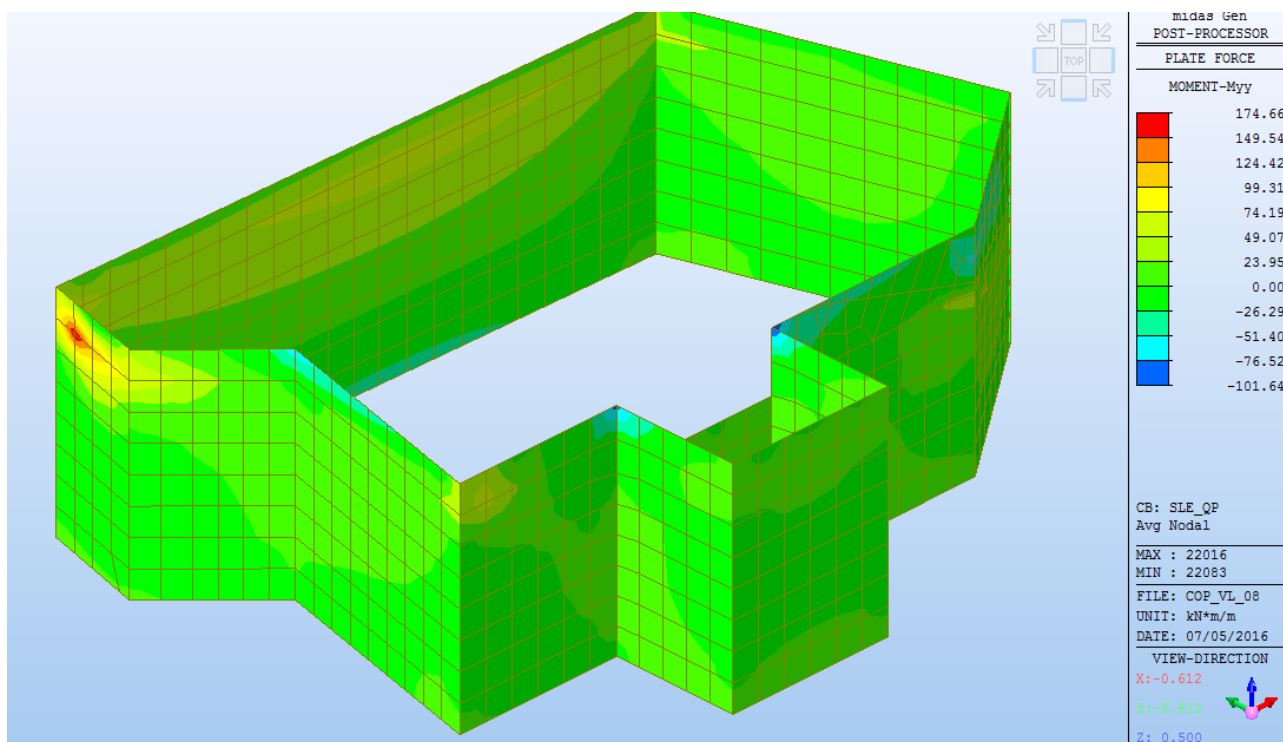



Figura 80. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione –Momenti Myy Comb. Q.P. - Pareti Torrino

Per una sezione verticale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>113</b>	<b>313</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>					

calcolate come segue:

Titolo :

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

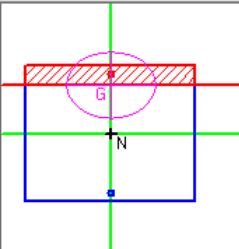
N°	As [cm²]	d [cm]
1	7.7	5
2	7.7	75

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>

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] xN  yN

Metodo di calcolo

☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. -

☒ Metodo n

Materiali

B450C C35/45

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>  ‰

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x  x/d  δ

Verifica

N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 80 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 14 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 75.3 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 35 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 45 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 43 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.21 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 34077 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 14 \text{ mm} \\
 A_s &:= 770 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 11.48 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 118.8 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.045
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 117.5 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.118 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.00655 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000346 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 499.182 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.173 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	114
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

Per una sezione orizzontale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	80	1	12.72	5
			2	12.72	75

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

N Ed  kN  
M Ed  kNm  
M yEd

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

**Materiali:** B450C C35/45  
 $\epsilon_{su}$  67.5%  $\epsilon_{c2}$  2%  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5%  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  19.83  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957%  $\sigma_{c,adm}$  13.5  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.8  
 $\tau_{c1}$  2.257

$\sigma_c$  -1.119 N/mm²  
 $\sigma_s$  72.73 N/mm²

**Verifica** N° iterazioni:

☐ Precompresso

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

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


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 80 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 18 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 75.1 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 35 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 45 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 43 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 3.21 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 34077 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 18 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1272 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 14.07 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 72.73 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.045
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 122.5 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.123 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01038 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000212 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 430.693 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.091 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	115
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

7 MODELLO COMPLESSIVO DELLA STRUTTURA

7.1 MODELLO NUMERICO

La struttura nel suo complesso è composta da diaframmi perimetrali di spessore 1.10m, da una soletta di copertura delle vasche di spessore 0.6m, dal canale ausa con soletta di fondo di spessore 1.00m e pareti divisorie di spessore 0.6m, e dal torrino e locale condotte a mare con pareti di spessore 0.8m; inoltre per il sostegno della soletta di copertura sono previsti pilastri con sezione rettangolare 2.50x0.60m con maglia di circa 12x12m. Al di sopra della soletta di copertura delle vasche sono stati inserite le strutture fuori terra descritte nei paragrafi precedenti.

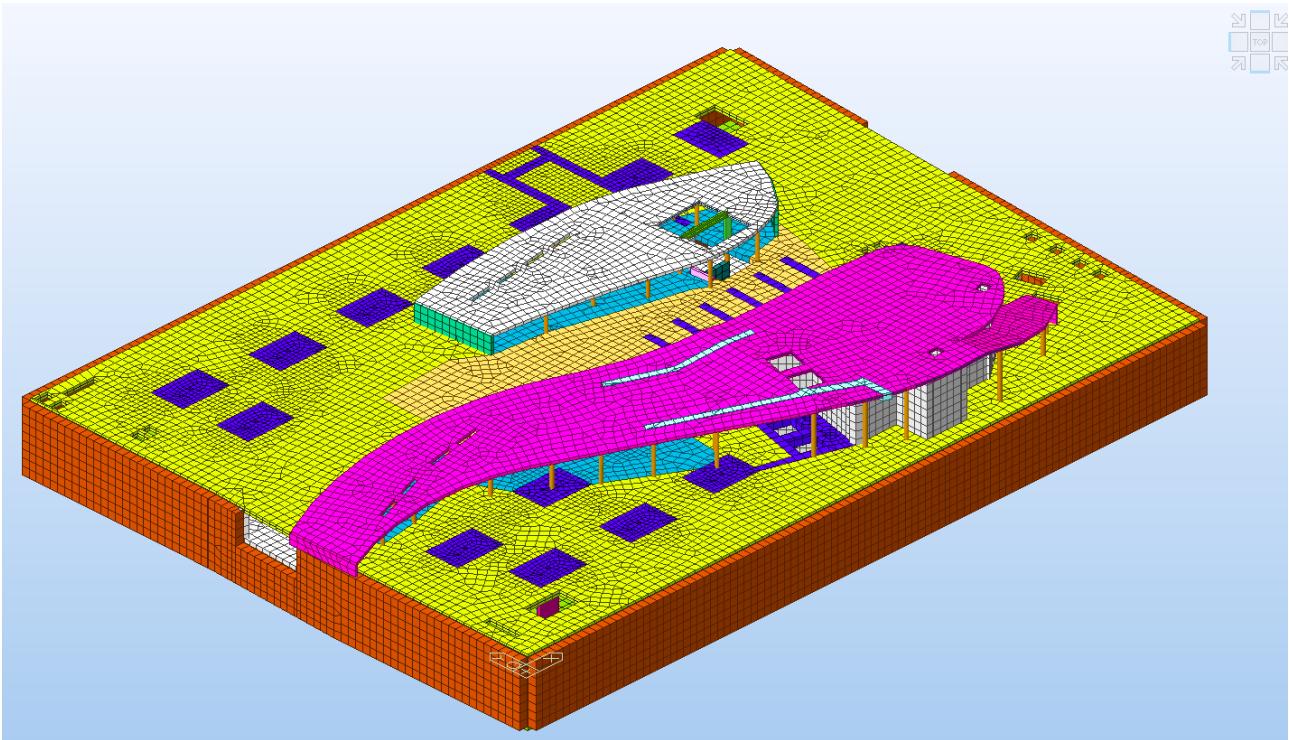



Figura 81. Modello Globale – Vista 1



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	116
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

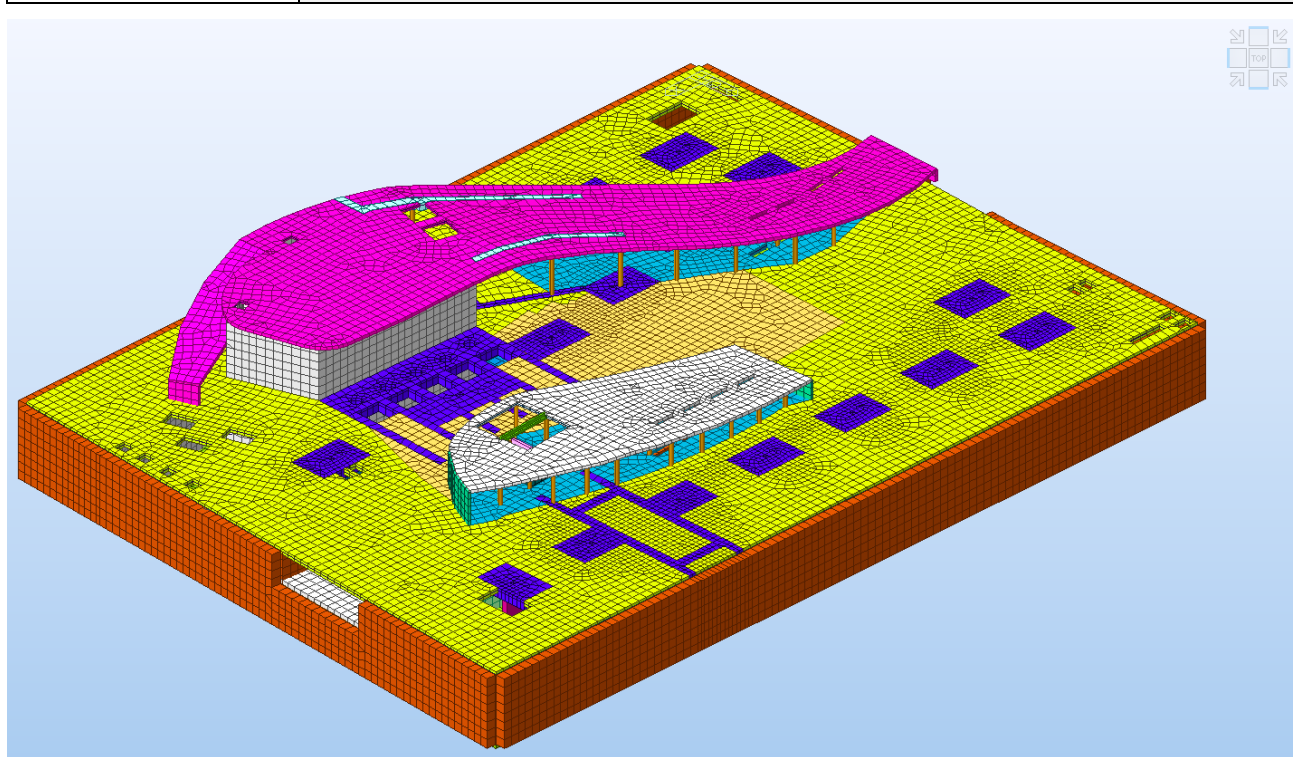


Figura 82. Modello Globale – Vista 2

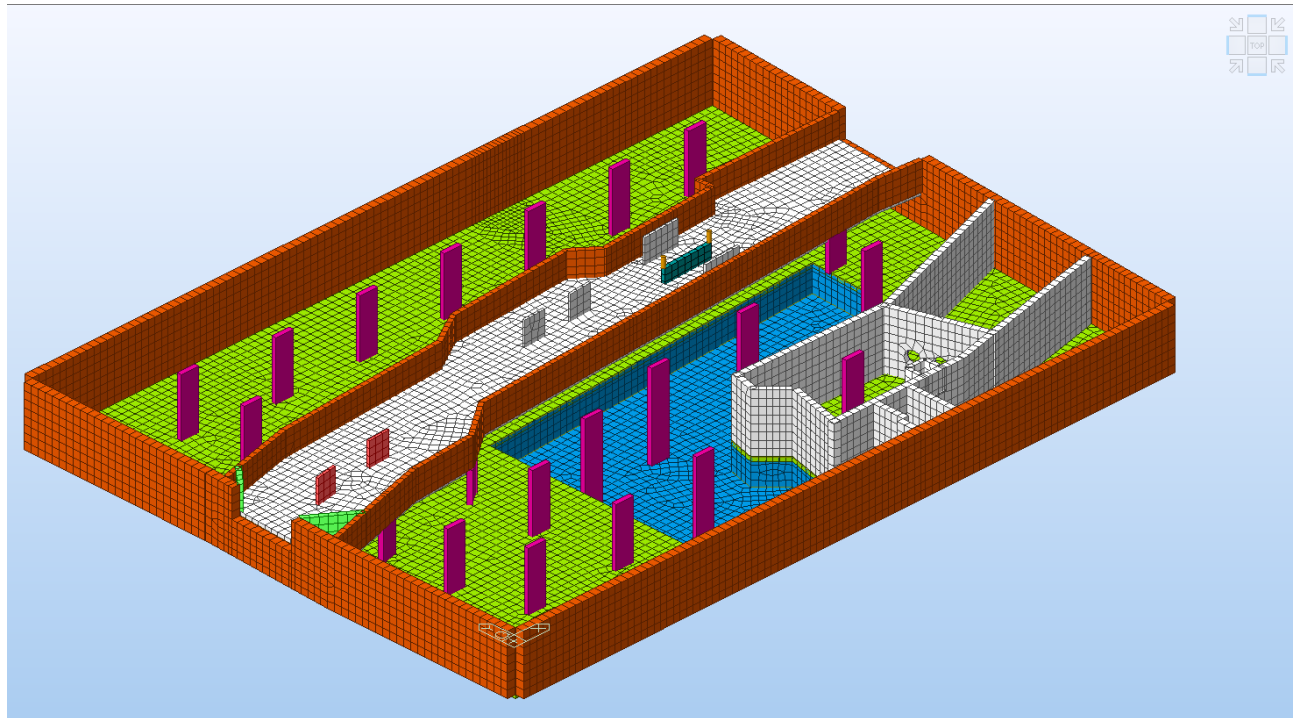



Figura 83. Modello Globale – Elementi inferiori alla quota +1.60m – Vista 1



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	117
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

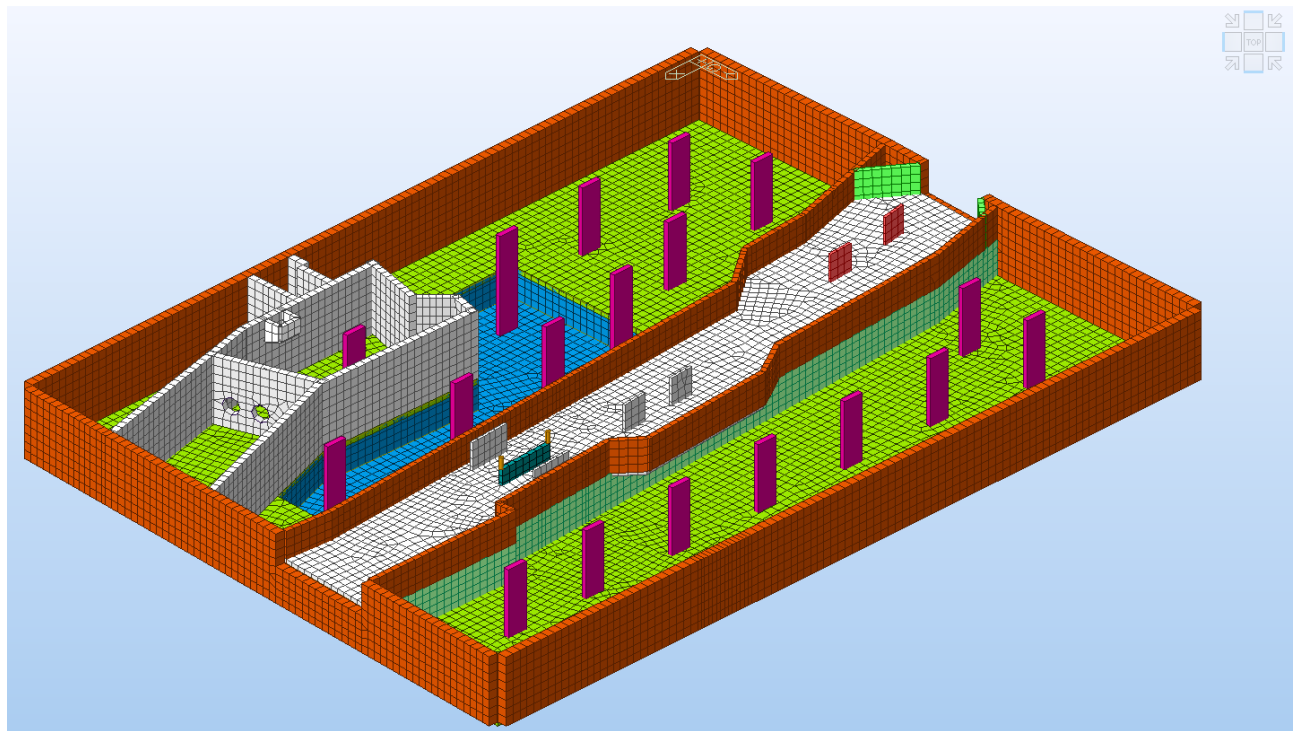


Figura 84. Modello Globale – Elementi inferiori alla quota +1.60m – Vista 2

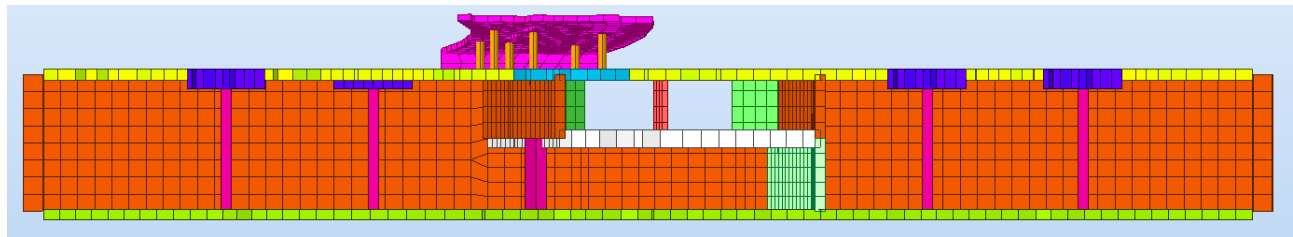


Figura 85. Modello Globale – Sezione Trasversale

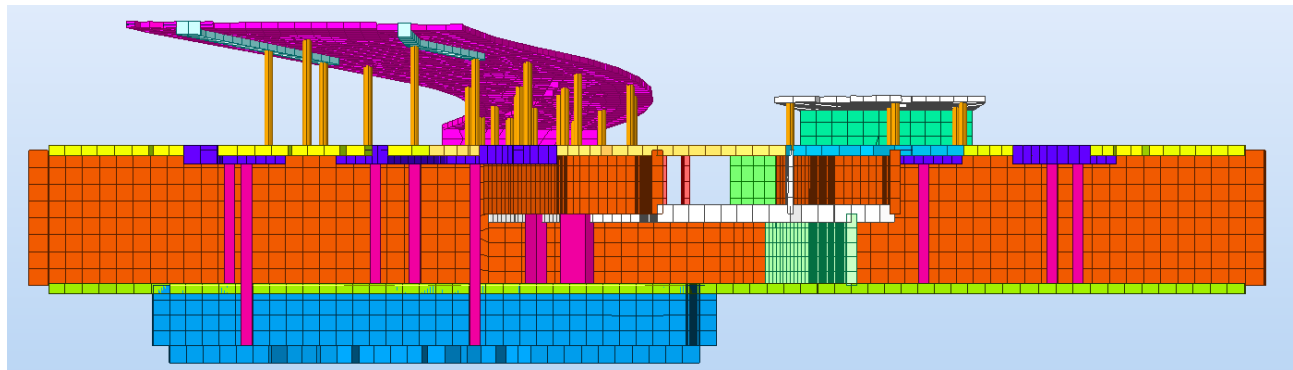



Figura 86. Modello Globale – Sezione Trasversale



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	118
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

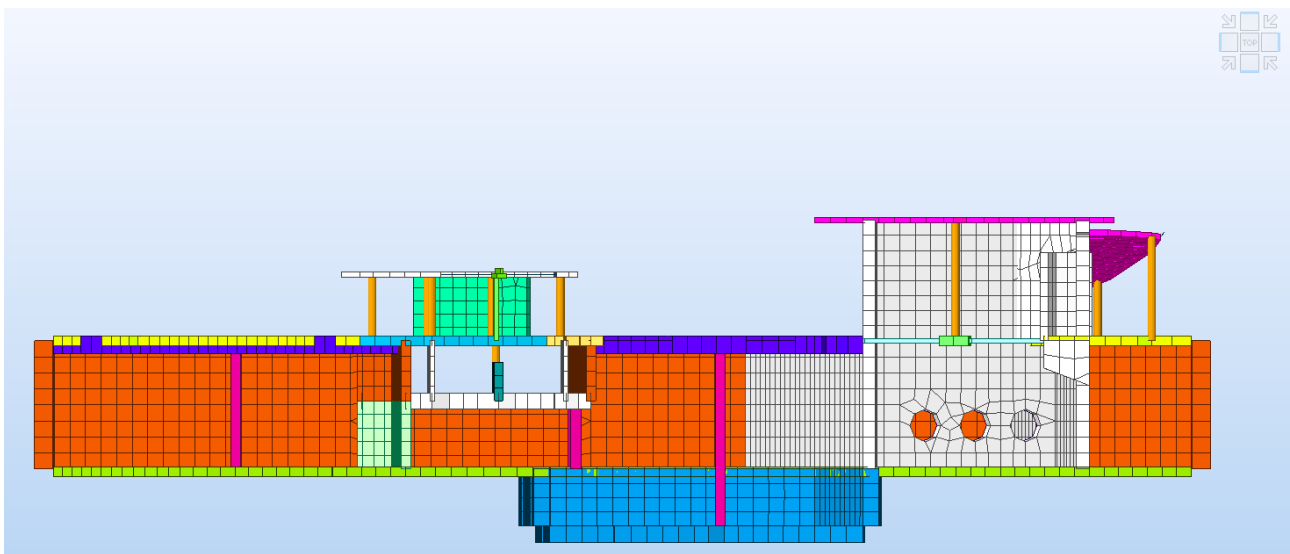


Figura 87. Modello Globale – Sezione Trasversale

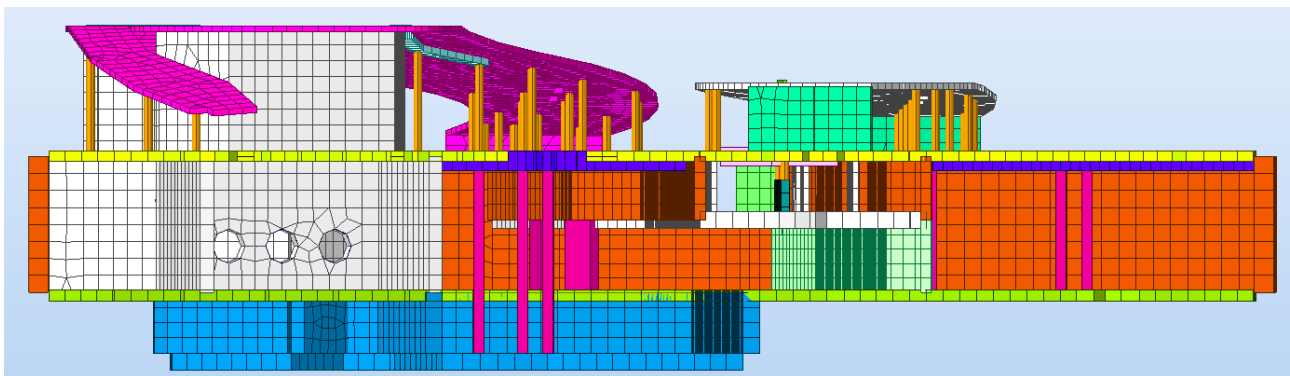


Figura 88. Modello Globale – Sezione Trasversale

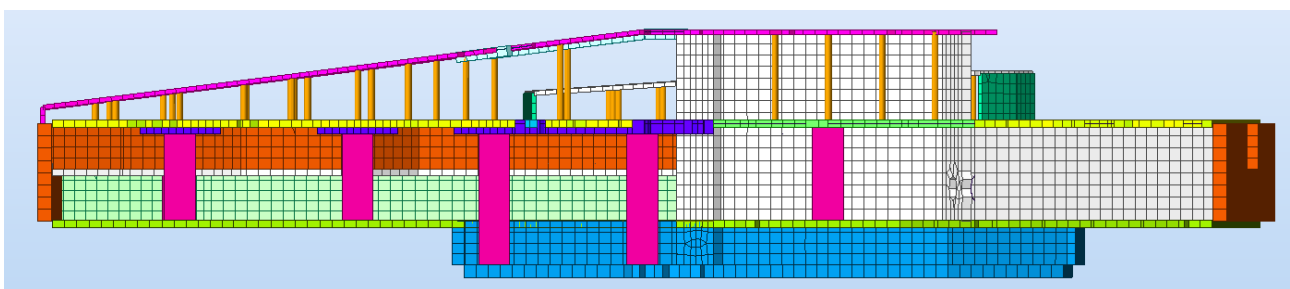


Figura 89. Modello Globale – Sezione Longitudinale

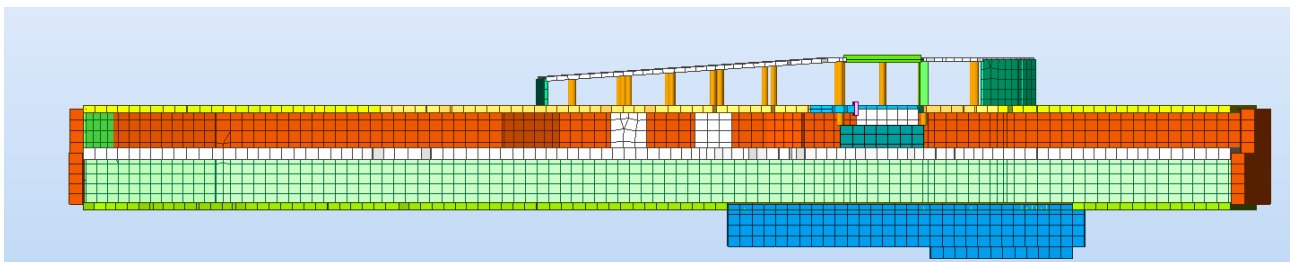



Figura 90. Modello Globale - 1.60m – Sezione Longitudinale



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	119
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

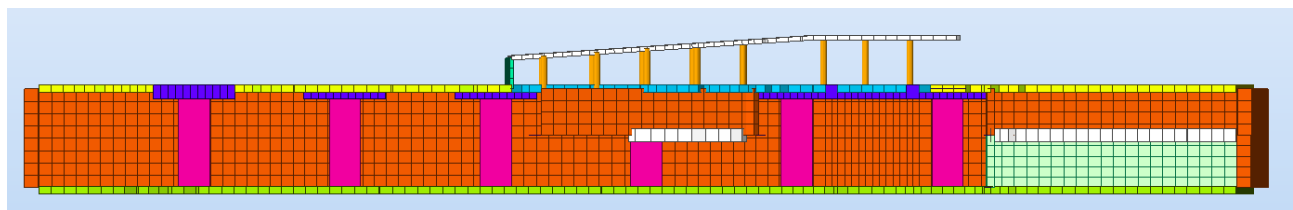


Figura 91. Modello Globale – Sezione Longitudinale

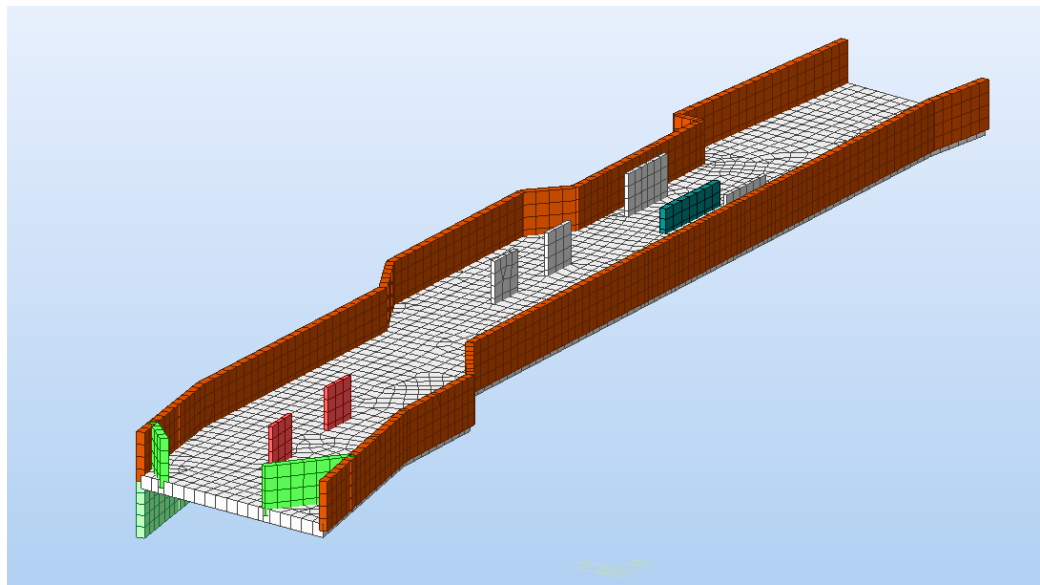


Figura 92. Modello Globale – Elementi Canale Ausa

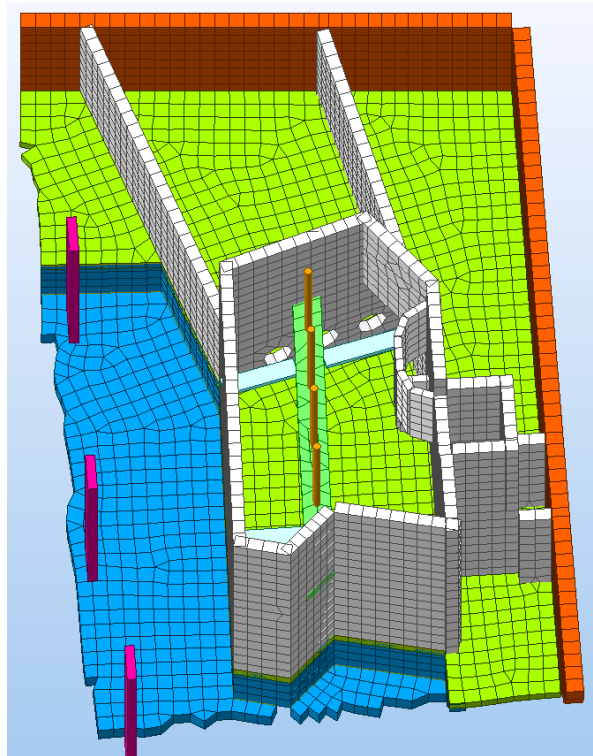
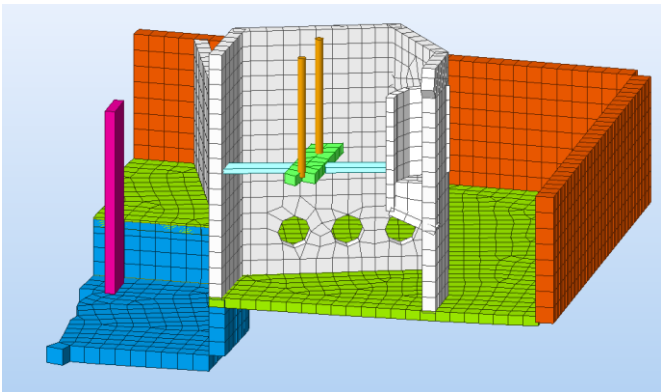



Figura 93. Modello Globale – Elementi Torino





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	120
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 7.2 AZIONI DI PROGETTO

I carichi considerati sono esposti al §4.1 della presente relazione.

Nelle figure seguenti sono evidenziati gli elementi ai quali sono stati applicati i carichi permanenti non strutturali con diverse intensità

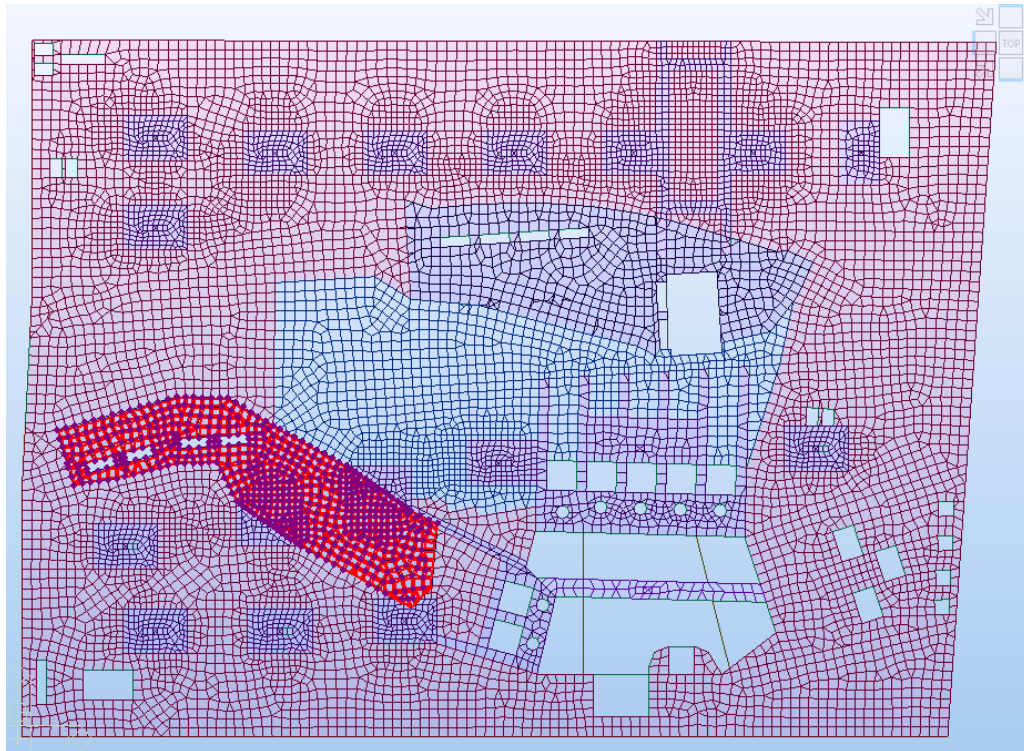


Figura 94. Soletta di copertura vasche – Carichi permanenti non strutturali: 5kPa

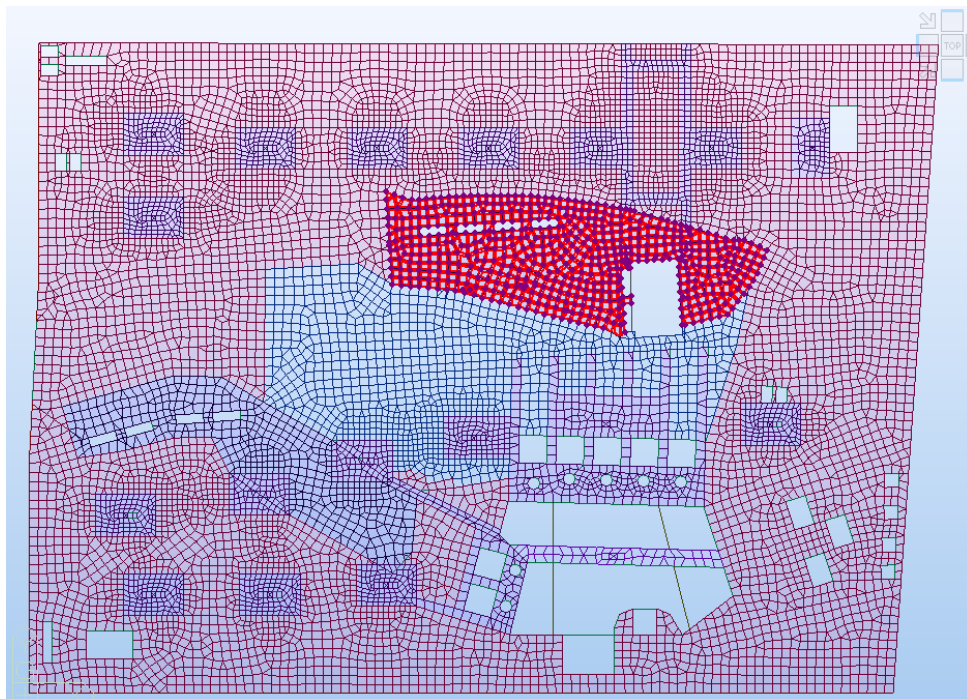



Figura 95. Soletta di copertura vasche – Carichi permanenti non strutturali: 13kPa



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	121
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

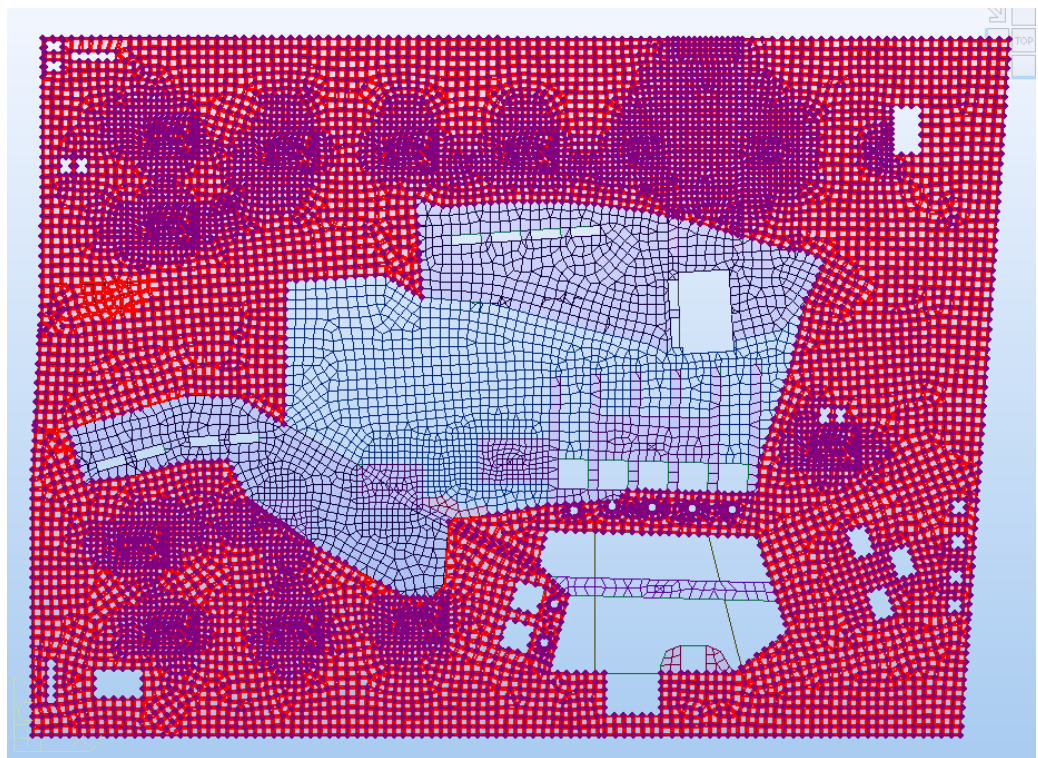


Figura 96. Soletta di copertura vasche – Carichi permanenti non strutturali: 22kPa

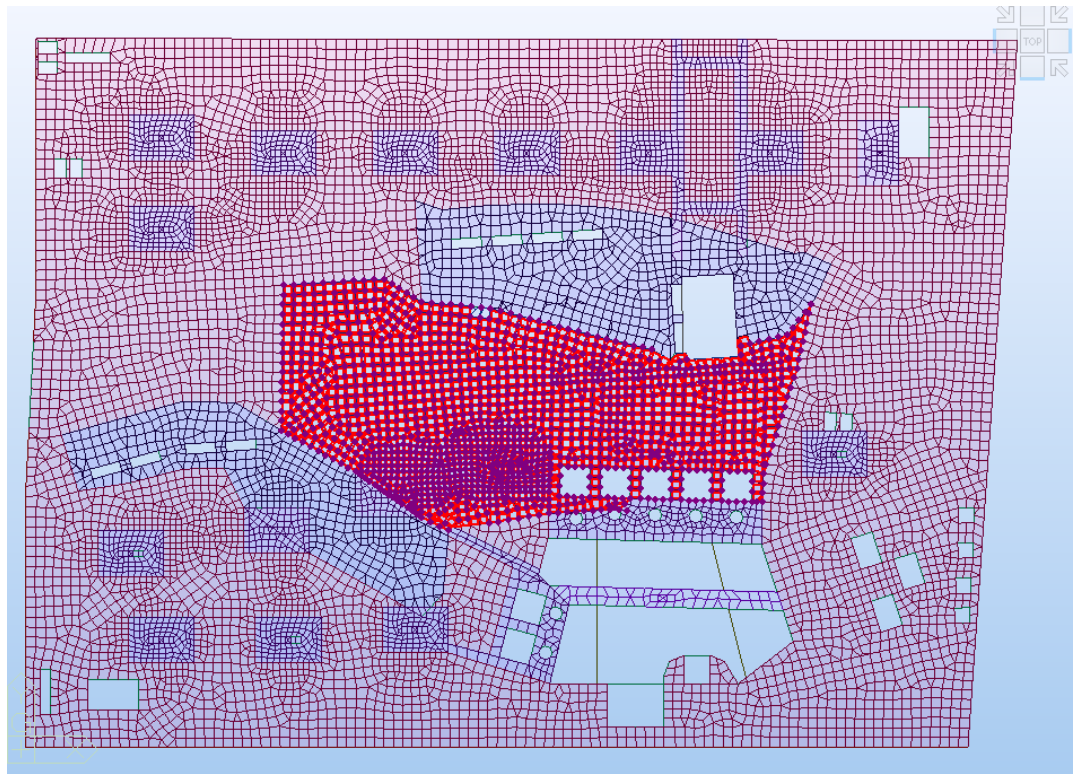



Figura 97. Soletta di copertura vasche – Carichi permanenti non strutturali: 40kPa



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	122
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Sulle solette di coperture delle strutture fuori terra sono stati considerati carichi permanenti non strutturali di intensità 8 kPa

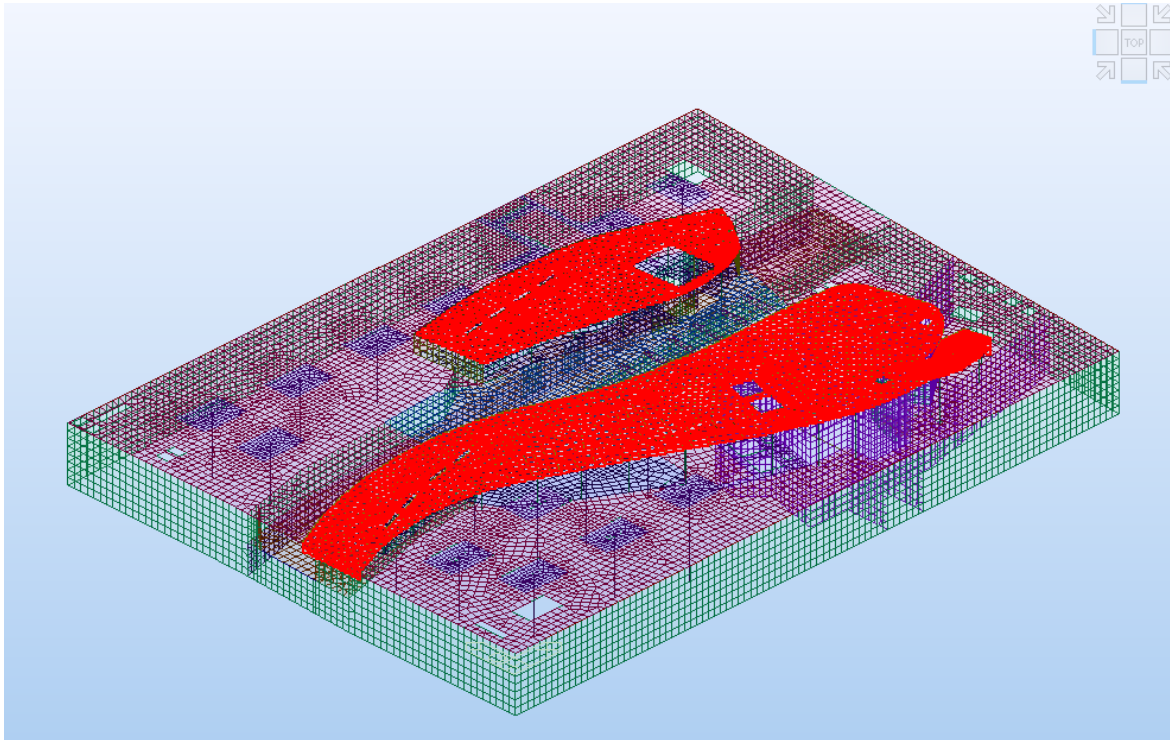


Figura 98. Modello complessivo – Solette di copertura con carichi permanenti non strutturali: 8 kPa

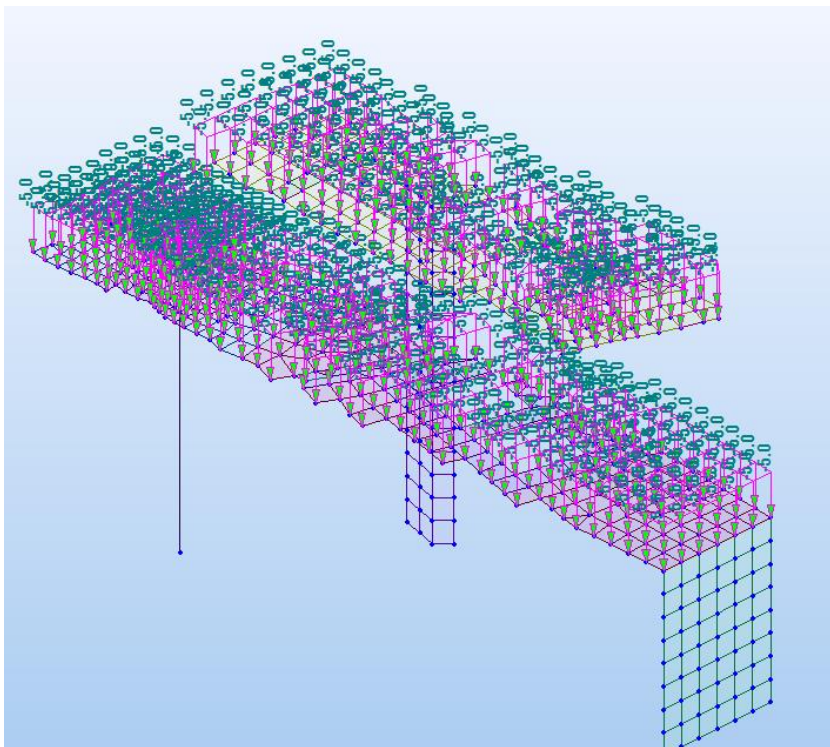



Figura 99. Particolare Modello complessivo – Carico accidentale: 5 kPa







	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	124
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

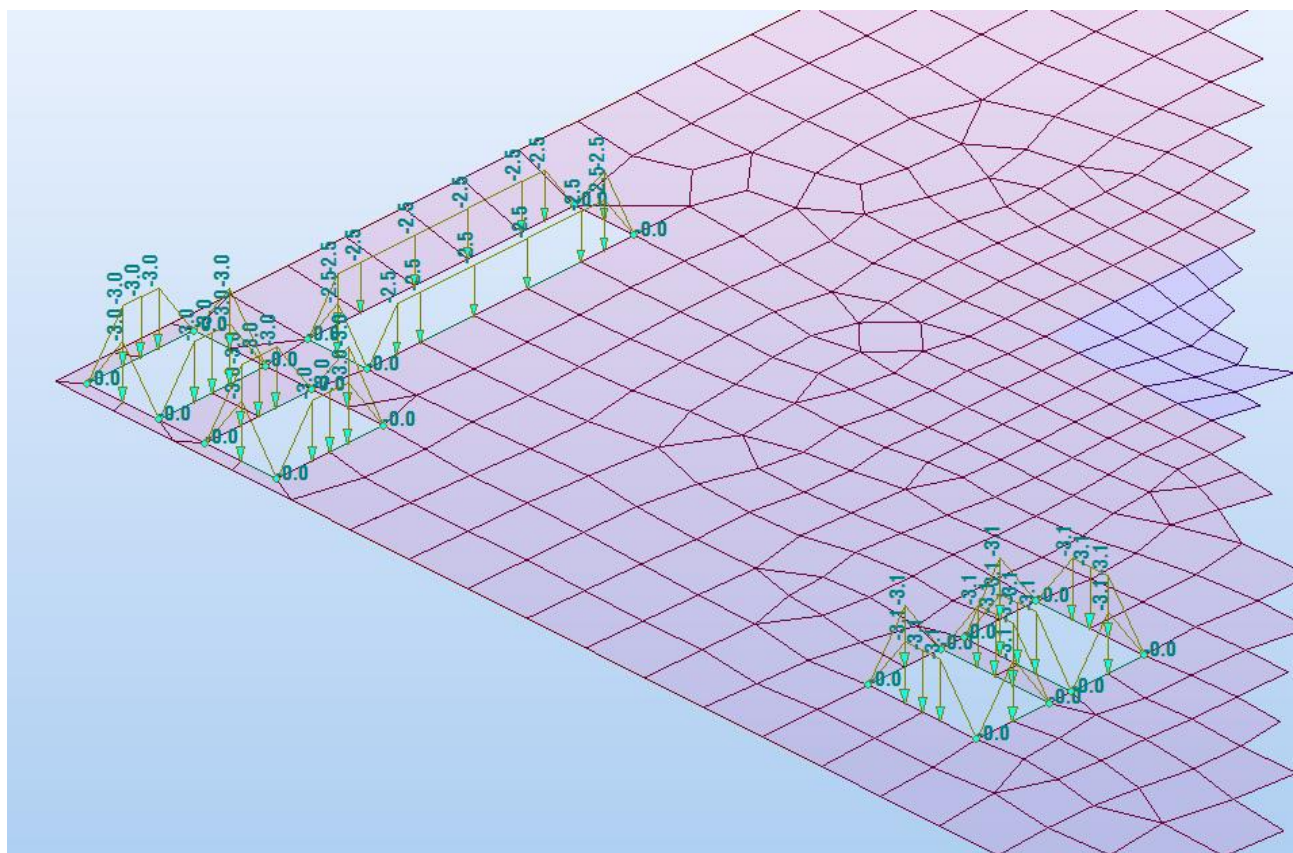

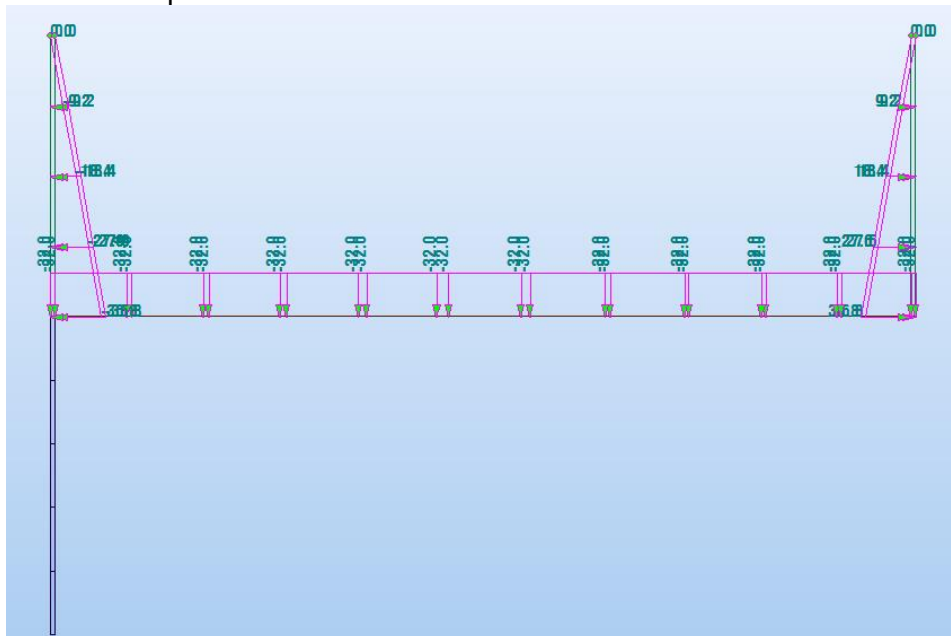


Figura 102. Particolare Modello complessivo – Carichi Lineari Botole – Qk



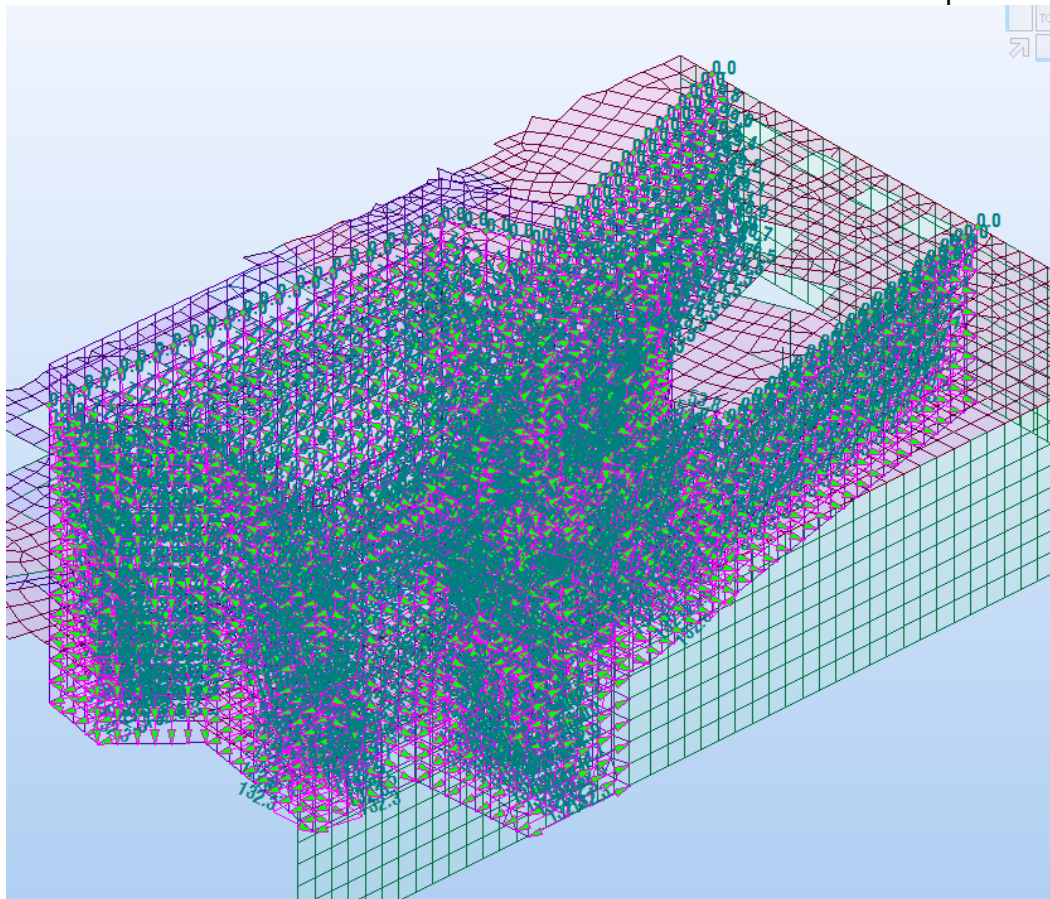
	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	125
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

E' stata considerata la spinta dell'acqua presente nel canale ausa con intensità massima pari a 32 kPa in corrispondenza del fondo del canale.




**Figura 103. Particolare Modello complessivo – Spinta dell'acqua nel canale AUSA**

E' stata considerata la spinta dell'acqua presente all'interno del torrino con intensità massima pari a 132 kPa e all'interno del locale condotte a mari con intensità massima pari a 78.5 kPa.



**Figura 104. Particolare Modello complessivo – Spinta dell'acqua nel torrino e locale condotte a mare**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	126	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

E' stata considerata la spinta dell'acqua presente all'interno della vasca di laminazione e della vasca di prima pioggia con intensità massima pari a 78.5 kPa.

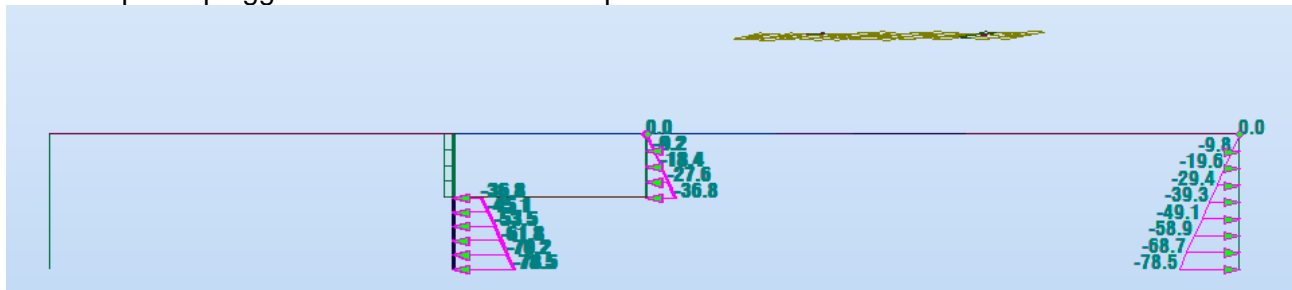


Figura 105. Sezione Trasversale Modello complessivo – Spinta dell'acqua nella vasca di laminazione

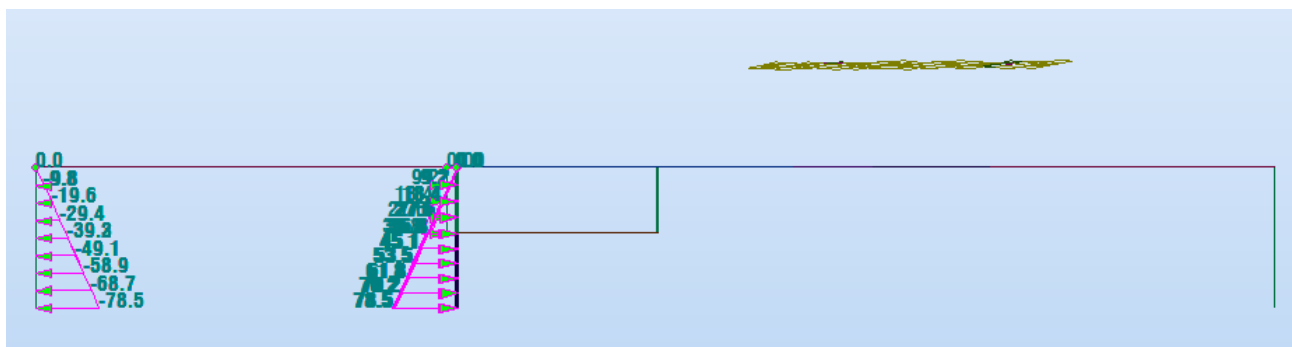


Figura 106. Sezione Trasversale Modello complessivo – Spinta dell'acqua nella prima pioggia

Su tutti i diaframmi perimetrali è stato considerata la spinta del terreno esterna

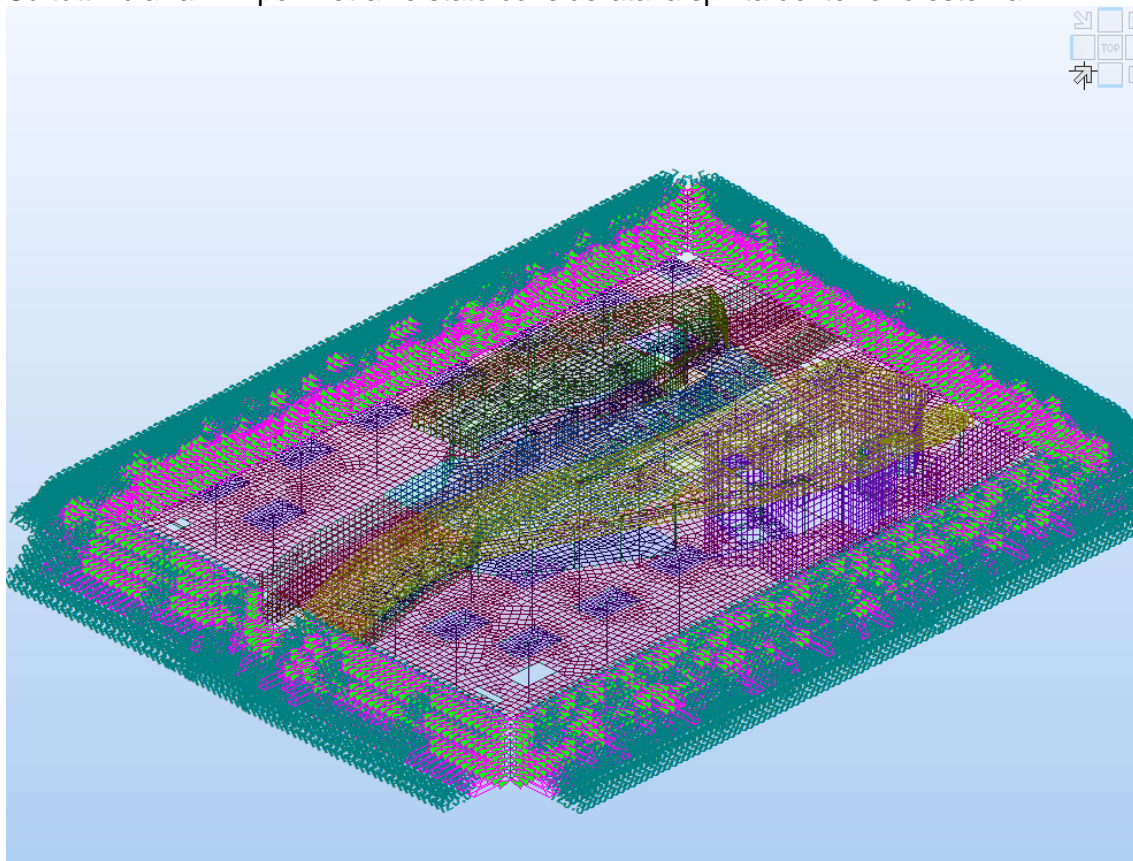



Figura 107. Modello complessivo – Spinta del terreno



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	127
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Il peso delle pompe è stato assegnato considerando cautelativamente le pompe piene d'acqua, con peso complessivo 360 kN cadauna.

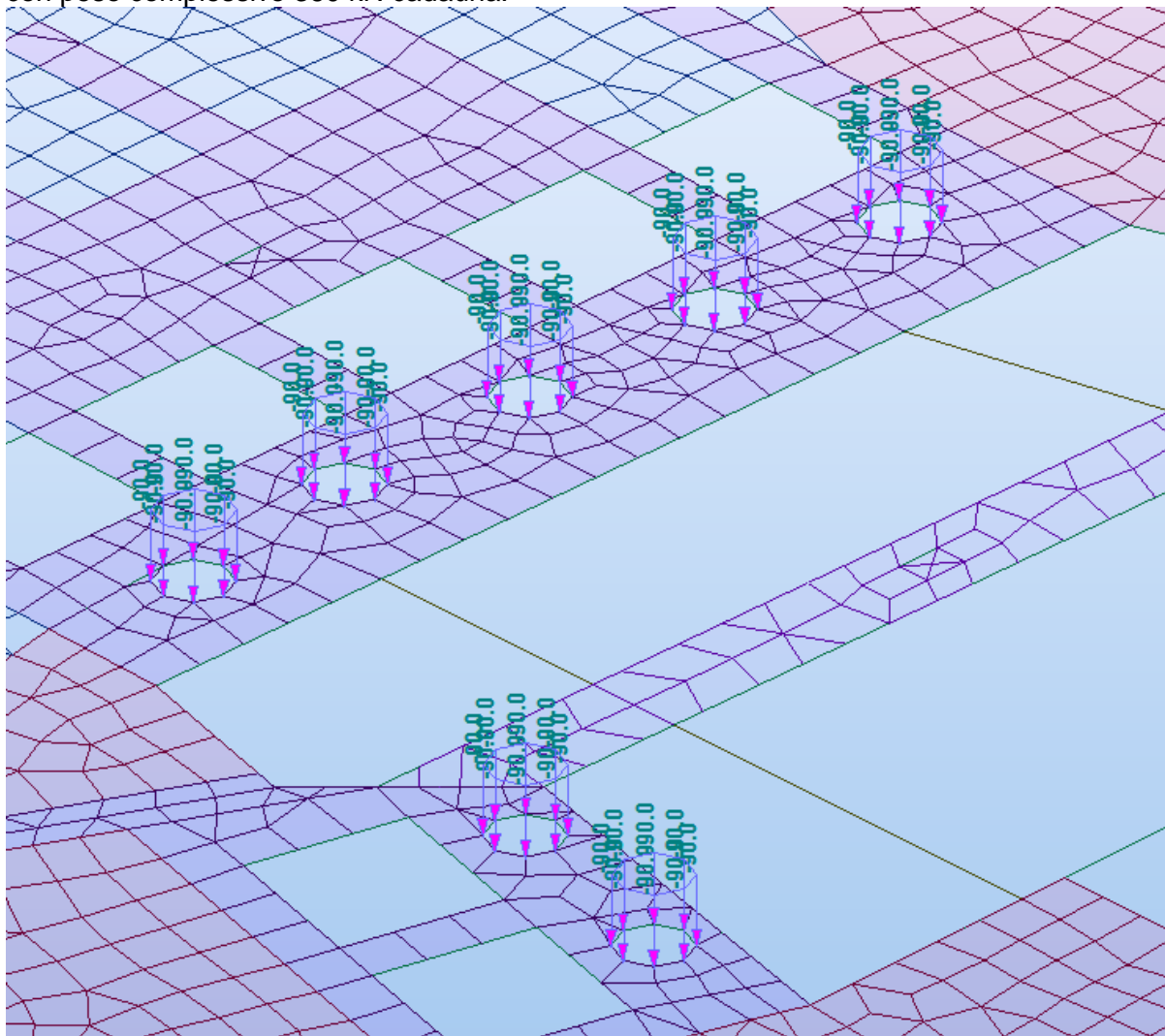



Figura 108. Modello complessivo – Peso delle pompe



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>128</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Come descritto al paragrafo 1.5.5 della presente relazione i parametri assunti per la definizione dell'azione sono i seguenti:


Zona Sismica: 2  
Sito di costruzione: Rimini Piazzale Kennedy  
Lat. 44.067514 Long.12.581761Contenuto tra  
ID reticolo: 18746 18968 18745 18967

Vita Nominale 50 anni  
Classe d'uso: III ( $C_U=1.5$ )  
Periodo di riferimento  $V_R=V_N \times C_U=75$  anni  
Categoria di suolo fondazione C  
Categoria topografica T1  
Fattore di struttura 1

TCC: Tipo di combinazione di carico  
SLO: Stato limite di operatività  
SLD: Stato limite di danno  
SLV: Stato limite di salvaguardia della vita  
Ag: Accelerazione orizzontale massima al sito [g]  
F0: Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale  
TC\*: Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale

<b>TCC</b>	<b><math>T_R</math></b>	<b>Ag</b>	<b>F0</b>	<b>TC*</b>	<b><math>S_s</math></b>	<b><math>C_c</math></b>
SLO	45	0.0607	2.51	0.28	1.50	1.60
SLD	75	0.0783	2.52	0.28	1.50	1.60
SLV	712	0.2122	2.51	0.31	1.38	1.55



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>129</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

7.3 COMBINAZIONE DELLE AZIONI

Valori dei coefficienti di combinazione:

CATEGORIA/AZIONE VARIABILE	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Variabili – Cat. C	0.7	0.7	0.6
Spinta Idrostatica	1.0	0.0	0.0

Valori dei coefficienti parziali:


	$\gamma$ F favorevole	$\gamma$ F sfavorevole
CARICHI PERMANENTI	1	1.3
CARICHI PERMANENTI NON STRUTTURALI	0	1.5
CARICHI VARIABILI	0	1.5

Le combinazioni di carico considerate sono le seguenti:

-----  
DESIGN TYPE : Concrete Design  
-----


LIST OF LOAD COMBINATIONS					
NUM	NAME	ACTIVE LOADCASE (FACTOR) +	TYPE	LOADCASE (FACTOR) +	LOADCASE (FACTOR)
1	SLU_NOAcq	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + POMPE ( 1.500 ) +	Add	G2 ( 1.500 ) + SpintaTerr ( 1.500 )	Qk ( 1.500 )
2	SLU_AcqAusa	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + Spinta Acq Canale ( 1.500 ) +	Add	G2 ( 1.500 ) + POMPE ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) SpintaTerr ( 1.500 )
3	SLU_AcqAusaPP	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + Spinta Acq Canale ( 1.500 ) + SpintaTerr ( 1.500 )	Add	G2 ( 1.500 ) + Acq V PP ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) POMPE ( 1.500 )
4	SLU_AcqAusaVL	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + Spinta Acq Canale ( 1.500 ) + SpintaTerr ( 1.500 )	Add	G2 ( 1.500 ) + Acq V Laminaz ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) POMPE ( 1.500 )
5	SLU_AcqPP	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + Acq V PP ( 1.500 ) +	Add	G2 ( 1.500 ) + POMPE ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) SpintaTerr ( 1.500 )
6	SLU_AcqVL	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + Acq V Laminaz ( 1.500 ) +	Add	G2 ( 1.500 ) + POMPE ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) SpintaTerr ( 1.500 )
7	SLU_AcqTor	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + AcqTorrino ( 1.500 ) +	Add	G2 ( 1.500 ) + POMPE ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) SpintaTerr ( 1.500 )
8	SLU_AcqTutte	Strength/Stress G1 ( 1.300 ) + Spinta Acq Canale ( 1.500 ) + SpintaTerr ( 1.500 ) +	Add	G2 ( 1.500 ) + Acq V Laminaz ( 1.500 ) + Acq V PP ( 1.500 ) +	Qk ( 1.500 ) POMPE ( 1.500 ) AcqTorrino ( 1.500 )
9	SLU_Env	Strength/Stress SLU_NOAcq ( 1.000 ) + SLU_AcqAusaVL ( 1.000 ) + SLU_AcqTor ( 1.000 ) +	Envelope	SLU_AcqAusa ( 1.000 ) + SLU_AcqPP ( 1.000 ) + SLU_AcqTutte ( 1.000 )	SLU_AcqAusaPP ( 1.000 ) SLU_AcqVL ( 1.000 )
10	SLE_QP	Serviceability G1 ( 1.000 ) + SpintaTerr ( 1.000 ) +	Add	G2 ( 1.000 ) + Qk ( 0.600 )	POMPE ( 1.000 )
11	SLV01	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + SpintaTerr ( 1.000 ) + SLV-X ( 1.000 ) +	Add	G2 ( 1.000 ) + Qk ( 0.600 ) + SLV-Y ( 0.300 ) +	POMPE ( 1.000 ) SLV-X ( 1.000 ) SLV-Y ( 0.300 )
12	SLV02	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + SpintaTerr ( 1.000 ) + SLV-X (-1.000 ) +	Add	G2 ( 1.000 ) + Qk ( 0.600 ) + SLV-Y ( 0.300 ) +	POMPE ( 1.000 ) SLV-X ( 1.000 ) SLV-Y (-0.300 )
13	SLV03	Strength/Stress G1 ( 1.000 ) + SpintaTerr ( 1.000 ) + SLV-X ( 1.000 ) +	Add	G2 ( 1.000 ) + Qk ( 0.600 ) + SLV-Y (-0.300 ) +	POMPE ( 1.000 ) SLV-X ( 1.000 ) SLV-Y (-0.300 )
14	SLV04	Strength/Stress	Add		



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>130</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>				


		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X ( 1.000)
+		SLV-X(-1.000) +	SLV-Y(-0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
-----				
15	SLV05	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +	SLV-X ( 0.300) +	SLV-X ( 0.300)
-----				
16	SLV06	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y(-1.000) +	SLV-X ( 0.300) +	SLV-X(-0.300)
-----				
17	SLV07	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +	SLV-X(-0.300) +	SLV-X(-0.300)
-----				
18	SLV08	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y(-1.000) +	SLV-X(-0.300) +	SLV-X ( 0.300)
-----				
19	SLV09	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X ( 1.000)
+		SLV-X ( 1.000) +	SLV-Y ( 0.300) +	SLV-Y(-0.300)
-----				
20	SLV10	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X ( 1.000)
+		SLV-X(-1.000) +	SLV-Y ( 0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
-----				
21	SLV11	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X ( 1.000)
+		SLV-X ( 1.000) +	SLV-Y(-0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
-----				
22	SLV12	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X ( 1.000)
+		SLV-X(-1.000) +	SLV-Y(-0.300) +	SLV-Y(-0.300)
-----				
23	SLV13	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +	SLV-X ( 0.300) +	SLV-X(-0.300)
-----				
24	SLV14	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y(-1.000) +	SLV-X ( 0.300) +	SLV-X ( 0.300)
-----				
25	SLV15	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +	SLV-X(-0.300) +	SLV-X ( 0.300)
-----				
26	SLV16	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y ( 1.000)
+		SLV-Y(-1.000) +	SLV-X(-0.300) +	SLV-X(-0.300)
-----				
27	SLV17	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X(-1.000)
+		SLV-X(-1.000) +	SLV-Y(-0.300) +	SLV-Y(-0.300)
-----				
28	SLV18	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X(-1.000)
+		SLV-X ( 1.000) +	SLV-Y(-0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
-----				
29	SLV19	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X(-1.000)
+		SLV-X(-1.000) +	SLV-Y ( 0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
-----				
30	SLV20	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-X(-1.000)
+		SLV-X ( 1.000) +	SLV-Y ( 0.300) +	SLV-Y(-0.300)
-----				
31	SLV21	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y(-1.000)
+		SLV-Y(-1.000) +	SLV-X(-0.300) +	SLV-X(-0.300)
-----				
32	SLV22	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y(-1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +	SLV-X(-0.300) +	SLV-X ( 0.300)
-----				
33	SLV23	Strength/Stress	Add	
		G1 ( 1.000) +	G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr( 1.000) +	Qk ( 0.600) +	SLV-Y(-1.000)
+		SLV-Y(-1.000) +	SLV-X ( 0.300) +	SLV-X ( 0.300)



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>131</b>	<b>313</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>					

34	SLV24	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-Y (-1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +		SLV-X ( 0.300) +	SLV-X (-0.300)
35	SLV25	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-X (-1.000)
+		SLV-X (-1.000) +		SLV-Y (-0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
36	SLV26	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-X (-1.000)
+		SLV-X ( 1.000) +		SLV-Y (-0.300) +	SLV-Y (-0.300)
37	SLV27	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-X (-1.000)
+		SLV-X (-1.000) +		SLV-Y ( 0.300) +	SLV-Y (-0.300)
38	SLV28	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-X (-1.000)
+		SLV-X ( 1.000) +		SLV-Y ( 0.300) +	SLV-Y ( 0.300)
39	SLV29	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-Y (-1.000)
+		SLV-Y (-1.000) +		SLV-X (-0.300) +	SLV-X ( 0.300)
40	SLV30	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-Y (-1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +		SLV-X (-0.300) +	SLV-X (-0.300)
41	SLV31	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-Y (-1.000)
+		SLV-Y (-1.000) +		SLV-X ( 0.300) +	SLV-X (-0.300)
42	SLV32	Strength/Stress	Add		
		G1 ( 1.000) +		G2 ( 1.000) +	POMPE ( 1.000)
+		SpintaTerr ( 1.000) +		Qk ( 0.600) +	SLV-Y (-1.000)
+		SLV-Y ( 1.000) +		SLV-X ( 0.300) +	SLV-X ( 0.300)
43	SLU_SLV_ENV	Strength/Stress	Envelope		
		SLU_NOAcq ( 1.000) +	SLU_AcqAusa ( 1.000) +	SLU_AcqAusaPP ( 1.000)	
+		SLU_AcqAusaVL ( 1.000) +	SLU_AcqPP ( 1.000) +	SLU_AcqVL ( 1.000)	
+		SLU_AcqTor ( 1.000) +	SLU_AcqTutte ( 1.000) +	SLV01 ( 1.000)	
+		SLV02 ( 1.000) +	SLV03 ( 1.000) +	SLV04 ( 1.000)	
+		SLV05 ( 1.000) +	SLV06 ( 1.000) +	SLV07 ( 1.000)	
+		SLV08 ( 1.000) +	SLV09 ( 1.000) +	SLV10 ( 1.000)	
+		SLV11 ( 1.000) +	SLV12 ( 1.000) +	SLV13 ( 1.000)	
+		SLV14 ( 1.000) +	SLV15 ( 1.000) +	SLV16 ( 1.000)	
+		SLV17 ( 1.000) +	SLV18 ( 1.000) +	SLV19 ( 1.000)	
+		SLV20 ( 1.000) +	SLV21 ( 1.000) +	SLV22 ( 1.000)	
+		SLV23 ( 1.000) +	SLV24 ( 1.000) +	SLV25 ( 1.000)	
+		SLV26 ( 1.000) +	SLV27 ( 1.000) +	SLV28 ( 1.000)	
+		SLV29 ( 1.000) +	SLV30 ( 1.000) +	SLV31 ( 1.000)	
+		SLV32 ( 1.000)			




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>132</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
<b>313</b>				

## 7.4 RISPOSTA MODALE

In seguito si riportano i risultati dell'analisi modale:

EIGENVALUE ANALYSIS									
Mode No	Frequency (rad/sec)	Frequency (cycle/sec)	Period (sec)	Tolerance					
1	32.1812	5.1218	0.1952	0.00E+00					
2	34.4652	5.4853	0.1823	0.00E+00					
3	41.1057	6.5422	0.1529	0.00E+00					
4	41.8608	6.6624	0.1501	0.00E+00					
5	44.1321	7.0238	0.1424	0.00E+00					
6	45.55	7.2495	0.1379	0.00E+00					
7	46.5416	7.4073	0.135	0.00E+00					
8	49.0977	7.8141	0.128	0.00E+00					
9	52.3561	8.3327	0.12	0.00E+00					
10	54.2292	8.6308	0.1159	0.00E+00					
11	56.2882	8.9585	0.1116	0.00E+00					
12	57.4033	9.136	0.1095	0.00E+00					
13	59.5331	9.475	0.1055	0.00E+00					
14	62.1999	9.8994	0.101	0.00E+00					
15	63.292	10.0732	0.0993	0.00E+00					
16	63.7742	10.15	0.0985	0.00E+00					
17	66.5282	10.5883	0.0944	0.00E+00					
18	66.7541	10.6243	0.0941	0.00E+00					
19	73.0825	11.6314	0.086	0.00E+00					
20	74.1497	11.8013	0.0847	0.00E+00					
21	76.7665	12.2178	0.0818	0.00E+00					
22	78.6301	12.5144	0.0799	0.00E+00					
23	82.9856	13.2076	0.0757	0.00E+00					
24	84.1323	13.3901	0.0747	0.00E+00					
25	89.7767	14.2884	0.07	0.00E+00					
26	93.876	14.9408	0.0669	0.00E+00					
27	98.8845	15.738	0.0635	0.00E+00					
28	104.209	16.5854	0.0603	0.00E+00					
29	113.4145	18.0505	0.0554	0.00E+00					
30	127.704	20.3247	0.0492	0.00E+00					
31	136.7816	21.7695	0.0459	0.00E+00					
32	139.0508	22.1306	0.0452	0.00E+00					
33	170.1764	27.0844	0.0369	0.00E+00					
34	172.4407	27.4448	0.0364	0.00E+00					
35	221.0765	35.1854	0.0284	0.00E+00					
36	240.0874	38.2111	0.0262	0.00E+00					
37	329.9011	52.5054	0.019	0.00E+00					
38	347.2956	55.2738	0.0181	0.00E+00					
39	579.1258	92.1707	0.0108	0.00E+00					
40	596.8398	94.99	0.0105	0.00E+00					






RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
11300273776		3	133	313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

MODAL PARTICIPATION MASSES PRINTOUT													
	Mode	TRAN-X		TRAN-Y		TRAN-Z		ROTN-X		ROTN-Y		ROTN-Z	
	No	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)	MASS(%)	SUM(%)
	1	16.4533	16.4533	3.7925	3.7925	0.0136	0.0136	0.092	0.092	0.0829	0.0829	25.0278	25.0278
	2	0.1231	16.5763	0.0111	3.8036	1.0942	1.1078	0.0004	0.0923	2.0211	2.104	0.0137	25.0415
	3	2.5384	19.1147	41.1846	44.9881	0.0011	1.1088	0.0012	0.0935	0.0314	2.1354	21.3885	46.43
	4	1.8973	21.012	3.2147	48.2029	0.0052	1.114	0.002	0.0955	0.0238	2.1592	1.4317	47.8616
	5	0.1652	21.1771	0.2633	48.4661	3.1917	4.3057	0.1454	0.2408	1.2352	3.3944	0.2385	48.1001
	6	0.3659	21.543	0.3295	48.7956	5.7742	10.0799	1.7499	1.9907	0.5265	3.9209	0.2359	48.336
	7	0.0036	21.5467	1.7078	50.5034	0.1294	10.2092	1.0866	3.0773	0.0436	3.9645	1.0857	49.4217
	8	0.1328	21.6795	0.176	50.6794	2.1408	12.35	0.1203	3.1977	6.8295	10.794	0.1082	49.5299
	9	0.4576	22.1371	0.2695	50.949	0.5634	12.9134	0.1941	3.3918	0.2828	11.0768	0.2069	49.7367
	10	0.0242	22.1613	0.0204	50.9693	1.5246	14.438	4.251	7.6428	0.2555	11.3323	0.0131	49.7498
	11	0.1977	22.359	0.4542	51.4236	1.7392	16.1772	0.1708	7.8136	1.7706	13.103	0.0945	49.8443
	12	0.0005	22.3595	0.0093	51.4328	5.2903	21.4674	2.7355	10.5491	1.975	15.0779	0.01	49.8543
	13	2.9137	25.2732	0.5479	51.9807	3.0112	24.4786	0.0069	10.556	4.9683	20.0462	0.0478	49.902
	14	0.0002	25.2734	0.252	52.2327	0.4766	24.9553	0.0836	10.6397	0.9999	21.0461	0.0155	49.9175
	15	0.2766	25.55	0.2433	52.476	0.4178	25.3731	0.1521	10.7918	6.0005	27.0466	0.0059	49.9234
	16	0.0808	25.6308	0.0107	52.4867	3.1766	28.5497	2.7598	13.5515	2.0783	29.1249	0.0006	49.924
	17	4.3402	29.9709	1.3268	53.8135	0.5474	29.0971	0.8144	14.3659	0.4778	29.6027	0.0228	49.9468
	18	1.4522	31.4231	0.2811	54.0947	0.0068	29.1039	0.2688	14.6347	0.2977	29.9004	0	49.9468
	19	12.1002	43.5233	5.1986	59.2933	0.1337	29.2376	0.9604	15.5952	0.7301	30.6305	0.6361	50.5828
	20	5.5362	49.0595	0.6891	59.9824	0.0033	29.2409	0.5345	16.1297	0.3392	30.9697	0.0013	50.5842
	21	0.2066	49.2661	2.7606	62.743	0.7628	30.0037	0.2298	16.3595	0.8326	31.8023	1.7563	52.3405
	22	4.1777	53.4438	1.4795	64.2226	0.1022	30.1059	0.9349	17.2944	0.0031	31.8054	2.4199	54.7604
	23	8.57	62.0138	0.1086	64.3312	0.1348	30.2408	0.0016	17.2959	0.4757	32.2811	3.5028	58.2632
	24	1.5547	63.5685	3.5109	67.8421	0.5307	30.7714	0.3666	17.6626	0.1538	32.4349	5.1055	63.3687
	25	4.8038	68.3723	0.0033	67.8454	0.0019	30.7733	0.8213	18.4839	0.62	33.0549	3.0238	66.3925
	26	0.3778	68.7501	3.3775	71.2229	0.1963	30.9696	0.847	19.3309	0.5526	33.6075	1.7159	68.1084
	27	1.082	69.8321	17.0599	88.2827	0.0077	30.9773	0.0451	19.3759	0.0056	33.6131	3.2081	71.3165
	28	1.6936	71.5257	0.7686	89.0513	0.0942	31.0715	0.0973	19.4733	1.8139	35.427	0.1208	71.4372
	29	0.0291	71.5548	1.1553	90.2065	0.4369	31.5085	0.8028	20.276	0.5387	35.9657	0.3605	71.7977
	30	10.779	82.3338	0.2072	90.4137	0.4718	31.9803	0.0176	20.2936	3.3203	39.2861	0.0523	71.85
	31	5.6302	87.964	0.0857	90.4994	0.6294	32.6097	0.0847	20.3783	0.1871	39.4732	1.8078	73.6579
	32	1.2806	89.2446	0.6048	91.1043	0.2041	32.8139	0.2089	20.5872	0.0405	39.5137	0.5213	74.1791
	33	0.0913	89.3359	1.8032	92.9074	0.202	33.0159	1.0574	21.6447	0.2882	39.8018	0.3857	74.5648
	34	2.2258	91.5617	0	92.9074	0.1488	33.1647	0.0004	21.645	0.3249	40.1267	4.331	78.8958
	35	1.7317	93.2934	0.0346	92.942	0.1055	33.2702	0.1599	21.805	0.0742	40.2009	0.0414	78.9372
	36	0.0977	93.3911	2.7883	95.7303	0.3947	33.6649	1.8057	23.6107	0.1489	40.3498	0.0002	78.9374
	37	0.0012	93.3923	2.2418	97.9721	0.0997	33.7645	1.0042	24.6148	0.0058	40.3556	0.0002	78.9376
	38	3.9887	97.381	0.003	97.9751	0.0381	33.8027	0.04	24.6548	2.0658	42.4214	0.943	79.8806
	39	0.9787	98.3597	1.0069	98.982	0.1054	33.908	0.0008	24.6557	0	42.4214	0.784	80.6646
	40	1.3128	99.6725	0.7765	99.7585	0.0189	33.9269	0.1657	24.8214	0.0753	42.4966	0.034	80.6986



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	134
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

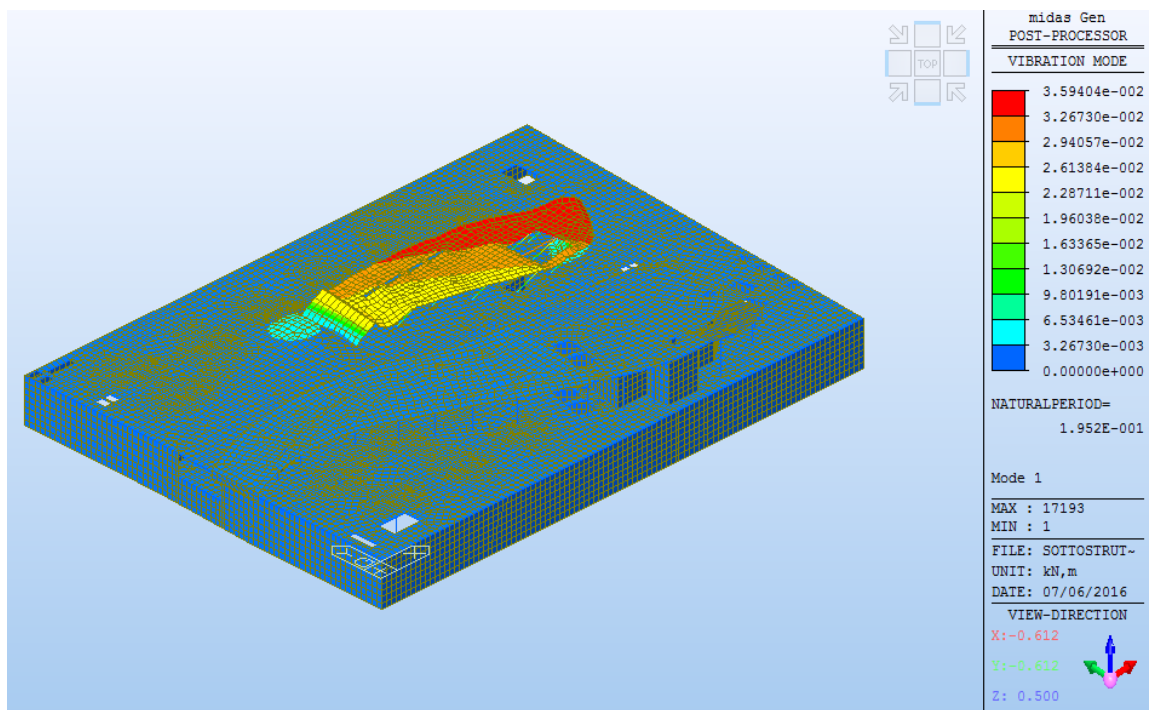


Figura 109. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 1° modo di vibrare

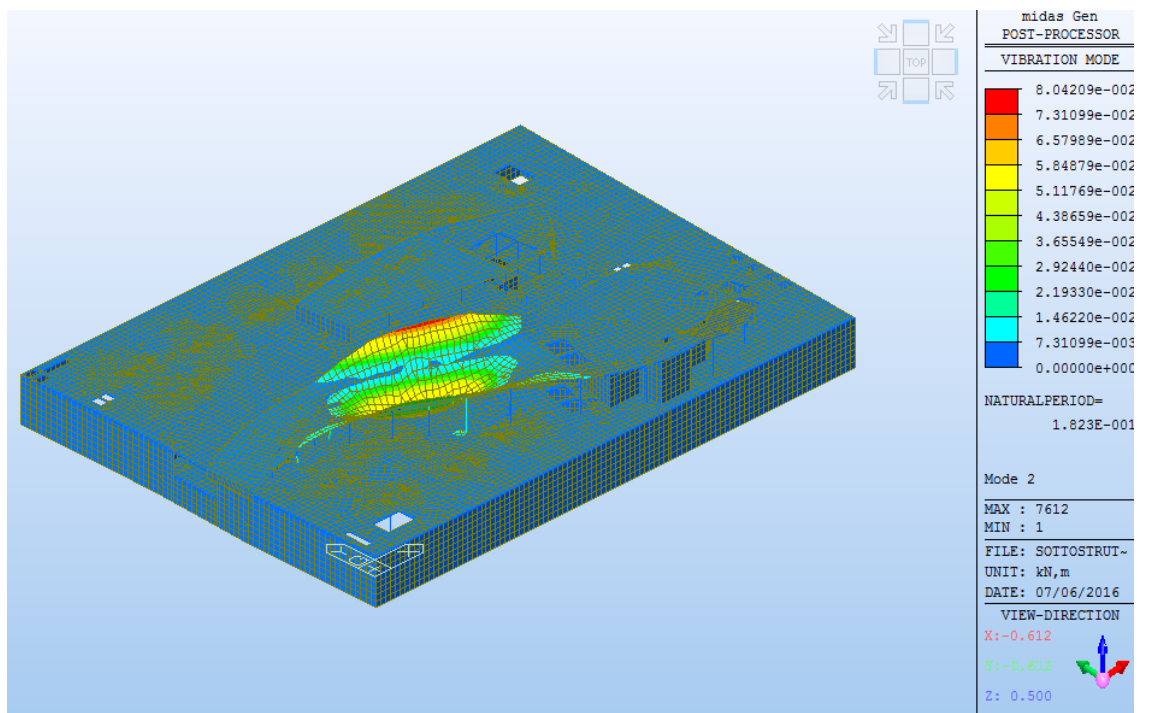



Figura 110. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 2° modo di vibrare



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>135</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

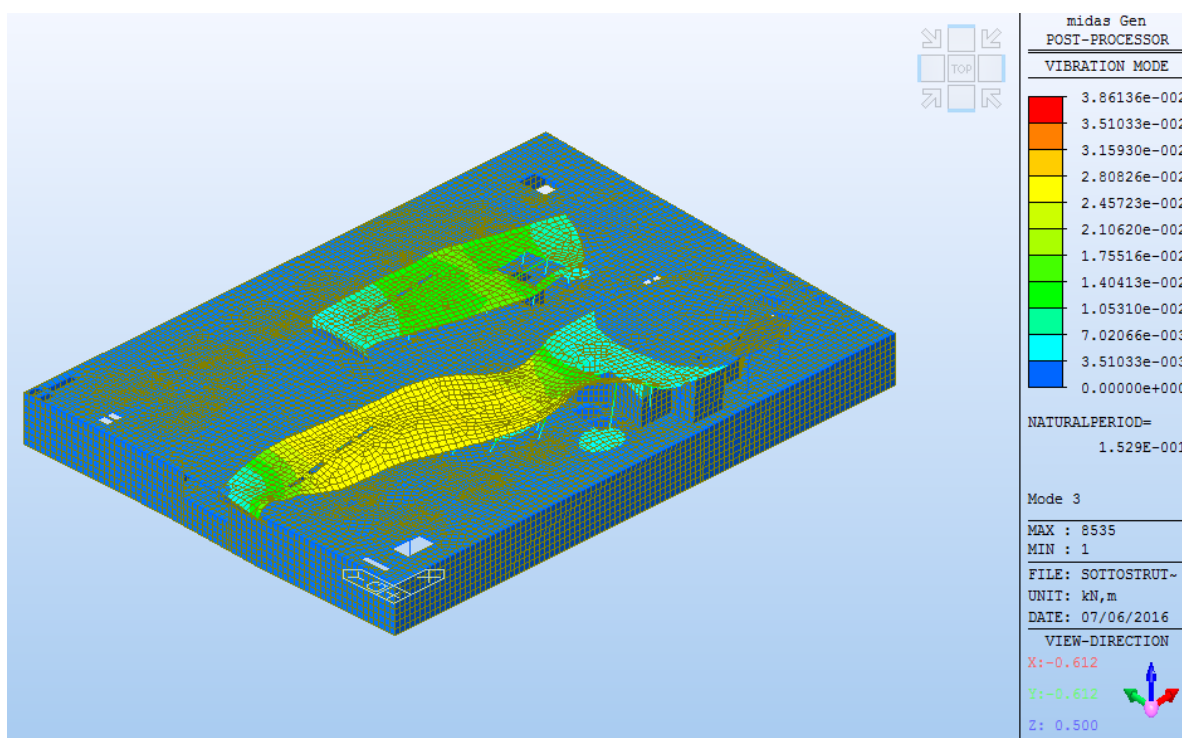


Figura 111. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 3° modo di vibrare

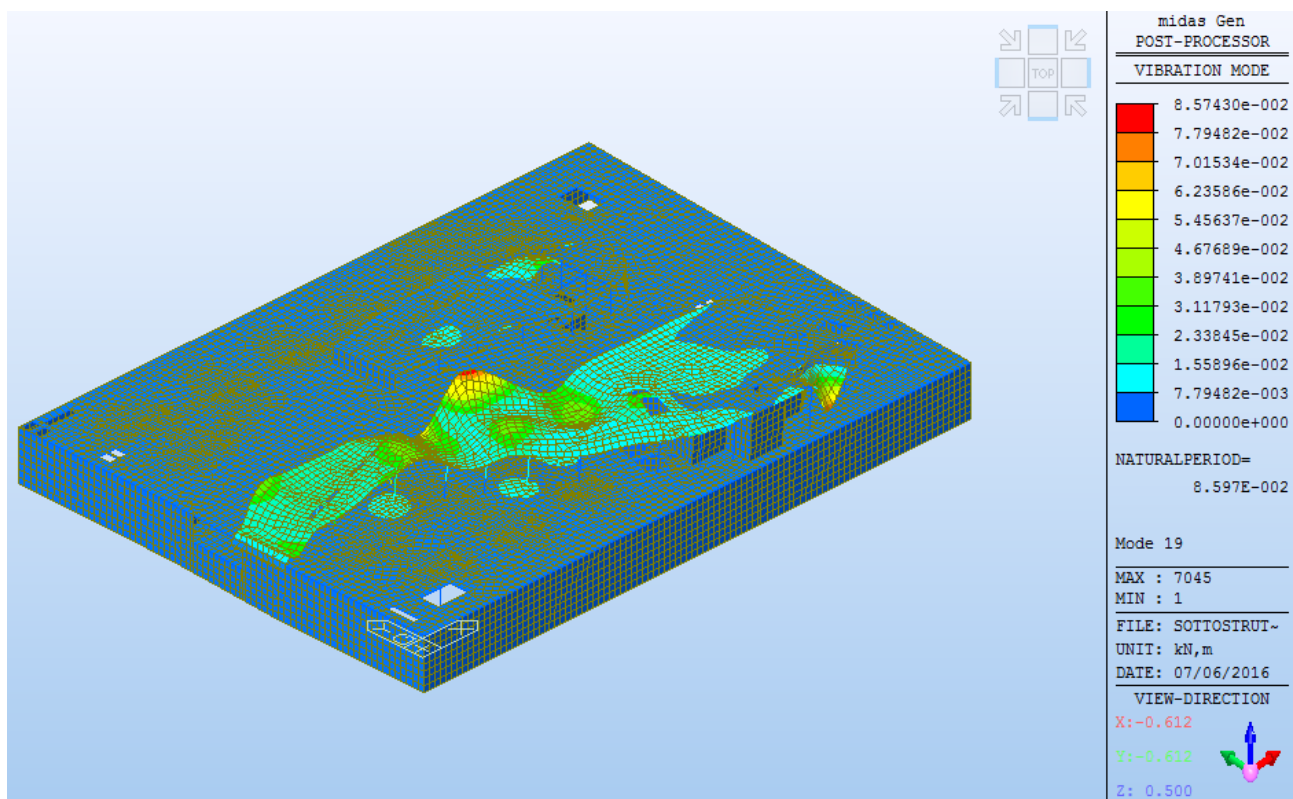



Figura 112. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 19° modo di vibrare



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>136</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

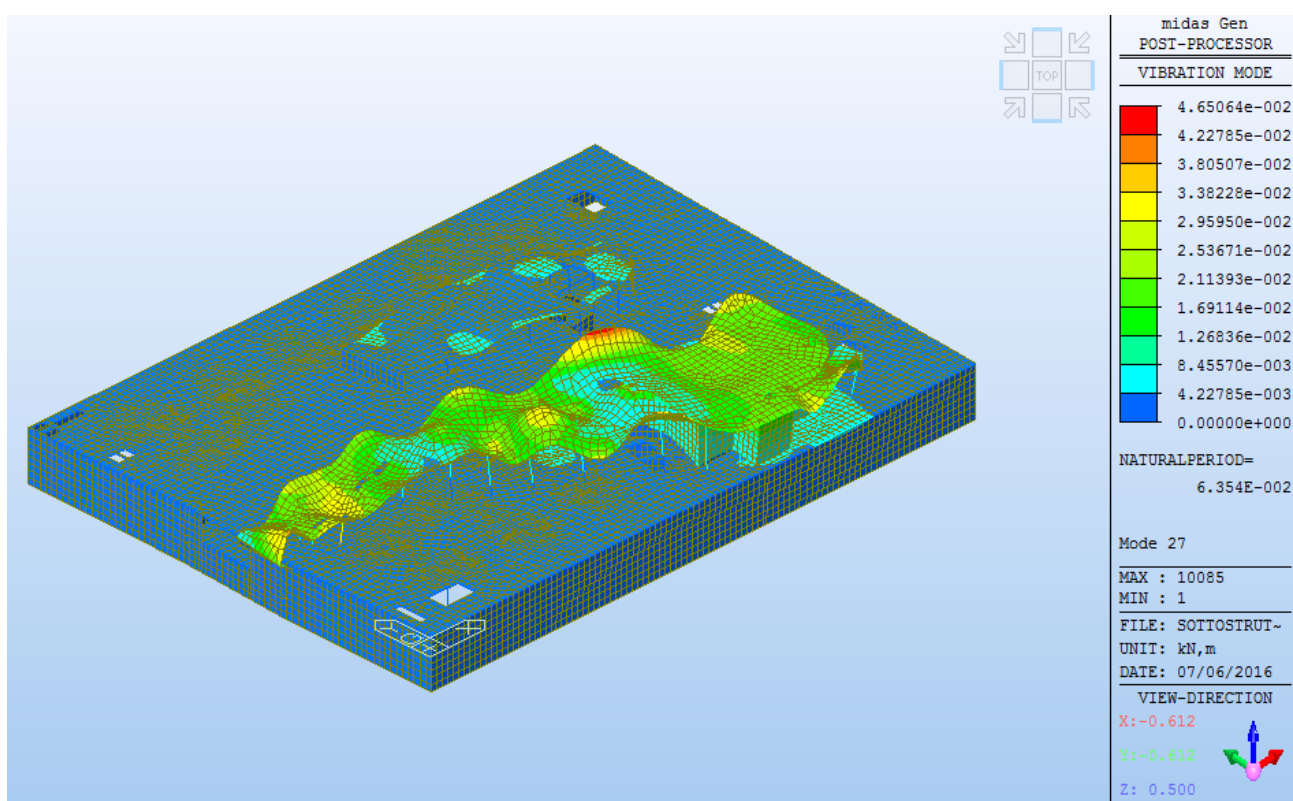



Figura 113. Copertura Fuori Terra Vasca di Laminazione – 27° modo di vibrare




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>137</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 7.5 TAGLI ALLA BASE

In seguito si riportano le sommatorie dei tagli alla base per ogni condizione e combinazione di carico considerata:


Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
G1	0.000006	0.000001	280611
G2	0.000008	0.000005	156543.2
Qk	0.000002	0	39974.62
Spinta Acq Canale	-242.118	-3.44344	41570.22
AcqTorrino	1903.613	628.773	1053.105
Acq V PP	0.000002	-6E-06	-2E-06
Acq V Laminaz	507.1975	-26.203	0.000002
POMPE	0	-1E-06	2584.491
SpintaTerr	-505.668	56.55381	0
SLV-X(RS)	-12213.5	5868.263	1367.549
SLV-Y(RS)	-5870.42	-17997.9	819.1674
SLV-X(ES)	0	0	0
SLV-Y(ES)	0	0	0
SLU_NOAcq	-758.503	84.83073	663447.8
SLU_AcqAusa	-1121.68	79.66556	725803.1
SLU_AcqAusaPP	-1121.68	79.66556	725803.1
SLU_AcqAusaVL	-360.883	40.36107	725803.1
SLU_AcqPP	-758.503	84.83072	663447.8
SLU_AcqVL	2.293777	45.52623	663447.8
SLU_AcqTor	2096.917	1027.99	665027.4
SLU_AcqTutte	2494.537	983.5206	727382.8
SLE_QP	-505.668	56.55382	463723.5
SLV01	-14480.3	525.4605	465336.8
SLV02	-14480.3	525.4605	465336.8
SLV03	-10958	11324.17	464845.3
SLV04	-10958	11324.17	464845.3
SLV05	-10040.1	-16180.8	464952.9
SLV06	-10040.1	-16180.8	464952.9
SLV07	-2712.04	-19701.8	464132.4
SLV08	-2712.04	-19701.8	464132.4
SLV09	-14480.3	525.4605	465336.8
SLV10	-14480.3	525.4605	465336.8
SLV11	-10958	11324.17	464845.3
SLV12	-10958	11324.17	464845.3
SLV13	-10040.1	-16180.8	464952.9
SLV14	-10040.1	-16180.8	464952.9
SLV15	-2712.04	-19701.8	464132.4
SLV16	-2712.04	-19701.8	464132.4
SLV17	13468.92	-412.353	462110.2
SLV18	13468.92	-412.353	462110.2
SLV19	9946.674	-11211.1	462601.7
SLV20	9946.674	-11211.1	462601.7
SLV21	9028.788	16293.93	462494
SLV22	9028.788	16293.93	462494
SLV23	1700.707	19814.89	463314.6
SLV24	1700.707	19814.89	463314.6
SLV25	13468.92	-412.353	462110.2
SLV26	13468.92	-412.353	462110.2
SLV27	9946.674	-11211.1	462601.7
SLV28	9946.674	-11211.1	462601.7
SLV29	9028.788	16293.93	462494
SLV30	9028.788	16293.93	462494



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA ( <i>JOB N°</i> )	ID DOC. ( <i>DOC. ID</i> )	REV.	N° FG. ( <i>SH. N.</i> )	DI ( <i>LAST</i> )
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>138</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Load	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
SLV31	1700.707	19814.89	463314.6
SLV32	1700.707	19814.89	463314.6



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>139</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 7.6 VERIFICA SOLETTE DI COPERTURA

Di seguito vengono riportate le verifiche delle solette di copertura delle vasche e del nuovo canale Ausa; si precisa che oltre che nei confronti dei carichi indicati nelle tabelle sopra riportate, tutte le coperture per le parti accessibili, ovvero fuori dall' ingombro dei fabbricati, devono essere dimensionate per sopportare un carico mobile di entità pari a quello dei ponti di 1° categoria.

### 7.6.1 VERIFICA SOLETTA LATO VASCA DI PRIMA PIOGGIA

Si riportano di seguito i valori  $M_{xx}$  e  $M_{yy}$  dei momenti massimi agenti sulla soletta di copertura della vasca di prim pioggia di spessore 60cm con capitelli in corrispondenza dei pilastri e travi ribassate di spessore complessivo pari a 110cm

#### 7.6.1.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO

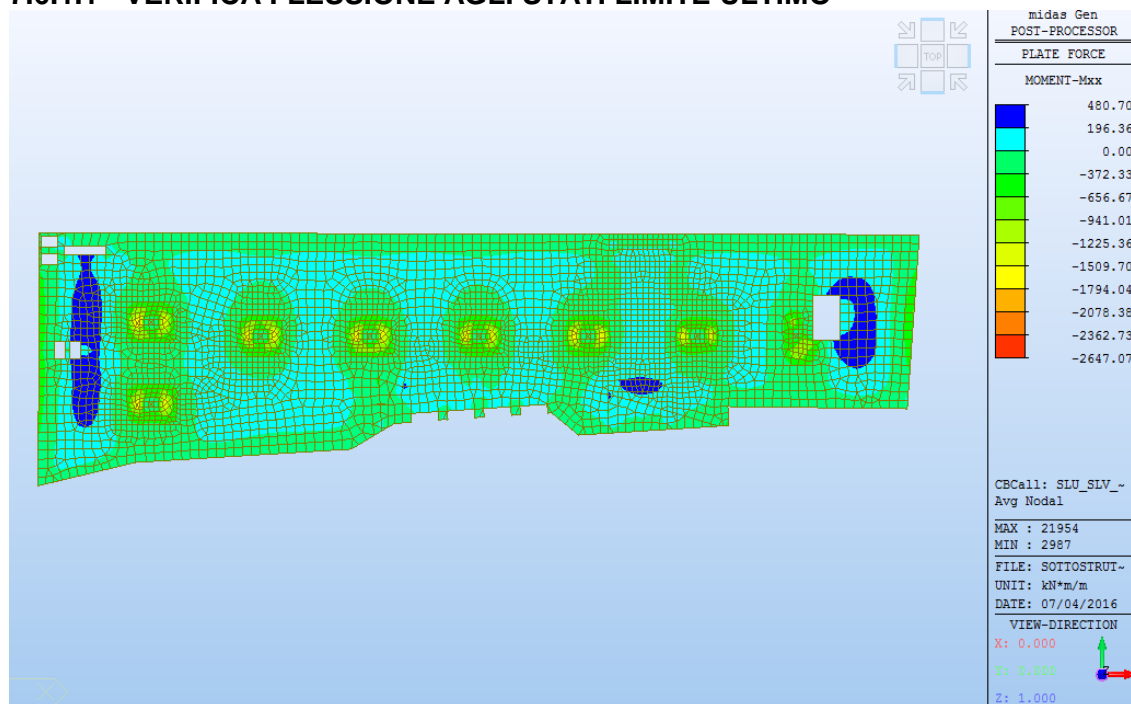



Figura 114. Soletta di copertura lato Vasca di Prima Pioggia – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti  $M_{xx}$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	140
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

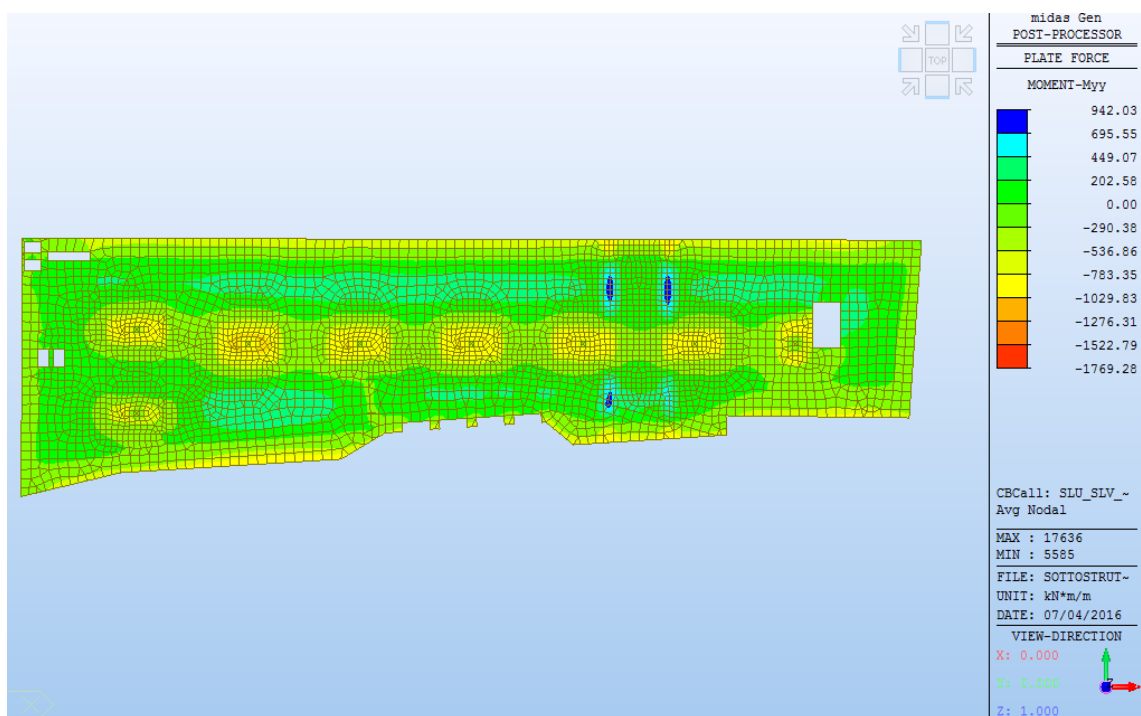


Figura 115. Soletta di copertura lato Vasca di Prima Pioggia – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Myy

E' prevista un'armatura diffusa inferiore e superiore composta da 1ϕ22/20" in entrambe le direzioni

Titolo : Calcolo puntone

N° figure elementari1Zoom

N° strati barre2Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

Sollecitazioni

S.L.U. Metodo n

NEd00kN

MxEd00kNm

MyEd00

P.to applicazione N

CentroBaricentro cls

Coord.[cm]xN0yN0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali

B450C

C28/35

εsu67.5‰

εc22‰

fyd391.3N/mm²

εcu3.5

Es200,000N/mm²

fcd15.87

Es/Es15

fcc/fcd0.8?

Es,yd1.957‰

σc,adm11

σs,adm255N/mm²

τco0.6667

τc11.971

MxRd390.9kNm

σc-15.87N/mm²

σs391.3N/mm²

εc3.5‰

εs33.08‰

d55cm

x5.262x/d0.09568

δ0.7

Tipo Sezione

Rettan.reTrapezi

aTCircolare

RettangoliCoord.

Metodo di calcolo

S.L.U.+S.L.U.-

Metodo n

Tipo flessione

RettaDeviata

N° rett.100


Calcola MRdDominio M-N

Lo1050cm

Col. modello

Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	141	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza dei diaframmi è prevista un'armatura aggiuntiva superiore composta da  $1\phi 24/20$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	41.63	5
2	19.01	55

**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

N° rett.

**Calcola MRd**    **Dominio M-N**

L<sub>0</sub>  cm    **Col. modello**

☐ Precompresso

**Materiali**  
☒ B450C    ☐ C28/35

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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
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

In corrispondenza della parete del canale AUSA è prevista un'armatura composta da  $1\phi 24/10$  come riportato al paragrafo 7.6.5 della presente relazione.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	22.62	55

**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

N° rett.

**Calcola MRd**    **Dominio M-N**

L<sub>0</sub>  cm    **Col. modello**

☐ Precompresso


**Materiali**  
☒ B450C    ☐ C28/35

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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>142</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza delle travi ribassate di altezza complessiva 110cm è prevista un'armatura inferiore composta da 6 $\phi$ 22 ( trascurando l'armatura e l'inerzia della mensola in corrispondenza del foro di 1° fase).

**Titolo :**

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

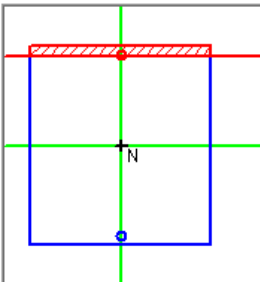
N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	22.81	105

**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

**Materiali**

**B450C**   **C28/35**

$\epsilon_{su}$   ‰    $\epsilon_{c2}$   ‰

$f_{yd}$   N/mm²    $\epsilon_{cu}$   ‰

$E_s$   N/mm²    $f_{cd}$   N/mm²

$E_s/E_c$      $f_{cc}/f_{cd}$   [?]

$\epsilon_{syd}$   ‰    $\sigma_{c,adm}$   N/mm²

$\sigma_{s,adm}$   N/mm²    $\tau_{co}$   N/mm²

$\tau_{c1}$   N/mm²

**M**  $M_{xRd}$   kN m

$\sigma_c$   N/mm²

$\sigma_s$   N/mm²

$\epsilon_c$   ‰

$\epsilon_s$   ‰

d  cm

x    x/d     $\delta$

**Metodo di calcolo**

☒ S.L.U.+   ☐ S.L.U.-

☒ Metodo n

**Tipo flessione**

☒ Retta   ☐ Deviata


N° rett.

**Calcola MRd**   **Dominio M-N**

L<sub>0</sub>  cm   **Col. modello**

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	143	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.6.1.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC2, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.3mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali ordinarie.

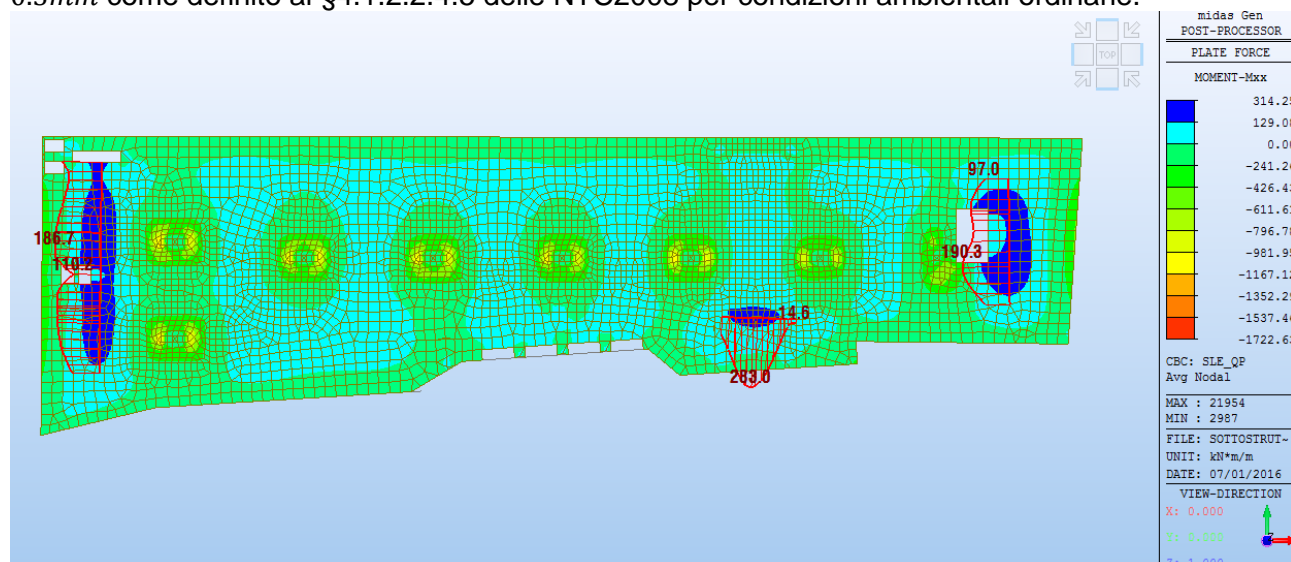


Figura 116. Soletta di copertura lato Vasca di Prima Pioggia – Comb. QP - Momenti Mxx

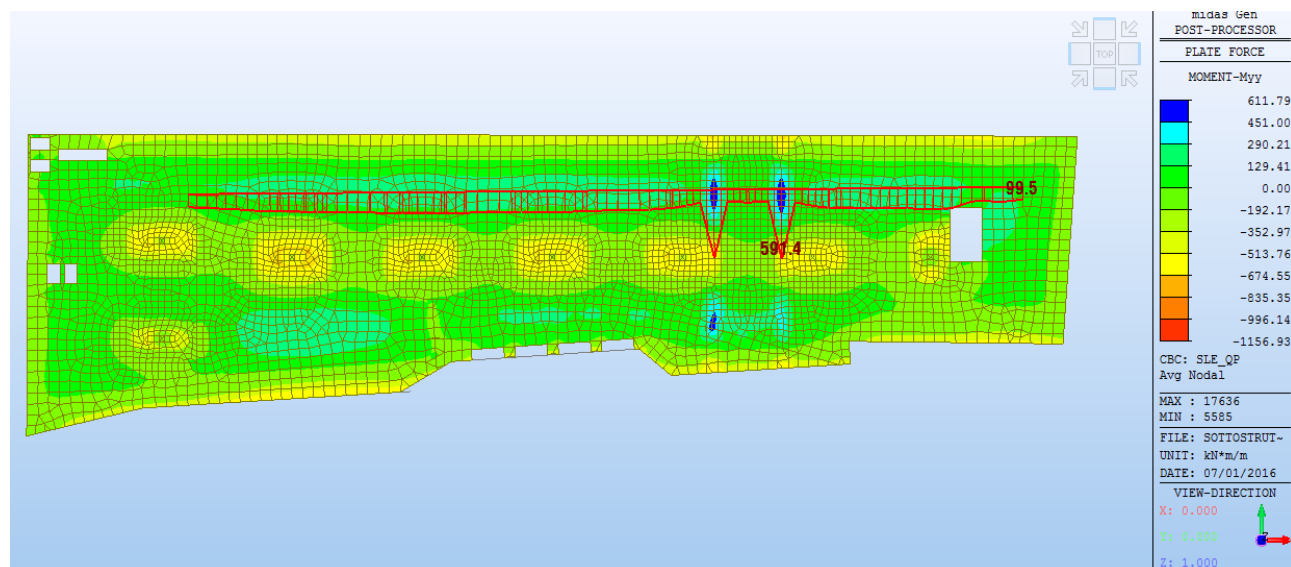



Figura 117. Soletta di copertura lato Vasca di Prima Pioggia – Comb. QP - Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	144
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Per una sezione con armatura diffusa di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

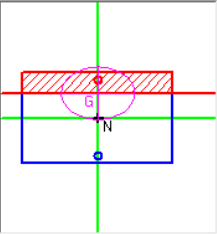
Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

Diagramma della sezione: 

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

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

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

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

Materiali

B450C C28/35

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> 15.87 N/mm²  
 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> 11 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -3.91 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 177.6 N/mm²

Verifica

N° iterazioni: 4

☐ Precompresso

ε<sub>s</sub> 0.888 ‰  
 d 55 cm  
 x 13.65 x/d 0.2483  
 δ 0.7503


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 60 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 22 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.9 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 22 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1901 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 13.65 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 177.6 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 127.5 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.128 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01491 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000517 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 386.842 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.2 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>145</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Per le travi ribassate le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	22.81	105

Sollecitazioni: S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  500 kNm  
M<sub>yEd</sub>

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

Tipo Sezione: ☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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

Materiali: B450C C28/35

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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

Precompresso ☐

ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$h := 110 \text{ cm}$$

$$B := 100 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 22 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 104.9 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := 22 \text{ mm}$$

$$A_s := 2281 \text{ mm}^2$$

$$x := 21.77 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 223.4 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 127.5 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.128 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01789$$

$$\epsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.00075$$

$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 345.053 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.259 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$


La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



## PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

La verifica a flessione è quindi soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	147
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 7.6.2.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC2, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.3mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali ordinarie.

Per una sezione con armatura diffusa di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

$q_{QP} := B \cdot (G_{1k} + G_{2k} + Q_k \cdot 0.7) = 40.5 \frac{kN}{m}$  Carico lineare Comb. QP.

$M_{Ed, QP} := \frac{q_{QP} \cdot L_c^2}{8} = 153.141 kN \cdot m$  Momento flettente sollecitante Comb. QP.

Titolo:

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	60	1	19.01	5
			2	19.01	55

Tipo Sezione  
☒ Rettang. ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Sollecitazioni  
 S.L.U. ☒ Metodo n  
 N Ed  kN  
 M xEd  kNm  
 M yEd  kNm

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

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☒ Metodo n

Materiali  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

$\sigma_c$  -3.519 N/mm²  
 $\sigma_s$  159.8 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.7992 ‰  
 d 55 cm  
 x 13.65 x/d 0.2483  
 $\delta$  0.7503

Verifica  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$h := 60 \text{ cm}$   
 $B := 100 \text{ cm}$   
 $c := 4 \text{ cm}$   
 $\phi_d := 22 \text{ mm}$   
 $d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.9 \text{ cm}$   
 $f_{ck} := 28 \text{ MPa}$   $R_{ck} := 35 \text{ MPa}$   
 $f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$   
 $f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$   
 $E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$   
 $\phi_{eq} := 22 \text{ mm}$   
 $A_s := 1901 \text{ mm}^2$   
 $x := 13.65 \text{ cm}$   
 $\sigma_s := 159.8 \text{ MPa}$   
 $E_s := 206000 \text{ MPa}$

$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$   
 $k_t := 0.4$   
 $h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 127.5 \text{ mm}$   
 $A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.128 \text{ m}^2$   
 $\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01491$   
 $\epsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000465$   
 $k_1 := 0.8$   $k_2 := 0.5$   $k_3 := 3.40$   $k_4 := 0.425$   
 $\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 386.842 \text{ mm}$   
 $w_d := \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.18 \text{ mm}$  [C.4.1.15]

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	148
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Per le travi ribassate le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	22.81	105

Sollecitazioni  
S.L.U. ☐ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN  
M<sub>xEd</sub>  500 kNm  
M<sub>yEd</sub>

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

Tipo Sezione  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

Materiali  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -3.895 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 223.4 N/mm²  
ε<sub>s</sub> 1.117 ‰  
d 105 cm  
x 21.77 x/d 0.2073  
δ 0.7

Verifica  
N° iterazioni:

☐ Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$h := 110 \text{ cm}$$

$$B := 100 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 22 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 104.9 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := 22 \text{ mm}$$

$$A_s := 2281 \text{ mm}^2$$

$$x := 21.77 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 223.4 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 127.5 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.128 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01789$$

$$\varepsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.00075$$


$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 345.053 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.259 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	149	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.6.3 VERIFICA SOLETTA LATO VASCA DI LAMINAZIONE

#### 7.6.3.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO

Si riportano di seguito i valori  $M_{xx}$  e  $M_{yy}$  dei momenti massimi agenti sulla soletta di copertura della vasca di laminazione di spessore 60cm con capitelli in corrispondenza dei pilastri e travi ribassate di spessore complessivo pari a 110cm

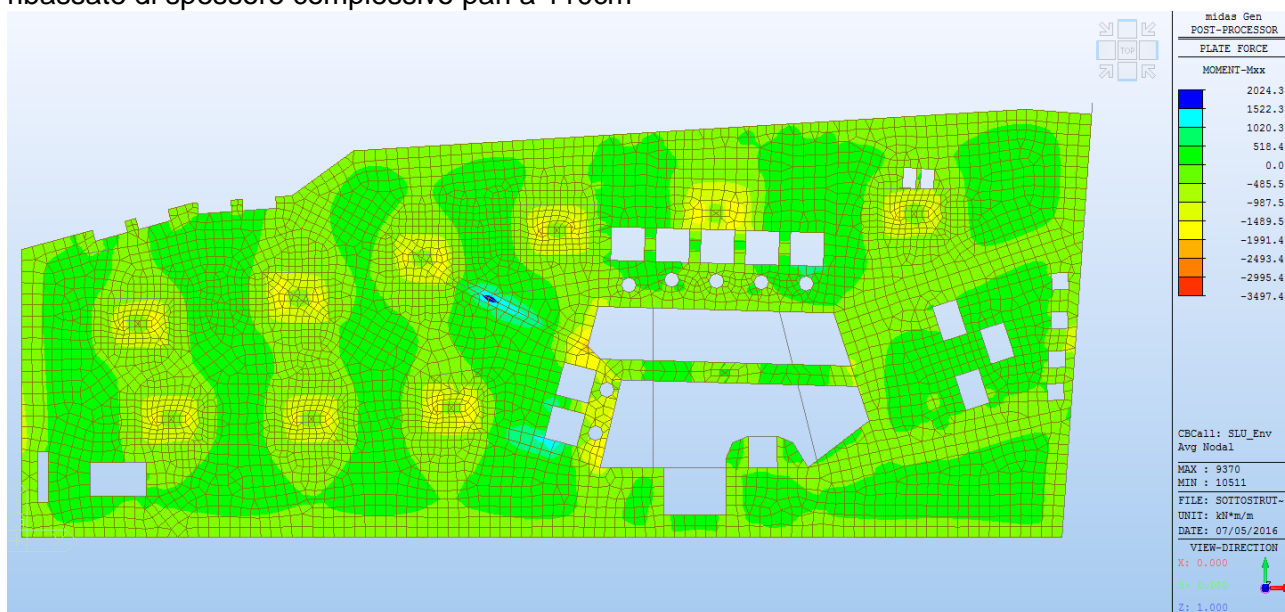


Figura 118. Soletta di copertura lato Vasca di Laminazione – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti  $M_{xx}$

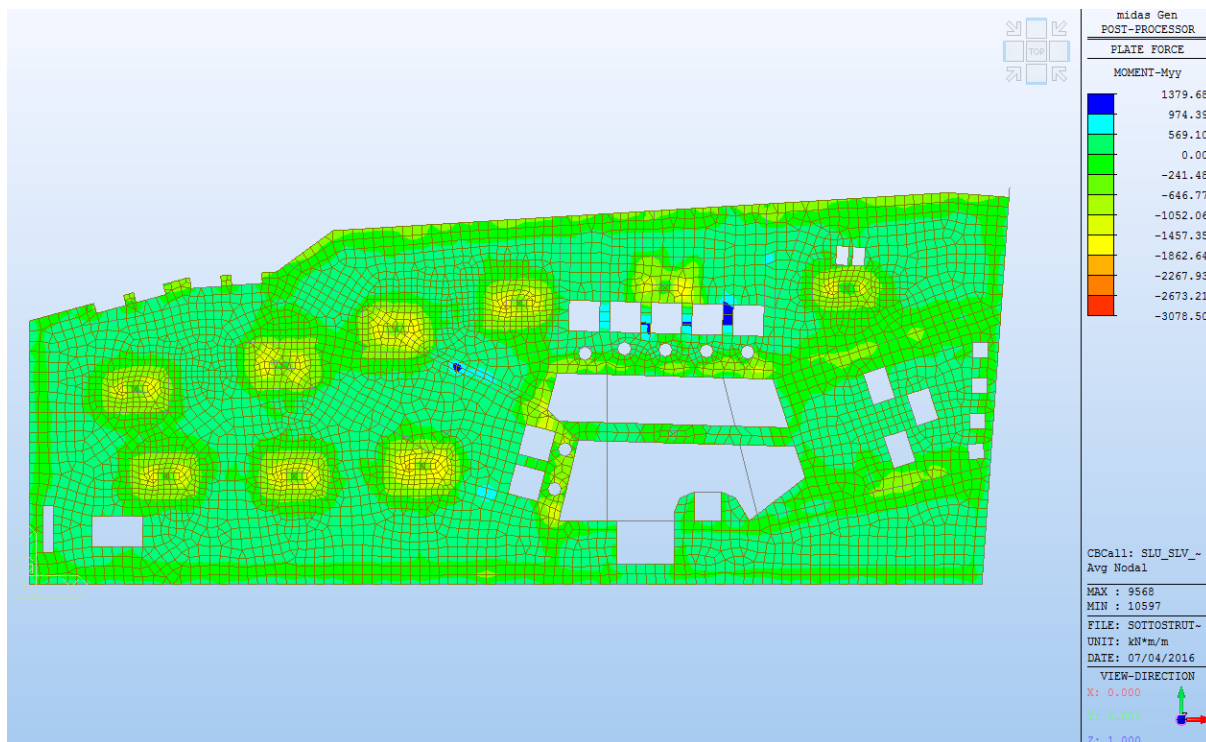



Figura 119. Soletta di copertura lato Vasca di Laminazione – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti  $M_{yy}$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	150	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

E' prevista un'armatura diffusa inferiore e superiore composta da  $1\phi 22/20''$  in entrambe le direzioni

**Titolo :** Calcolo puntone

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

**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

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 390.9 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 33.08 ‰  
d 55 cm  
x 5.262 x/d 0.09568  
δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 1050 cm Col. modello

☐ Precompresso

In corrispondenza dei capitelli di spessore complessivo pari a 110cm è prevista un'armatura inferiore composta da  $1\phi 22/20''$  in entrambe le direzioni e un'armatura aggiuntiva superiore composta da  $1\phi 22/20''$  in entrambe le direzioni.

**Titolo :**

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	38.01	5
2	19.01	105

**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

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> -1,505 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 43.51 ‰  
d 105 cm  
x 7.817 x/d 0.07445  
δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

In corrispondenza dei capitelli maggiormente sollecitati è prevista un'armatura aggiuntiva superiore



## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)
----------------------

ID DOC. ( <i>DOC. ID</i> )
----------------------------

REV.

N° FG. (SH. N.)
-----------------

DI (LAST)

## PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

composta da 1 $\phi$ 24/20" in entrambe le direzioni.

**TITOLO :**

**N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	41.63	5
2	19.01	105

**Sollecitazioni**

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

**N<sub>Ed</sub>**  **0** kN

**M<sub>xEd</sub>**  **0** kNm

**M<sub>yEd</sub>**  **0**

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] **xN**  **yN**

**Tipo rottura**

**Lato calcestruzzo - Acciaio snervato**

**M<sub>xRd</sub>**  kNm

**Materiali**

**B450C** **C28/35**

**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>**

**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**

**Tipo Sezione**

☒ Rettang. re ☐ Trapezi

☐ a T ☐ Circolare

☐ Rettangoli ☐ Coord.

**File**

**Metodo di calcolo**

☐ S.L.U.+ ☒ S.L.U.-

☐ Metodo n

**Tipo flessione**

☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.**

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

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

☐ Precompresso

In corrispondenza dei diaframmi e delle pareti del torrino è prevista un'armatura aggiuntiva superiore composta da  $1\phi 24/20$

**Titolo :**

**N° figure elementari**  **Zoom** **N° strati barre**  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	41.63	5
2	19.01	55

**Tipo Sezione**  
☒ Rettang. re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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

**N**   kN  
**M**   kNm  
**M**

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm]

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

**N° rett.**

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

☐ Precompresso

**Materiali**

**B450C** **C28/35**

$\varepsilon_{su}$   ‰  $\varepsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\varepsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$     
 $\varepsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$    
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    
 $\tau_{c1}$

**M**  kNm  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\varepsilon_c$   ‰  
 $\varepsilon_s$   ‰  
 $d$   cm  
 $x$    $x/d$    
 $\delta$

In corrispondenza della parete del canale AUSA è prevista un'armatura composta da 1 $\phi$ 24/10" come riportato al paragrafo 7.6.5 della presente relazione.



# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
11300273776		3	152	313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

**TITOLO :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom** N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	22.62	55

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> -900.8 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 18.87 ‰  
d 55 cm  
x 8.607 x/d 0.1565  
δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 1050 cm Col. modello

☐ Precompresso

In corrispondenza della campata in prossimità della cabina elettrica è prevista un'armatura aggiuntiva in entrambe le direzioni composta da 1φ24/20

**TITOLO :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom** N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	41.63	55

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

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

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

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 830.6 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 19.29 ‰  
d 55 cm  
x 8.446 x/d 0.1536  
δ 0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	153	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza dei ringrossi di spessore complessivo pari a 110cm è prevista un'armatura inferiore composta da  $1\phi 22/20''$  in entrambe le direzioni e un'armatura superiore composta da  $1\phi 22/10''$  in entrambe le direzioni.

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	38.01	5
2	19.01	105

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  **Metodo n**  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>Ed</sub>  kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M<sub>xRd</sub> -1.505 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  43.51 ‰  
 d 105 cm  
 x 7.817 x/d 0.07445  
 $\delta$  0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

In corrispondenza delle travi ribassate di altezza complessiva 110cm è prevista un'armatura inferiore composta da  $8\phi 24$ .

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	30.41	105

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  **Metodo n**  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>Ed</sub> 1100 kNm  
 M<sub>yEd</sub>  kNm

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M<sub>xRd</sub> 1.209 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  51.72 ‰  
 d 105 cm  
 x 6.655 x/d 0.06338  
 $\delta$  0.7


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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>154</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riportano in seguito le sollecitazioni delle travi R180x60 in corrispondenza del torrino

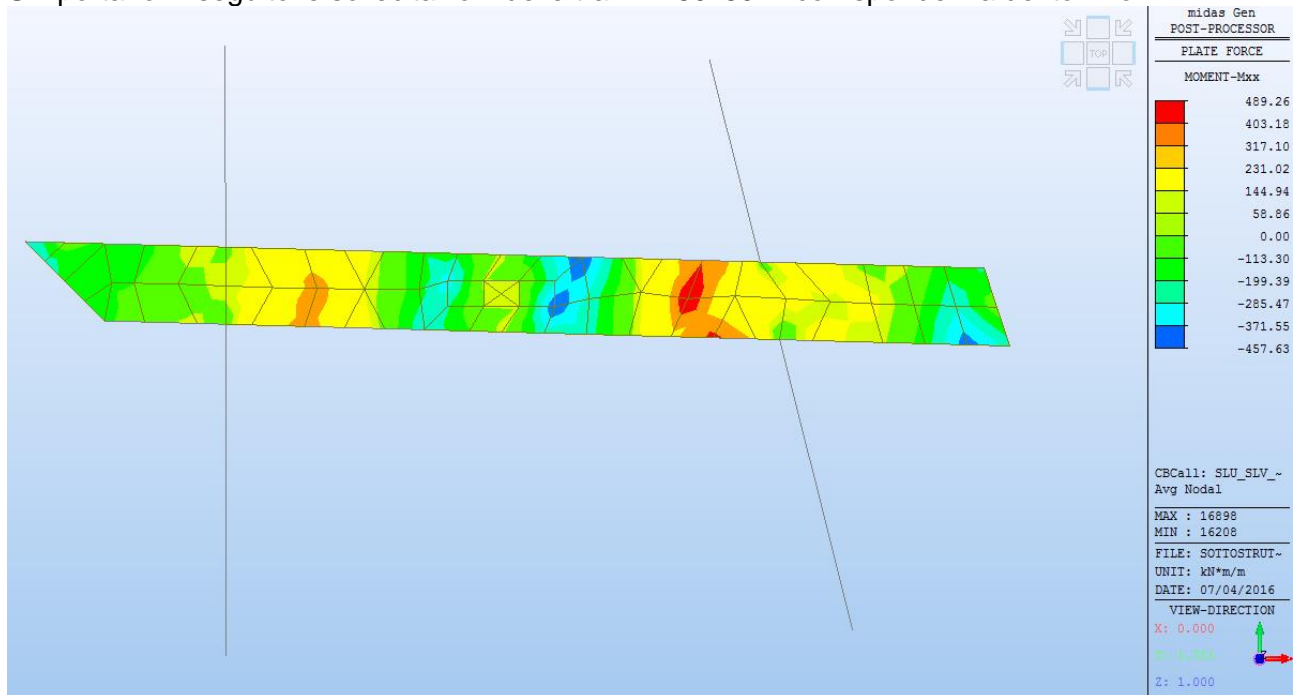


Figura 120. Trave in c.a. R180x60cm Zona Torrino – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Mxx

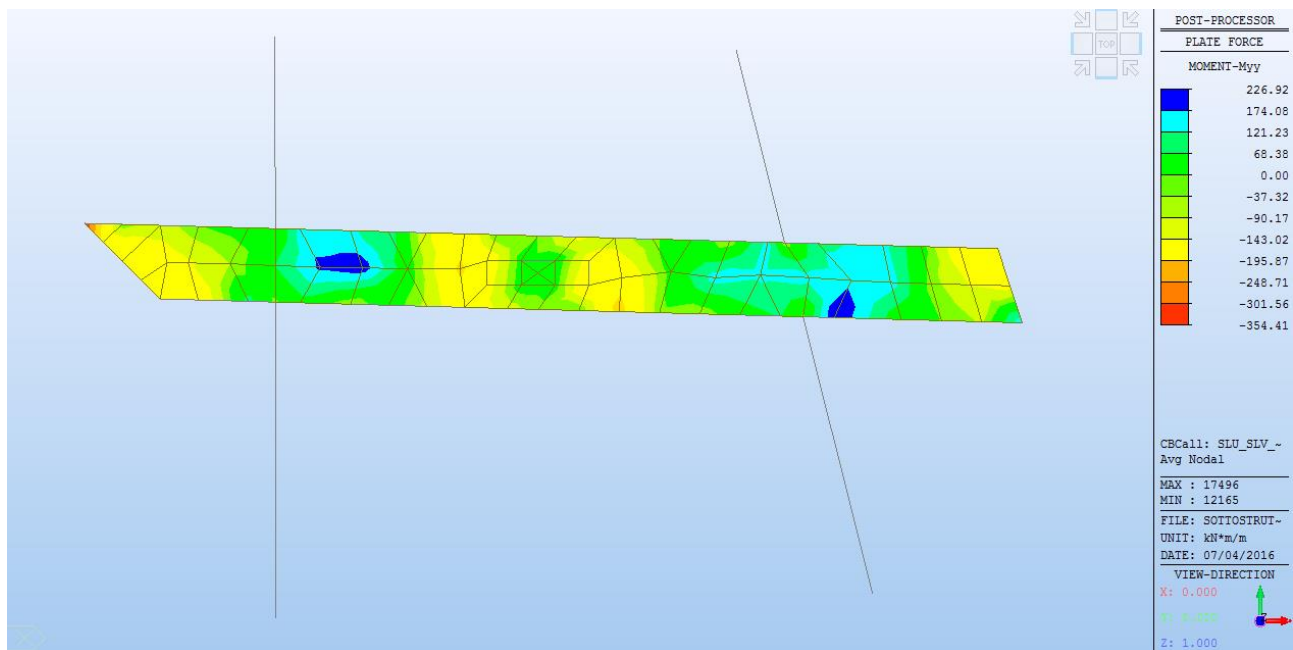



Figura 121. Trave in c.a. R180x60cm Zona Torrino – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	155	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

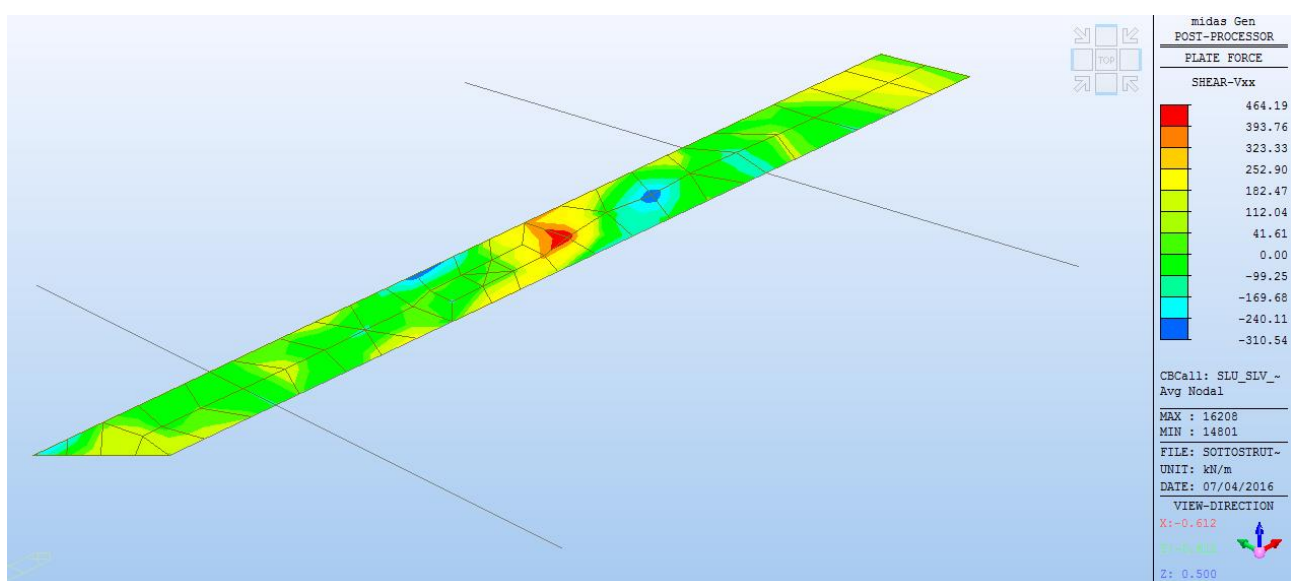


Figura 122. Trave in c.a. R180x60cm Zona Torino – Comb. SLU SLV – Involuppo Tagli Vxx

E' prevista un'armatura inferiore e superiore composta da  $9\phi 20$ , si riporta in seguito la verifica a flessione e a taglio:

Titolo :

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	180	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	28.27	5
2	6.28	17.5
3	6.28	37.5
4	28.27	55

**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

**Materiali**

B450C C28/35

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰

$f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰

$E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87

$E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8

$\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11

$\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667

$\tau_{c1}$  1.971

**M**  $M_{Rd}$  698.3 kN m

$\sigma_c$  -15.87 N/mm²

$\sigma_s$  391.3 N/mm²

$\epsilon_c$  3.5 ‰

$\epsilon_s$  29.9 ‰

d 55 cm

x 5.764 x/d 0.1048

$\delta$  0.7

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi

☐ a T ☐ Circolare

☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**

☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-

☐ Metodo n

**Tipo flessione**

☒ Retta ☐ Deviata


N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

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

☐ Precompresso



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	156
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

VERIFICA A TAGLIO DI UNA SEZIONE IN C.A. (NTC2008)

$V_{sd} := 600 \cdot kN$

(Taglio sollecitante di calcolo)

$R_{ck} := 35 \cdot MPa$

$f_{ck} := 0.83 \cdot R_{ck}$

$f_{ck} = 29.05 \cdot MPa$

$\gamma_c := 1.5$

(coefficiente di sicurezza parziale calcestruzzo)

$f_{yk} := 450 \cdot MPa$

$\gamma_s := 1.15$

$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s}$

$f_{yd} = 391.3043 \cdot MPa$

$\alpha_{cc} := 0.85$

$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c}$

$f_{cd} = 16.46 \cdot MPa$

$H := 60 \cdot cm$

(Altezza sezione )

$b_w := 180 \cdot cm$

(Larghezza minima sezione )

$c := 5 \cdot cm$

(Copriferro)

$d := H - c$

$d = 55.00 \cdot cm$

$A_c := H \cdot b_w = 1.0800 \cdot m^2$

VERIFICA PER ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$k_1 := 1 \cdot \frac{mm}{mm} + \left( \frac{200 \cdot mm}{d} \right)^{\frac{1}{2}}$

(Valore che deve essere inferiore od uguale a 2)

$k := \min(k_1, 2)$

$k = 1.6030$

$v_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left( \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot MPa$

$v_{min} = 0.3829 \cdot MPa$

$A_{st} := 28.27 \cdot cm^2$

Armatura Longitudinale tesa

$A_{comp} := 28.27 \cdot cm^2$

Armatura Longitudinale Compr.

$\rho_1 := \frac{A_{st}}{b_w \cdot d} = 0.0029$

$\rho_{tesa} := \frac{A_{st}}{b_w \cdot H} = 0.0026$

$\rho_{comp} := \frac{A_{comp}}{b_w \cdot H} = 0.0026$

$\rho_2 := 0.02$

$\rho_1 := \min(\rho_1, \rho_2)$

$\rho_1 = 0.0029$

$N_{ED} := 0 \cdot kN$

(Sforzo normale medio di compressione, positivo se di compressione)

$A_c = 10800.0000 \cdot cm^2$

(Area Sezione)

$\sigma_{cp} := \min\left(\frac{N_{ED}}{A_c}, 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 0.00 \cdot MPa$

$R := (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 379.0407 \cdot kN$

$V_{Rd1} := \max\left(\left(\frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot (MPa)^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d, (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d\right)$


$V_{Rd1} = 385.51 \cdot kN$

(SFORZO DI TAGLIO RESISTENTE IN ASSENZA DI ARMATURE A TAGLIO)

$R_{risultato} := \begin{cases} \text{if } V_{sd} < V_{Rd1} \\ \text{|| "SEZIONE VERIFICATA SENZA ARMATURA A TAGLIO" } \\ \text{else} \\ \text{|| "OCCORRE ARMATURA A TAGLIO" } \end{cases}$

$R_{risultato} = \text{"OCCORRE ARMATURA A TAGLIO"}$



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	157
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

$$A_{sw} := 4 \cdot 1.13 \text{ cm}^2 = 4.5200 \text{ cm}^2$$

$$s := 20 \text{ cm} \qquad \alpha := 90 \text{ deg}$$

$$\theta := 22 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_c := \left\| \begin{array}{l} \text{if } N_{ED} \leq 0 \\ \qquad \left\| \begin{array}{l} 1 \\ \text{if } 0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ \qquad \left\| \begin{array}{l} \frac{\sigma_{cp}}{1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}} \\ \text{if } 0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd} \\ \qquad \left\| \begin{array}{l} 1.25 \\ \text{if } 0.5 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd} \\ \qquad \left\| \begin{array}{l} 2.5 \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\| \end{array} \right\|$$

$$\cotg(\theta) = 2.4751 \qquad \cotg(\alpha) := \frac{1}{\tan(\alpha)}$$

$$\sin(\alpha) = 1.0000$$

$$\sin(\theta) = 0.3746$$

$$\cotg(\theta) = 2.4751$$


$$\alpha_c = 1.0000 \qquad f_{1cd} := 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$V_{Rsd} := 0.9 \cdot f_{yd} \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot d \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta)) \cdot \sin(\alpha) = 1083 \text{ kN} \qquad \text{(Resistenza lato armature [4.1.18])}$$

$$V_{Rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta))}{\left(1 + \cotg(\theta)\right)^2} = 2547.1985 \text{ kN} \qquad \text{(Resistenza lato CLS [4.1.19])}$$

$$Verifica := \left\| \begin{array}{l} \text{if } V_{sd} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \\ \qquad \left\| \begin{array}{l} \text{“SODDISFATTA”} \\ \text{else} \\ \qquad \left\| \text{“NON SODDISFATTA”} \end{array} \right\| \end{array} \right\| = \text{“SODDISFATTA”}$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>158</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riportano in seguito le sollecitazioni delle travi R120x60 in corrispondenza del torrino

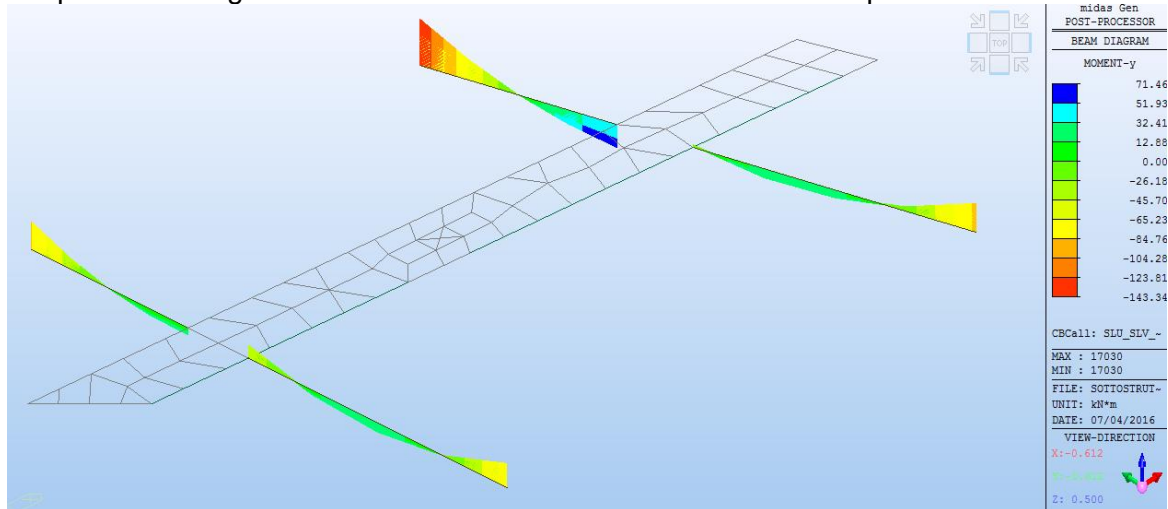


Figura 123. Trave in c.a. R120x60cm Zona Torrino – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti My

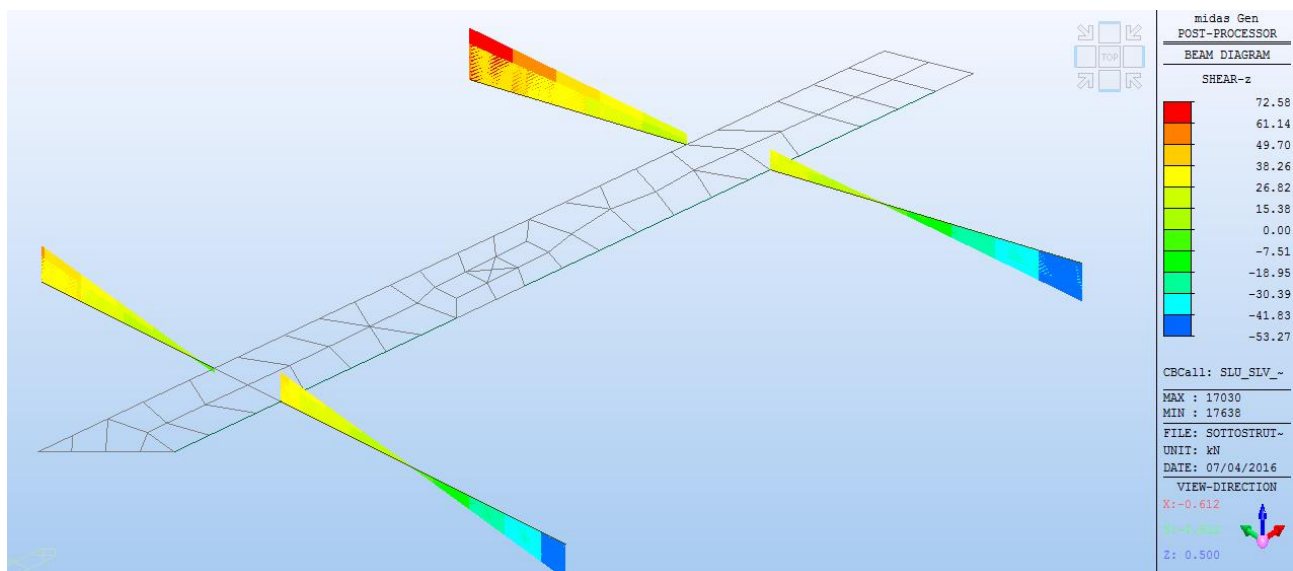



Figura 124. Trave in c.a. R120x60cm Zona Torrino – Comb. SLU SLV – Involuppo Tagli Fz



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>159</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

si riporta in seguito la verifica a flessione e a taglio, è prevista un'armatura inferiore e superiore composta da 6 $\phi$ 20

Titolo :

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	120	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	18.85	5
2	6.28	17.5
3	6.28	37.5
4	18.85	55

Tipologia: ☒ Rettang. re ☐ Trapezi ☐ a T ☐ Circolare ☐ Rettangoli ☐ Coord.

File

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

Tipologia flessione: ☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

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

☐ Precompresso

Materiali: **B450C** **C28/35**

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

M<sub>xRd</sub>  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

#### VERIFICA A TAGLIO DI UNA SEZIONE IN C.A. (NTC2008)

$$V_{sd} := 70 \cdot kN \quad (\text{Taglio sollecitante di calcolo})$$

$$R_{ck} := 35 \cdot MPa$$

$$f_{ck} := 0.83 \cdot R_{ck} \quad f_{ck} = 29.05 \cdot MPa$$

$$\gamma_c := 1.5 \quad (\text{coefficiente di sicurezza parziale calcestruzzo})$$

$$f_{yk} := 450 \cdot MPa \quad \gamma_s := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad f_{yd} = 391.3043 \cdot MPa$$

$$\alpha_{cc} := 0.85$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd} = 16.46 \cdot MPa$$

$$H := 60 \cdot cm \quad (\text{Altezza sezione})$$


$$b_w := 120 \cdot cm \quad (\text{Larghezza minima sezione})$$

$$c := 5 \cdot cm \quad (\text{Copriferro})$$

$$d := H - c \quad d = 55.00 \cdot cm$$

$$A_c := H \cdot b_w = 0.7200 \cdot m^2$$



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	160
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

#### VERIFICA PER ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$$k_1 := 1 \cdot \frac{mm}{mm} + \left( \frac{200 \cdot mm}{d} \right)^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Valore che deve essere inferiore od uguale a 2})$$

$$k := \min(k_1, 2) \quad k = 1.6030$$

$$v_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left( \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot MPa = 0.3829 \text{ MPa}$$

$$A_{sl} := 18.85 \text{ cm}^2 \quad \text{Armatura Longitudinale tesa} \quad A_{comp} := 18.85 \text{ cm}^2 \quad \text{Armatura Longitudinale Compr.}$$

$$\rho_1 := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = 0.0029 \quad \rho_{tesa} := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot H} = 0.0026 \quad \rho_{comp} := \frac{A_{comp}}{b_w \cdot H} = 0.0026$$

$$\rho_2 := 0.02$$

$$\rho_1 := \min(\rho_1, \rho_2) \quad \rho_1 = 0.0029$$

$$N_{ED} := 0 \cdot kN \quad (\text{Sforzo normale medio di compressione, positivo se di compressione})$$

$$A_c = 7200.0000 \text{ cm}^2 \quad (\text{Area Sezione})$$

$$\sigma_{cp} := \min\left(\frac{N_{ED}}{A_c}, 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 0.00 \text{ MPa}$$

$$R := (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 252.6938 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} := \max\left(\left(\frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot (MPa)^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d, (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d\right)$$

$$V_{Rd1} = 257.02 \text{ kN} \quad (\text{SFORZO DI TAGLIO RESISTENTE IN ASSENZA DI ARMATURE A TAGLIO})$$

$$R_{isultato} := \begin{cases} \text{if } V_{sd} < V_{Rd1} \\ \text{“SEZIONE VERIFICATA SENZA ARMATURA A TAGLIO”} \\ \text{else} \\ \text{“OCORRE ARMATURA A TAGLIO”} \end{cases}$$

$$R_{isultato} = \text{“SEZIONE VERIFICATA SENZA ARMATURA A TAGLIO”}$$

$$A_{sw} := 4 \cdot 1.13 \text{ cm}^2 = 4.5200 \text{ cm}^2$$

$$s := 20 \text{ cm}$$

$$\alpha := 90 \text{ deg}$$

$$\theta := 22 \cdot \text{deg}$$

$$\alpha_c := \begin{cases} \text{if } N_{ED} \leq 0 \\ 1 \\ \text{if } 0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \\ \text{if } 0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd} \\ 1.25 \\ \text{if } 0.5 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd} \\ 2.5 \cdot \left(1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}}\right) \end{cases}$$

$$\cotg(\theta) = 2.4751 \quad \cotg(\alpha) := \frac{1}{\tan(\alpha)}$$

$$\sin(\alpha) = 1.0000$$

$$\sin(\theta) = 0.3746$$


$$\cotg(\theta) = 2.4751$$

$$\alpha_c = 1.0000 \quad f_{1cd} := 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$V_{Rsd} := 0.9 \cdot f_{yd} \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot d \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta)) \cdot \sin(\alpha) = 1083 \text{ kN}$$

(Resistenza lato armature [4.1.18])



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	161
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

$$V_{Rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{lcd} \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta))}{(1 + \cotg(\theta)^2)} = 1698.1323 \text{ kN}$$


(Resistenza lato CLS  
[4.1.19])

$$Verifica := \left\{ \begin{array}{l} \text{if } V_{sd} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \\ \quad \text{"SODDISFATTA"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"NON SODDISFATTA"} \end{array} \right\} = \text{"SODDISFATTA"}$$

$$V_{Rsd}(\theta) := 0.9 \cdot f_{yd} \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot d \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta)) \cdot \sin(\alpha)$$

$$V_{Rcd}(\theta) := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{lcd} \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta))}{(1 + \cotg(\theta)^2)}$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	162	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.6.3.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC2, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.3mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali ordinarie.

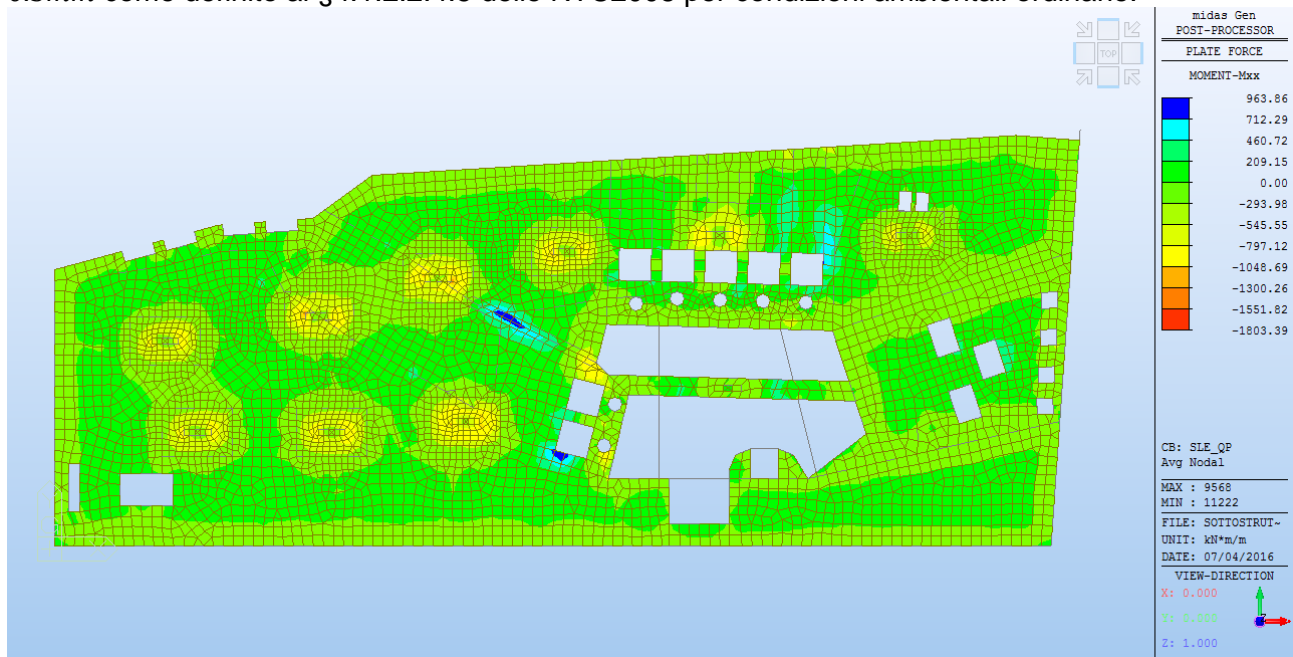


Figura 125. Soletta di copertura lato Vasca di Laminazione – Comb. QP - Momenti Mxx

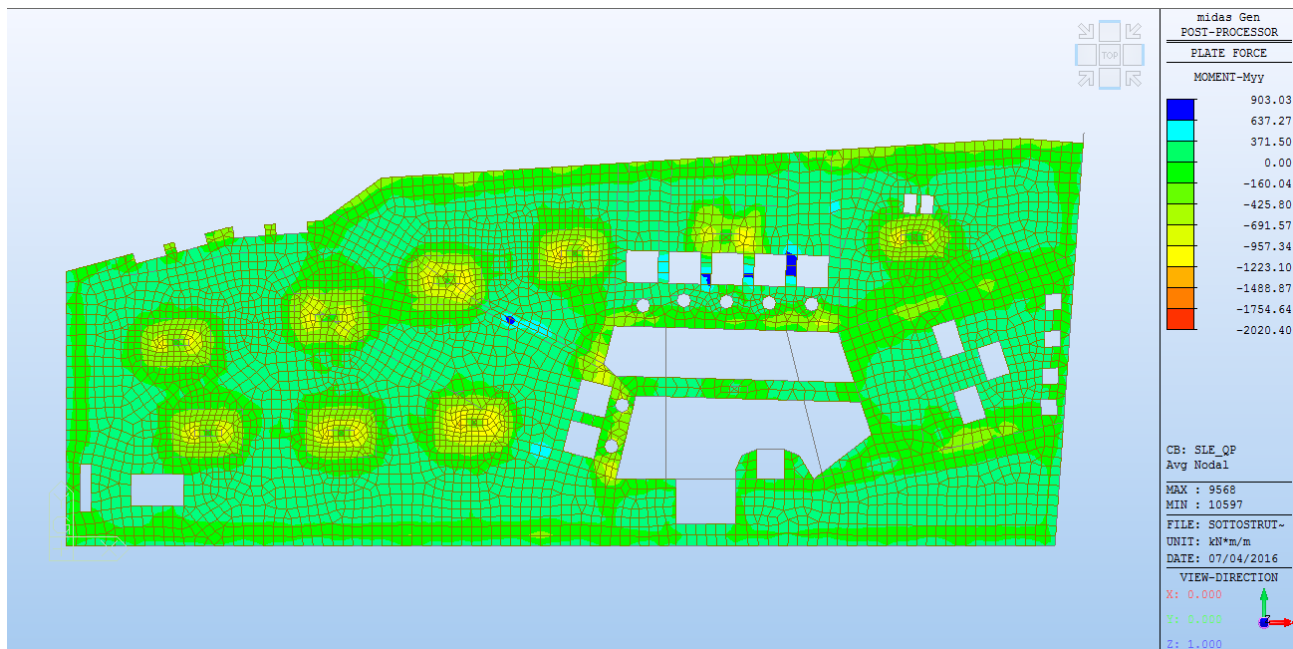



Figura 126. Soletta di copertura lato Vasca di Laminazione – Comb. QP - Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	163
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Per una sezione con armatura diffusa di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.- ☒ Metodo n

Materiali

B450C C28/35

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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

☐ Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$h := 60 \text{ cm}$$

$$B := 100 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 22 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.9 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := 22 \text{ mm}$$

$$A_s := 1901 \text{ mm}^2$$

$$x := 13.65 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 177.6 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 127.5 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.128 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01491$$

$$\epsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000517$$


$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 386.842 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.2 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	164
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

Per le travi ribassate le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	30.41	105

Sollecitazioni  
S.L.U. Metodo n

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

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

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

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

Materiali  
B450C C28/35

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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -4.896 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 236.8 N/mm²

Verifica  
N° iterazioni: 4

Precompresso ☐

ε<sub>s</sub> 1.184 ‰  
d 105 cm  
x 24.86 x/d 0.2367  
δ 0.7359


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 110 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 24 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 104.8 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 24 \text{ mm} \\
 A_s &:= 3041 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 24.86 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 236.8 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02339 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000886 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 310.416 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.275 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

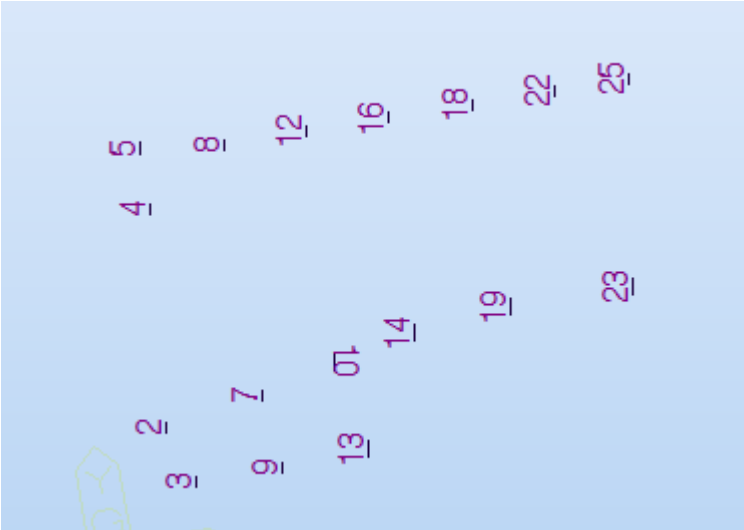
La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	165
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

7.6.4 VERIFICA AL PUNZONAMENTO BARRETTE

In seguito è riportata la verifica a punzonamento dei barrette in corrispondenza della soletta a quota +1.60m in corrispondenza della quale sono previsti dei capitelli di spessore complessivo pari a 1.10m.



Copertura Vasche – Involuppo sforzi assiali Pilastri sotto la Soletta di copertura

Si riporta l’involuppo delle sollecitazioni assiali massime:

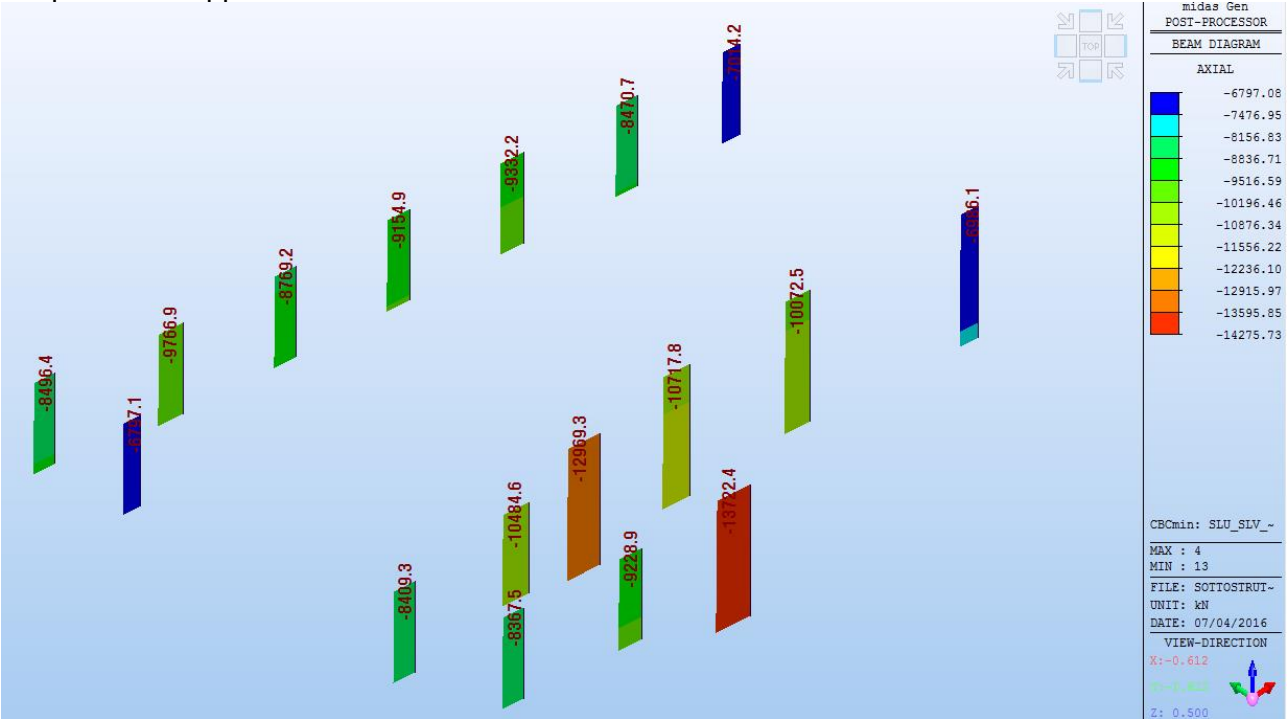



Figura 127. Copertura Vasche – Involuppo sforzi assiali Pilastri sotto la Soletta di copertura




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>166</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riporta la verifica a punzonamento in accordo con il paragrafo 6.4 dell'EC2.

PIL	deff (cm)	Ved (kN)	Dpil (cm)		hsol (cm)	u (m)	Arm. Diffusa		Arm. Aggiuntiva		As (cmq)	ro	k	vRdc (MPa)	vEd (MPa)	Sr (cm)	n_sp	fi_sp (mm)	Asw (cm)	fyd.eff	vRd.cs	c.s. u1	u0 (m)	vRd.max	vEd.u0	c.s. u1
							fi (cm)	int (cm)	fi (cm)	int (cm)																
2	105	8409.34	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.42	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.63	7.85	4.23	1.17	3.60
3	105	8367.48	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.42	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.64	7.85	4.23	1.17	3.62
4	105	6797.08	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.34	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.08	7.85	4.23	0.95	4.46
5	105	8496.35	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.43	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.61	7.85	4.23	1.18	3.57
7	105	10484.62	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.53	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.31	7.85	4.23	1.46	2.89
8	105	9766.93	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.49	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.40	7.85	4.23	1.36	3.10
9	105	9228.91	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.46	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.48	7.85	4.23	1.29	3.28
10	105	12969.32	250	60	110	19.39	22	20	24	20	41.63	0.38%	1.44	0.38	0.65	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.07	7.85	4.23	1.81	2.34
12	105	8769.23	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.44	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.56	7.85	4.23	1.22	3.46
13	105	13722.41	250	60	110	19.39	22	20	24	20	41.63	0.38%	1.44	0.38	0.69	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.01	7.85	4.23	1.91	2.21
14	105	10717.79	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.54	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.28	7.85	4.23	1.49	2.83
16	105	9154.88	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.46	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.50	7.85	4.23	1.28	3.31
18	105	9332.22	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.47	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.47	7.85	4.23	1.30	3.25
19	105	10072.54	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.50	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.36	7.85	4.23	1.40	3.01
22	105	8470.66	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.42	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.62	7.85	4.23	1.18	3.58
23	105	6986.11	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.35	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.05	7.85	4.23	0.97	4.34
25	105	7014.17	250	60	110	19.39	22	20	22	20	38.01	0.35%	1.44	0.37	0.35	25	30	12	33.93	391.30	0.69	1.05	7.85	4.23	0.98	4.32



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	167	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 7.6.5 VERIFICA SOLETTA DI COPERTURA NUOVO CANALE AUSA

### 7.6.5.1 VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dalla modellazione della soletta di copertura in corrispondenza del nuovo canale Ausa e le relative verifiche.

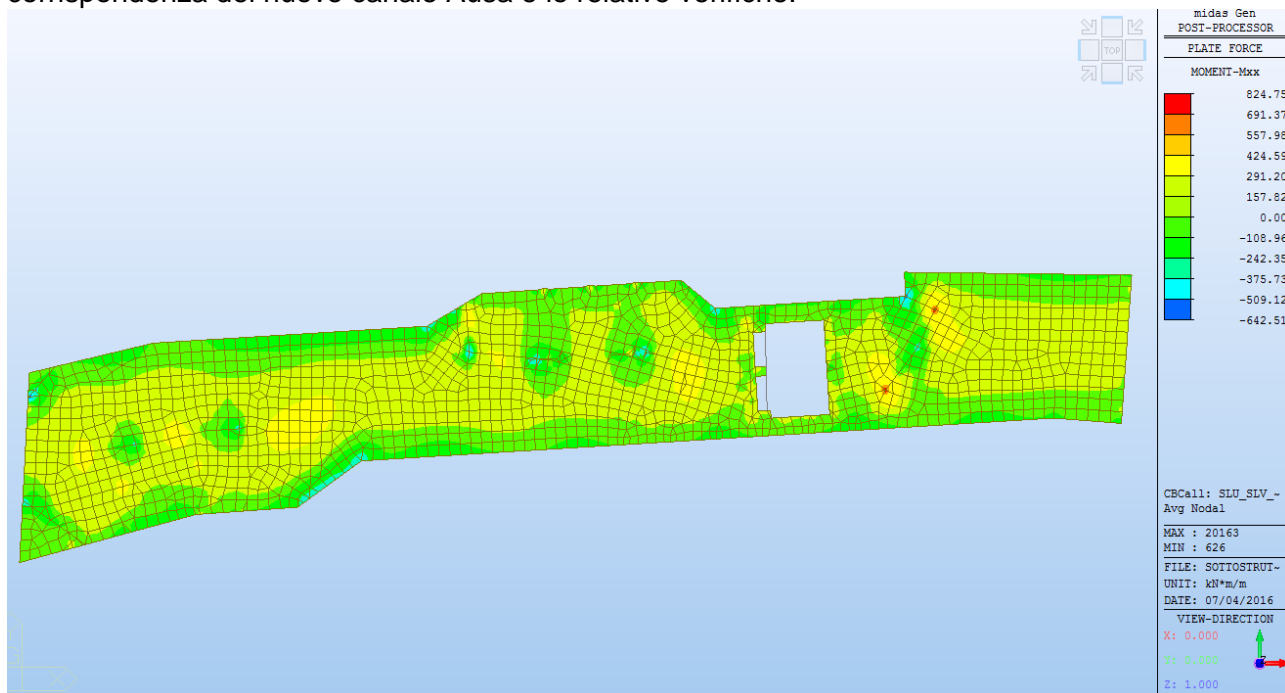


Figura 128. Soletta di copertura Canale Ausa – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Mxx

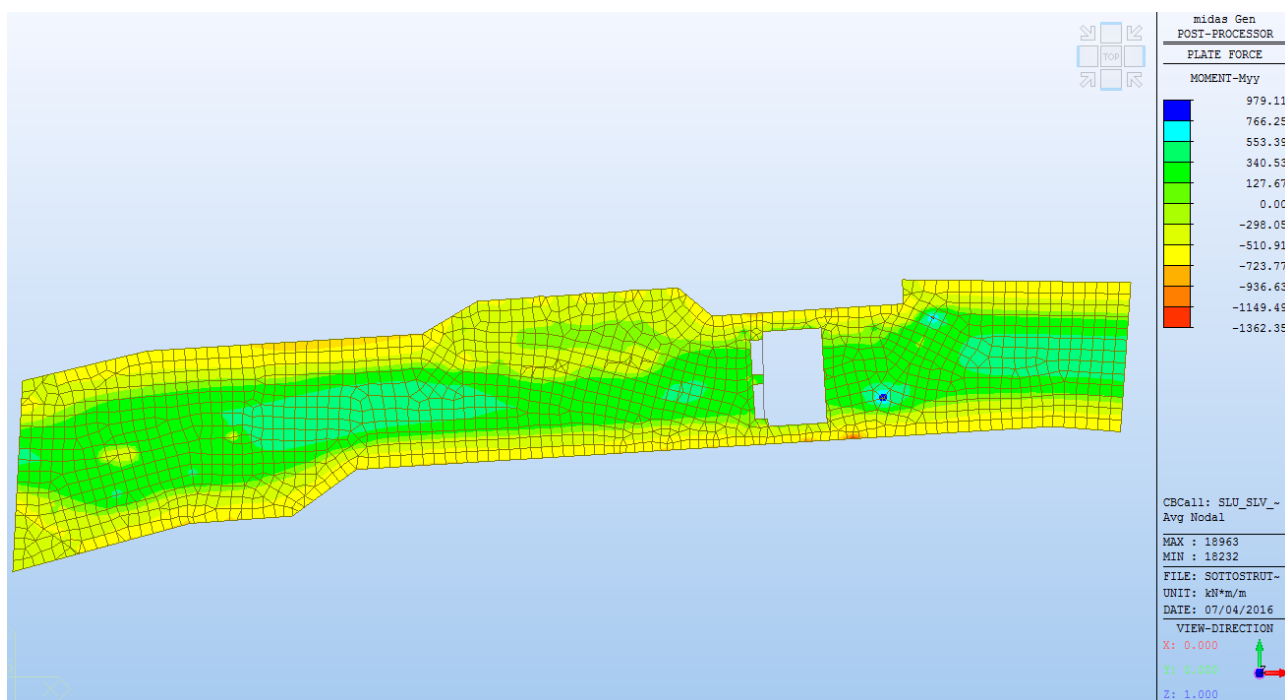



Figura 129. Soletta di copertura Canale Ausa – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	168
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

E' prevista un'armatura trasversale diffusa inferiore e superiore composta da  $1\phi 24/20''$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	22.62	55

**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

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>cl</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 461.7 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 30.96 ‰  
d 55 cm  
x 5.586 x/d 0.1016  
δ 0.7

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

**Sezi...** File

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 1050 cm Col. modello  
☐ Precompresso

Nella porzione di copertura maggiormente sollecitata in mezzeria è prevista di un'armatura aggiuntiva inferiore composta da  $1\phi 20/20''$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	38.33	55

**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

**Materiali**  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>cl</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 767.9 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 22.07 ‰  
d 55 cm  
x 7.528 x/d 0.1369  
δ 0.7

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


**Sezi...** File

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 1050 cm Col. modello  
☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	169	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza delle pareti è prevista un'armatura aggiuntiva superiore composta da 1 $\phi$ 24/20"

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	45.24	5
2	22.62	55

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

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

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M<sub>xRd</sub> -900.8 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  18.87 ‰  
d 55 cm  
x 8.607 x/d 0.1565  
 $\delta$  0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett. 100  
 Calcola MRd Dominio M-N  
 L<sub>0</sub> 1050 cm Col. modello  
☐ Precompresso

E' prevista un'armatura longitudinale diffusa inferiore e superiore composta da 1 $\phi$ 22/20"

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

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

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M<sub>xRd</sub> 390.9 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  33.08 ‰  
d 55 cm  
x 5.262 x/d 0.09568  
 $\delta$  0.7


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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	170	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza dei pilastri delle strutture superiori per i quali si hanno le sollecitazioni massime è prevista un'armatura aggiuntiva inferiore composta da 1 $\phi$ 20/20

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	34.71	55

**Sollecitazioni**  
 S.L.U.  **Metodo n**  
 N<sub>Ed</sub>  kN  
 M<sub>Ed</sub>  kNm  
 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

**Materiali**  
☒ B450C    ☐ C28/35  
 $\epsilon_{su}$   ‰     $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²     $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²     $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$       $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰     $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²     $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

**M**  $M_{xRd}$   kN m  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x     x/d   
 $\delta$


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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta    ☐ Deviata

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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	171	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.6.5.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC2, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.3mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali ordinarie.

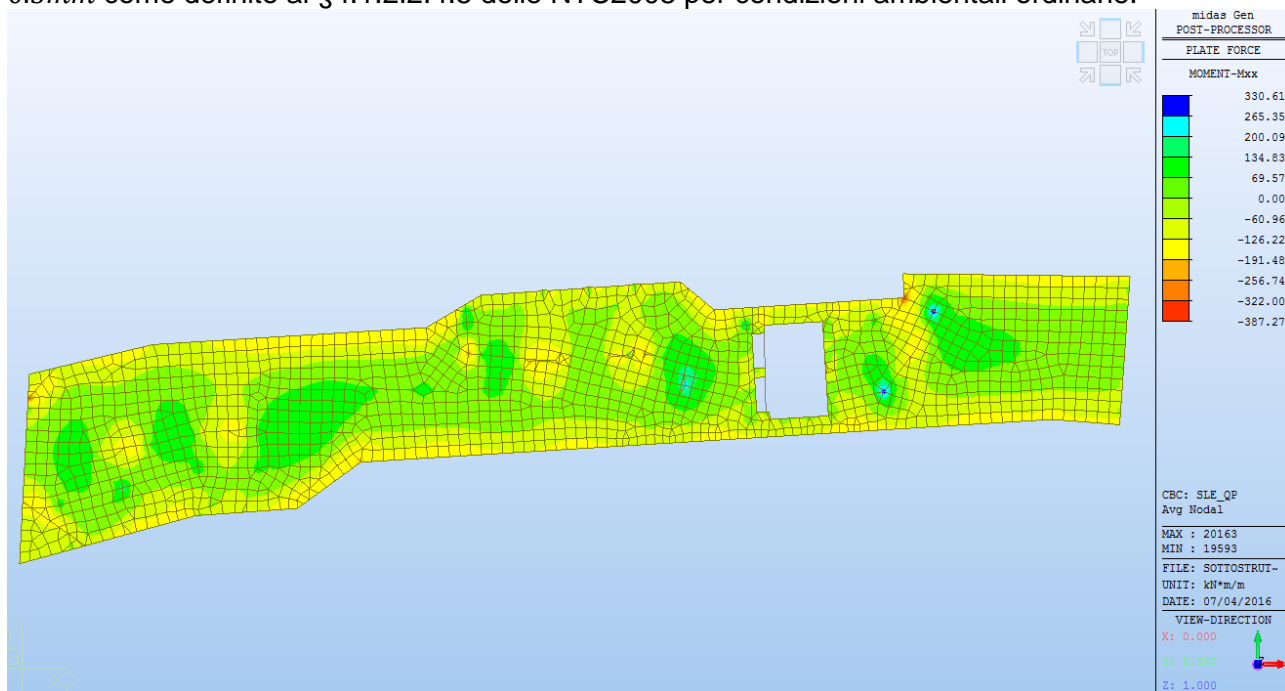


Figura 130. Soletta di copertura Canale Ausa – Comb. QP - Momenti Mxx

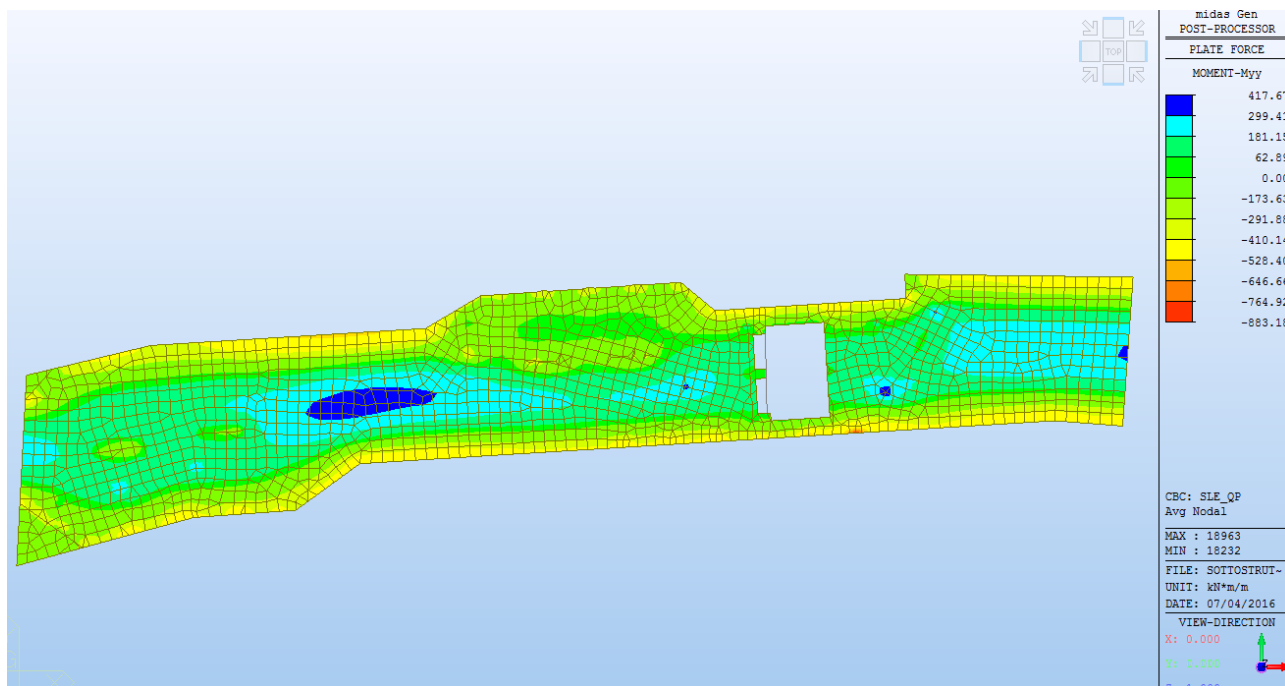



Figura 131. Soletta di copertura Canale Ausa – Comb. QP - Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	172	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Per una sezione longitudinale con armatura diffusa di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo: \_\_\_\_\_

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

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	22.62	55

Sollecitazioni: S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

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

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

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

Materiali: B450C C28/35

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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -5.264 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 220.5 N/mm²

ε<sub>s</sub> 1.102 ‰  
d 55 cm  
x 14.5 x/d 0.2637  
δ 0.7696

Verifica N° iterazioni: 4

Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$h := 60 \text{ cm}$$

$$B := 100 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 24 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.8 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := 24 \text{ mm}$$

$$A_s := 2262 \text{ mm}^2$$

$$x := 14.5 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 220.5 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.0174$$

$$\varepsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000727$$


$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 370.483 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.27 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	173	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Per una sezione longitudinale con armatura aggiuntiva inferiore di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	22.62	5
2	38.33	55

**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 Sezione**  
☒ Rettang.re    ☐ Trapezi  
☐ a T    ☐ Circolare  
☐ Rettangoli    ☐ Coord.

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

**Materiali**  
 B450C    C28/35

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>  N/mm²  
 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>  N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²    τ<sub>co</sub>  N/mm²  
    τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
 σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>s</sub>  ‰  
 d  cm  
 x     x/d     δ

**Verifica**      N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 60 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 24 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.8 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= \frac{5 \cdot \left( (24 \text{ mm})^2 + (20 \text{ mm})^2 \right)}{5 \cdot (24 \text{ mm} + 20 \text{ mm})} = 22.182 \text{ mm} \\
 A_s &:= 3833 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 14.5 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 207 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02948 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000788 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 263.894 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.208 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>174</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.6.5.3 VERIFICA DELLA TRAVE R30x110

Si riportano in seguito gli involuپی delle sollecitazioni e le verifiche della trave con sezione rettangolare R30x110cm in corrispondenza delle paratoie:

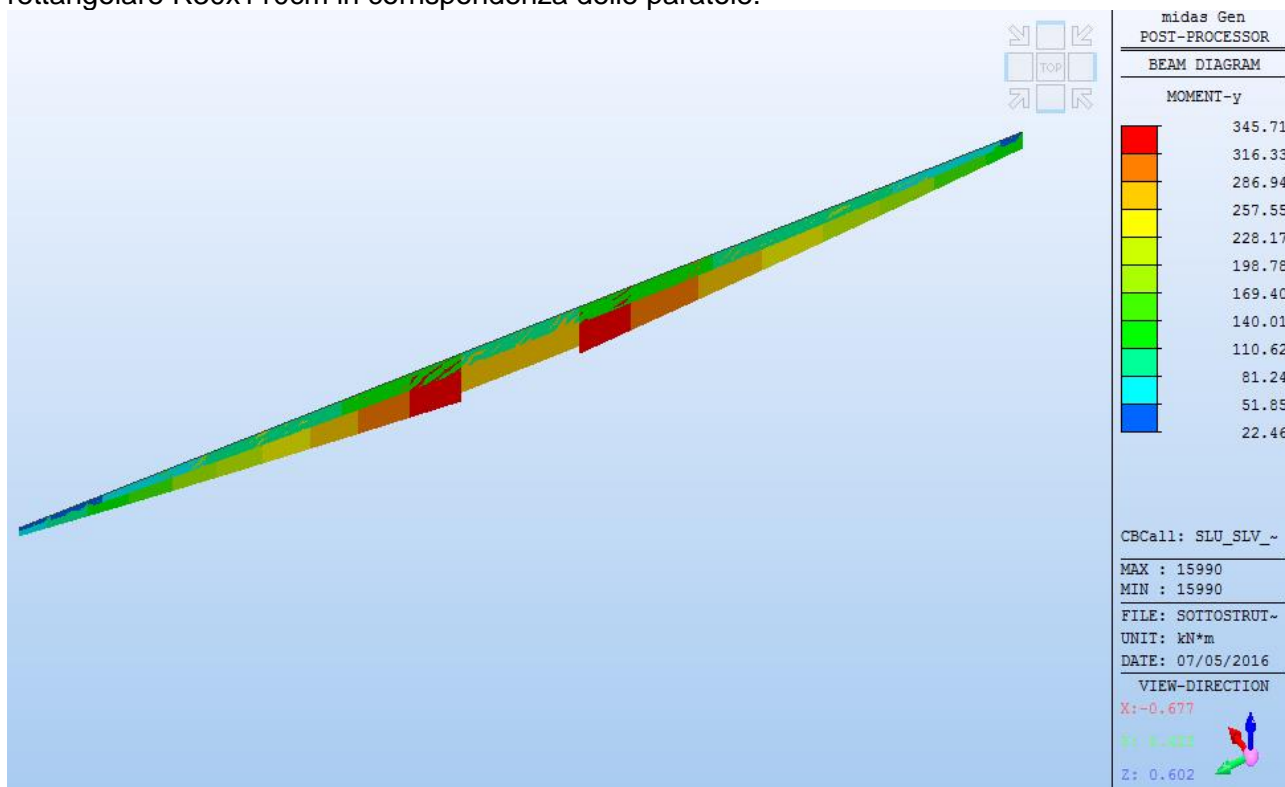


Figura 132. Trave R30x110 Zona Paratoie – Involuppo Comb. SLU SLV - Momento My

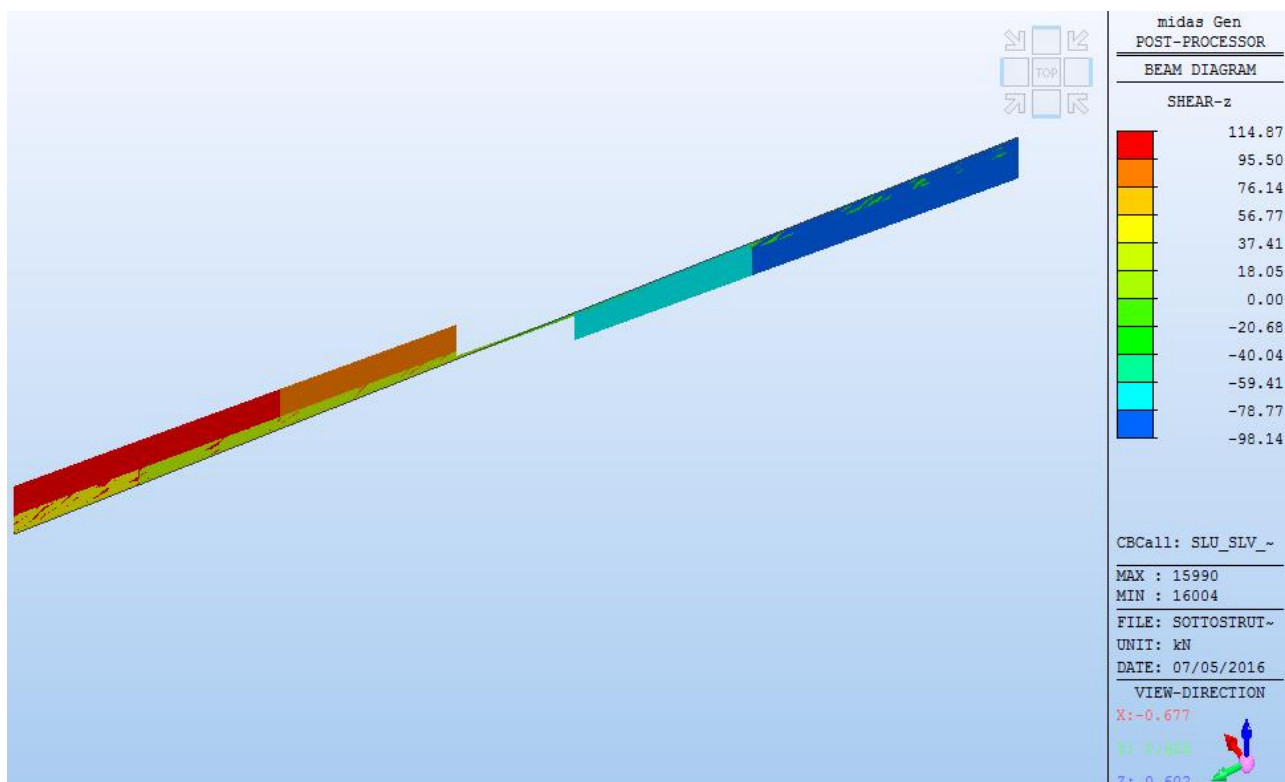



Figura 133. Trave R30x110 Zona Paratoie – Involuppo Comb. SLU SLV - Taglio Fz

Il momento resistente è stato calcolato come segue:



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	175
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Titolo :

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	6.28	5
2	9.42	105

Sollecitazioni  
S.L.U. Metodo n

N Ed   kN  
M xEd   kNm  
M yEd

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

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali  
B450C C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M xRd  kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 51.57 ‰  
d 105 cm  
x 6.673 x/d 0.06355  
δ 0.7

Tipo Sezione  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

Tipo flessione  
☒ Retta ☐ Deviata

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

La verifica a taglio è riportata in seguito:

#### VERIFICA A TAGLIO DI UNA SEZIONE IN C.A. (NTC2008)

$$V_{sd} := 115 \cdot \text{kN} \quad (\text{Taglio sollecitante di calcolo})$$

$$R_{ck} := 35 \cdot \text{MPa}$$

$$f_{ck} := 0.83 \cdot R_{ck} \quad f_{ck} = 29.05 \text{ MPa}$$

$$\gamma_c := 1.5 \quad (\text{coefficiente di sicurezza parziale calcestruzzo})$$

$$f_{yk} := 450 \cdot \text{MPa} \quad \gamma_s := 1.15$$

$$f_{yd} := \frac{f_{yk}}{\gamma_s} \quad f_{yd} = 391.3043 \text{ MPa}$$

$$\alpha_{cc} := 0.85$$

$$f_{cd} := \alpha_{cc} \cdot \frac{f_{ck}}{\gamma_c} \quad f_{cd} = 16.46 \text{ MPa}$$

$$H := 110 \cdot \text{cm} \quad (\text{Altezza sezione})$$


$$b_w := 30 \cdot \text{cm} \quad (\text{Larghezza minima sezione})$$

$$c := 5 \cdot \text{cm} \quad (\text{Copriferro})$$

$$d := H - c \quad d = 105.00 \text{ cm}$$

$$A_c := H \cdot b_w = 0.3300 \text{ m}^2$$



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	176
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

VERIFICA PER ELEMENTI SENZA ARMATURA A TAGLIO

$$k_1 := 1 \cdot \frac{mm}{mm} + \left( \frac{200 \cdot mm}{d} \right)^{\frac{1}{2}}$$

(Valore che deve essere inferiore od uguale a 2)

$$k := \min(k_1, 2) \qquad k = 1.4364$$

$$v_{min} := 0.035 \cdot k^{\frac{3}{2}} \cdot \left( \frac{f_{ck}}{MPa} \right)^{\frac{1}{2}} \cdot MPa = 0.3248 \text{ MPa}$$

$A_{sl} := 9.42 \text{ cm}^2$ 

Armatura Longitudinale tesa

 $A_{comp} := 6.28 \text{ cm}^2$ 

Armatura Longitudinale Compr.

$$\rho_1 := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot d} = 0.0030 \qquad \rho_{tesi} := \frac{A_{sl}}{b_w \cdot H} = 0.0029 \qquad \rho_{comp} := \frac{A_{comp}}{b_w \cdot H} = 0.0019$$

$$\rho_2 := 0.02$$

$$\rho_1 := \min(\rho_1, \rho_2) \qquad \rho_1 = 0.0030$$

$N_{ED} := 0 \cdot kN$ 

(Sforzo normale medio di compressione, positivo se di compressione)

$$A_c = 3300.0000 \text{ cm}^2 \qquad \text{(Area Sezione)}$$

$$\sigma_{cp} := \min\left(\frac{N_{ED}}{A_c}, 0.2 \cdot f_{cd}\right) = 0.00 \text{ MPa}$$

$$R := (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d = 102.3013 \text{ kN}$$

$$V_{Rd1} := \max\left(\left(\frac{0.18 \cdot k \cdot (100 \cdot \rho_1 \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}} \cdot (MPa)^{\frac{2}{3}}}{\gamma_c} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}\right) \cdot b_w \cdot d, (v_{min} + 0.15 \cdot \sigma_{cp}) \cdot b_w \cdot d\right)$$

$$V_{Rd1} = 111.62 \text{ kN} \qquad \text{(SFORZO DI TAGLIO RESISTENTE IN ASSENZA DI ARMATURE A TAGLIO)}$$

$R_{isultato} := \begin{cases} \text{if } V_{sd} < V_{Rd1} \\ \quad \text{“SEZIONE VERIFICATA SENZA ARMATURA A TAGLIO”} \\ \text{else} \\ \quad \text{“OCCORRE ARMATURA A TAGLIO”} \end{cases}$

$$R_{isultato} = \text{“OCCORRE ARMATURA A TAGLIO”}$$

$A_{sw} := 2 \cdot 0.78 \text{ cm}^2 = 1.5600 \text{ cm}^2$ 
 $s := 15 \text{ cm}$ 
 $\alpha := 90 \text{ deg}$

$\theta := 24 \cdot \text{deg}$

$$\alpha_c := \begin{cases} \text{if } N_{ED} \leq 0 \\ \quad \left| \begin{array}{l} 1 \\ \text{if } 0 \leq \sigma_{cp} \leq 0.25 \cdot f_{cd} \\ \quad 1 + \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \end{array} \right| \\ \text{if } 0.25 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq 0.5 \cdot f_{cd} \\ \quad 1.25 \\ \text{if } 0.5 \cdot f_{cd} \leq \sigma_{cp} \leq f_{cd} \\ \quad 2.5 \cdot \left( 1 - \frac{\sigma_{cp}}{f_{cd}} \right) \end{cases}$$

$\cotg(\theta) = 2.2460 \cotg(\alpha) := \frac{1}{\tan(\alpha)}$ 
 $\sin(\alpha) = 1.0000$ 
 $\sin(\theta) = 0.4067$ 
 $\cotg(\theta) = 2.2460$


$$\alpha_c = 1.0000 \qquad f_{1cd} := 0.5 \cdot f_{cd}$$

$$V_{Rsd} := 0.9 \cdot f_{yd} \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot d \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta)) \cdot \sin(\alpha) = 864 \text{ kN} \qquad \text{(Resistenza lato armature [4.1.18])}$$

$$V_{Rcd} := \frac{0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{1cd} \cdot (\cotg(\alpha) + \cotg(\theta))}{(1 + \cotg(\theta)^2)} = 867.0424 \text{ kN} \qquad \text{(Resistenza lato CLS [4.1.19])}$$

$Verifica := \begin{cases} \text{if } V_{sd} < \min(V_{Rsd}, V_{Rcd}) \\ \quad \text{“SODDISFATTA”} \\ \text{else} \\ \quad \text{“NON SODDISFATTA”} \end{cases}$ 
 $= \text{“SODDISFATTA”}$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	177
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

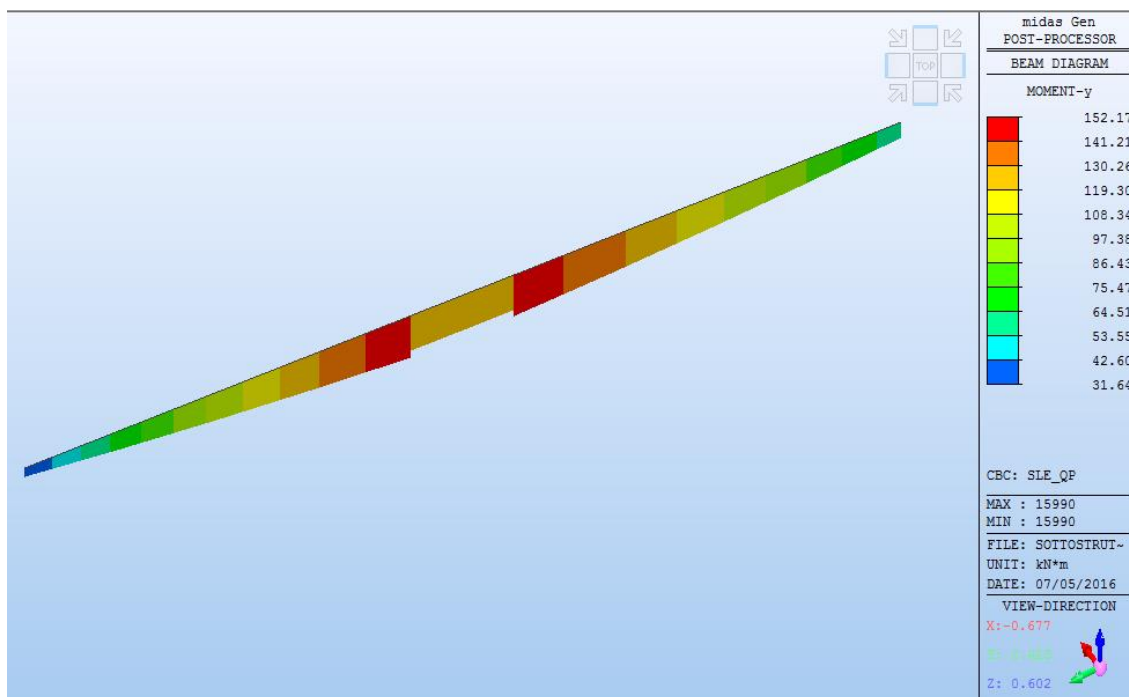


Figura 134. Trave R30x110 Zona Paratoie – Comb. QP - Momento My

Le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre 2 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	30	110

N°	As [cm²]	d [cm]
1	6.28	5
2	9.42	105

Sollecitazioni  
S.L.U. Metodo n

N	Ed	0	0	kN
M	xEd <td>0</td> <td>150</td> <th>kNm</th>	0	150	kNm
M	yEd <td>0</td> <td>0</td> <th></th>	0	0	

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

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

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

Materiali  
B450C C28/35

ε <sub>su</sub>	67.5	‰	ε <sub>c2</sub>	2	‰
f <sub>yd</sub> <td>391.3 <th>N/mm²</th> <td>ε<sub>cu</sub> <td>3.5 <th></th> </td></td></td>	391.3 <th>N/mm²</th> <td>ε<sub>cu</sub> <td>3.5 <th></th> </td></td>	N/mm²	ε <sub>cu</sub> <td>3.5 <th></th> </td>	3.5 <th></th>	
E <sub>s</sub> <td>200,000 <th>N/mm²</th> <td>f<sub>cd</sub> <td>15.87 <th></th> </td></td></td>	200,000 <th>N/mm²</th> <td>f<sub>cd</sub> <td>15.87 <th></th> </td></td>	N/mm²	f <sub>cd</sub> <td>15.87 <th></th> </td>	15.87 <th></th>	
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub> <td>15 <th></th> <td>f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> <td>0.8 <th>?</th> </td></td></td>	15 <th></th> <td>f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> <td>0.8 <th>?</th> </td></td>		f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub> <td>0.8 <th>?</th> </td>	0.8 <th>?</th>	?
ε <sub>syd</sub> <td>1.957 <th>‰</th> <td>σ<sub>c,adm</sub> <td>11 <th></th> </td></td></td>	1.957 <th>‰</th> <td>σ<sub>c,adm</sub> <td>11 <th></th> </td></td>	‰	σ <sub>c,adm</sub> <td>11 <th></th> </td>	11 <th></th>	
σ <sub>s,adm</sub> <td>255 <th>N/mm²</th> <td>τ<sub>co</sub> <td>0.6667 <th></th> </td></td></td>	255 <th>N/mm²</th> <td>τ<sub>co</sub> <td>0.6667 <th></th> </td></td>	N/mm²	τ <sub>co</sub> <td>0.6667 <th></th> </td>	0.6667 <th></th>	
			τ <sub>c1</sub> <td>1.971 <th></th> </td>	1.971 <th></th>	

σ<sub>c</sub> -3.421 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 163.8 N/mm²

Verifica


N° iterazioni: 4

ε<sub>s</sub> 0.819 ‰  
d 105 cm  
x 25.05 x/d 0.2385  
δ 0.7382

Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:




	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	178
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

$$\begin{aligned}
 h &:= 30 \text{ cm} \\
 B &:= 110 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 25 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 628 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 25.05 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 163.8 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 16.5 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.018 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.0346 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000606 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 234.264 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.142 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_2 = 0.3 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	179
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 7.6.6 VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI DELLA COPERTURA SULLA VASCA DI PRIMA PIOGGIA

Si riporta in seguito la numerazione dei pilastri:

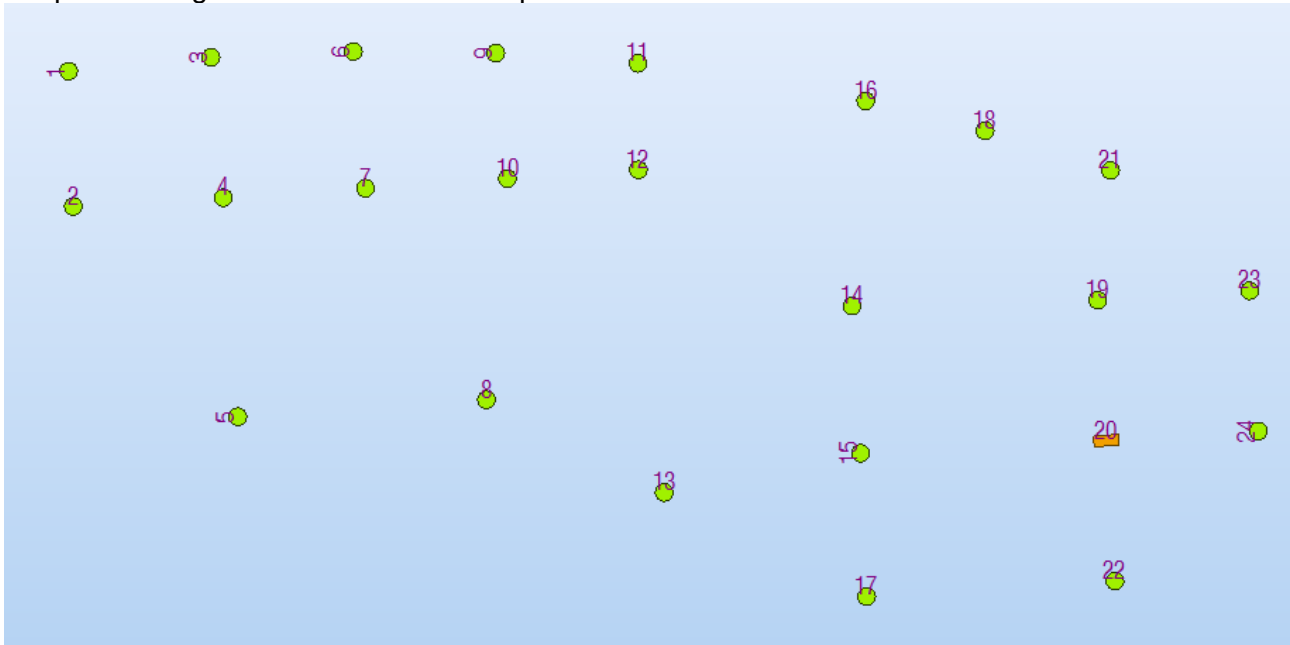


Figura 135. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Numerazione Pilastri

Si riporta l'involuppo delle sollecitazioni assiali massime:

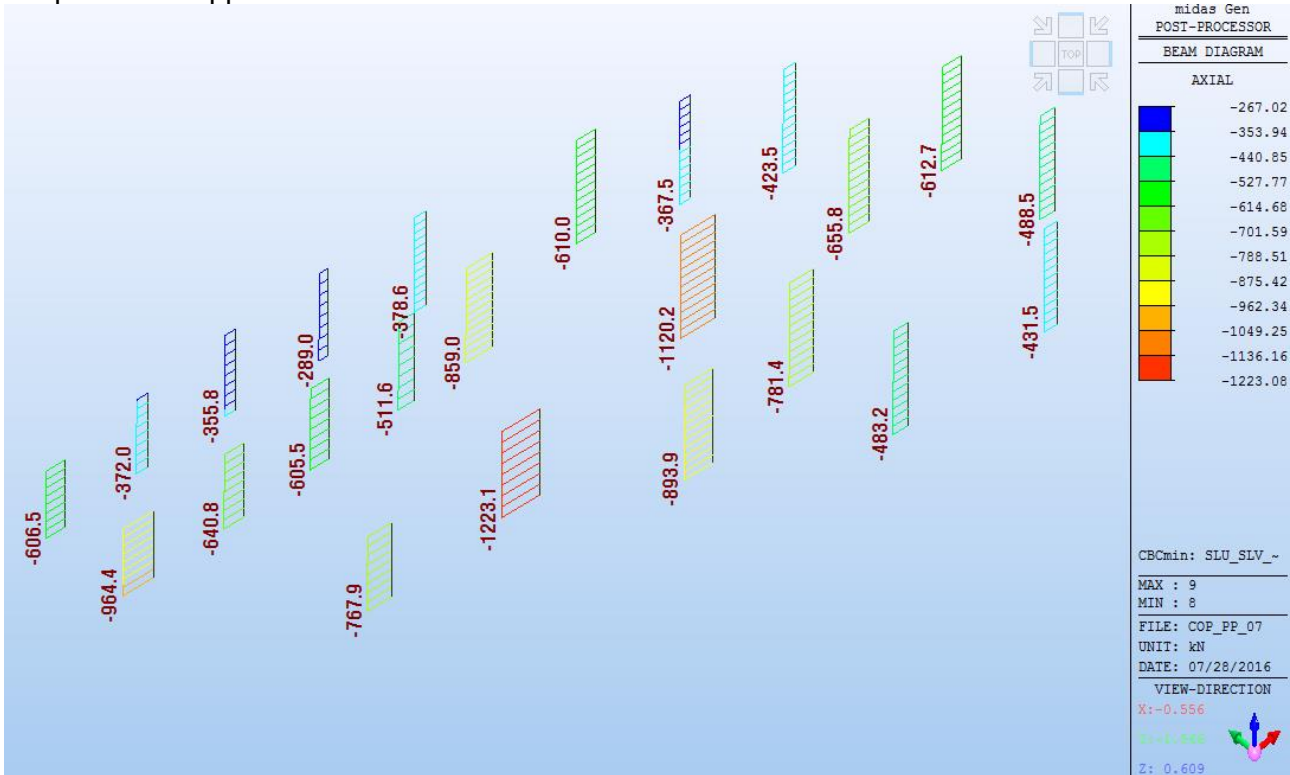



Figura 136. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Involuppo sforzi assiali Pilastri




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>180</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riporta la verifica a punzonamento in accordo con il paragrafo 6.4 dell'EC2 dei pilastri in falso sulla soletta a quota +1.60m.

PIL	d <sub>eff</sub> (cm)	V <sub>Ed</sub> (kN)	D <sub>pil</sub> (cm)	h <sub>sol</sub> (cm)	u (m)	Arm. Diffusa		Arm. Aggiuntiva		As (cm²)	ρ <sub>o</sub>	k	v <sub>Rdc</sub> (MPa)	v <sub>Ed</sub> (MPa)	u <sub>0</sub> (m)	v <sub>Rd,max</sub>	v <sub>Ed,u0</sub>	c.s. u1
						f <sub>i</sub> (cm)	int (cm)	f <sub>i</sub> (cm)	int (cm)									
1	55	606.55	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.15	1.57	4.74	0.81	5.88
3	55	372	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.09	1.57	4.74	0.50	9.58
5	55	767.93	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.19	1.57	4.74	1.02	4.64
6	55	355.79	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.09	1.57	4.74	0.47	10.02
8	55	1223.08	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.30	1.57	4.74	1.63	2.91
9	55	288.95	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.07	1.57	4.74	0.38	12.33
11	55	378.63	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.09	1.57	4.74	0.50	9.41
13	55	893.87	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.22	1.57	4.74	1.19	3.99
16	55	609.95	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.15	1.57	4.74	0.81	5.84
18	55	367.5	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.09	1.57	4.74	0.49	9.70
21	55	423.53	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.10	1.57	4.74	0.56	8.41
23	55	612.71	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.15	1.57	4.74	0.82	5.82
24	55	488.47	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.12	1.57	4.74	0.65	7.30



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	181
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

7.6.7 VERIFICA A PUNZONAMENTO DEI PILASTRI DELLA COPERTURA SULLA VASCA DI LAMINAZIONE

Si riporta in seguito la numerazione dei pilastri:

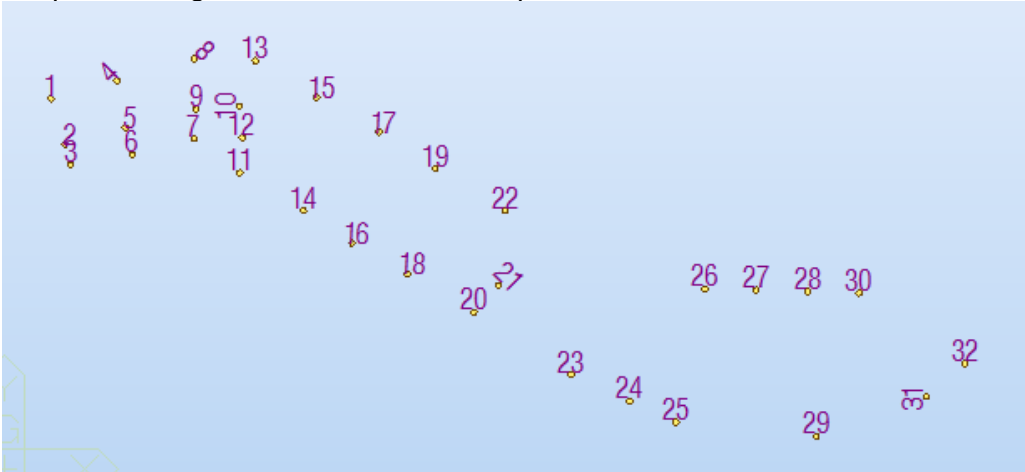


Figura 137. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Numerazione Pilastri

Si riporta l’inviluppo delle sollecitazioni assiali massime:

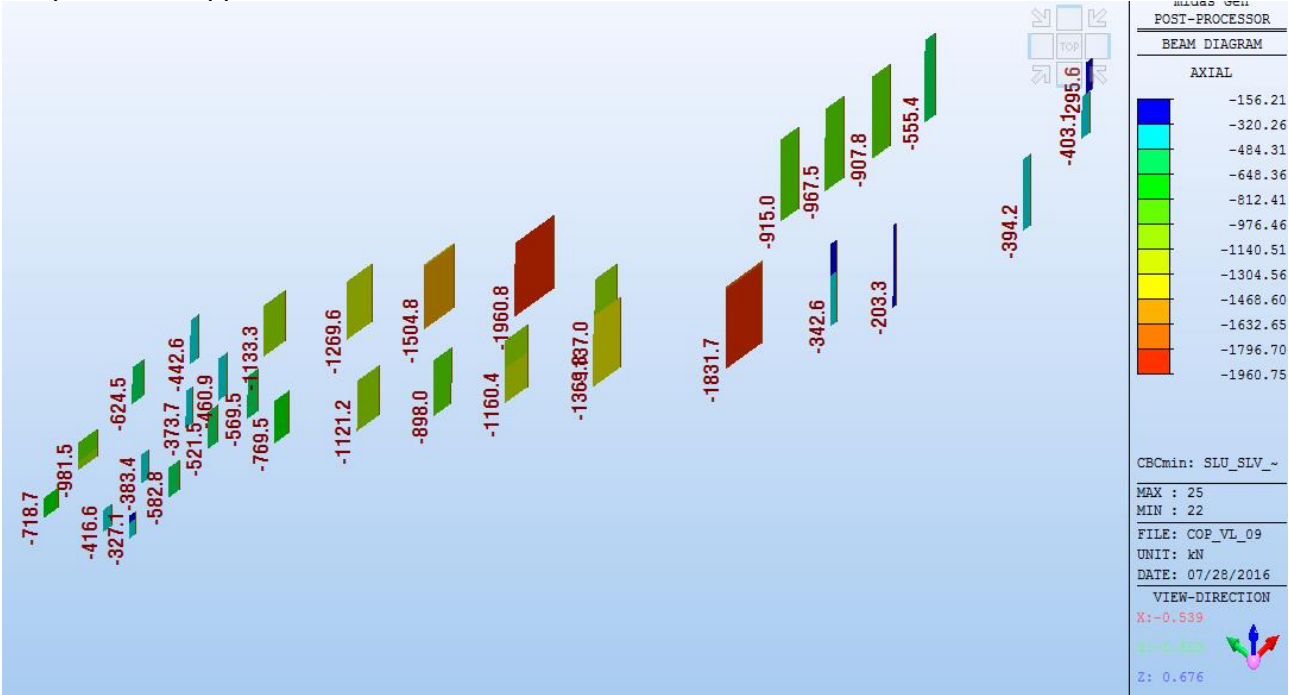



Figura 138. Copertura Fuori Terra Vasca di Prima Pioggia – Inviluppo sforzi assiali Pilastri




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>182</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

In seguito si riporta la verifica a punzonamento in accordo con il paragrafo 6.4 dell'EC2 dei pilastri in falso sulla soletta a quota +1.60m.

PIL	deff (cm)	VEd (kN)	Dpil (cm)	hsol (cm)	u (m)	Arm. Diffusa		Arm. Aggiuntiva		As (cmg)	ro	k	vRdc (MPa)	vEd (MPa)	u0 (m)	vRd.max	vEd.u0	c.s. u1
						fi (cm)	int (cm)	fi (cm)	int (cm)									
1	55	718.71	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.18	1.57	4.74	0.96	4.96
3	55	327.06	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.08	1.57	4.74	0.44	10.90
4	55	981.48	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.24	1.57	4.74	1.31	3.63
6	55	582.79	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.14	1.57	4.74	0.78	6.11
7	55	521.51	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.13	1.57	4.74	0.69	6.83
8	55	624.55	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.15	1.57	4.74	0.83	5.71
11	55	769.5	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.19	1.57	4.74	1.02	4.63
12	55	569.45	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.14	1.57	4.74	0.76	6.26
13	55	442.63	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.11	1.57	4.74	0.59	8.05
16	55	898.02	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.22	1.57	4.74	1.20	3.97
17	55	1269.55	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.31	1.57	4.74	1.69	2.81
18	55	1160.43	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.29	1.57	4.74	1.54	3.07
20	55	1369.82	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.34	1.57	4.74	1.82	2.60
21	55	1136.96	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.28	1.57	4.74	1.51	3.13
22	55	1960.75	50	60	8.48	22	20	22	20	38.01	0.63%	1.60	0.52	0.48	1.57	4.74	2.61	1.82
23	55	1831.73	50	60	8.48	22	20	24	20	41.63	0.69%	1.60	0.54	0.45	1.57	4.74	2.44	1.95
24	55	342.62	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.08	1.57	4.74	0.46	10.40
25	55	203.31	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.05	1.57	4.74	0.27	17.53
26	55	915.04	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.23	1.57	4.74	1.22	3.89
27	55	967.47	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.24	1.57	4.74	1.29	3.68
28	55	907.84	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.22	1.57	4.74	1.21	3.93
29	55	394.17	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.10	1.57	4.74	0.52	9.04
30	55	555.44	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.14	1.57	4.74	0.74	6.42
31	55	403.15	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.10	1.57	4.74	0.54	8.84
32	55	295.59	50	60	8.48	22	20	0	20	19.01	0.32%	1.60	0.42	0.07	1.57	4.74	0.39	12.06



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	183
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

7.7 VERIFICA CON CARICHI MOBILI

La soletta di copertura, al di fuori dall'ingombro dei fabbricati, è stata dimensionata per sopportare un carico mobile di entità pari a quello dei ponti di 1° categoria.

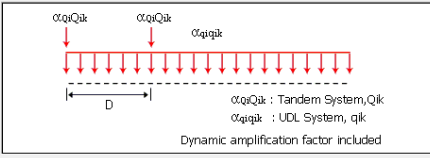
All'interno del modello di calcolo sono state introdotte diverse corsie di carico indipendenti. Per ogni corsia è stato applicato il carico definito modello di carico 1 definito all'interno dalla UNI EN 1991-2:2005 per la corsia Numero 1.

Load Type

☒ Load Model 1 / Fatigue Load Model 1
 ☐ Load Model 2,4 / Fatigue Load Model 2,4
 ☐ Load Model 3
 ☐ Load Model 3 (Straddling)
 ☐ Fatigue Load Model 3

Vehicular Load Properties

Vehicular Load Name :



$\alpha_{qk}Q_k$  : Tandem System,  $Q_k$   
 $\alpha_{qk}q_k$  : UDL System,  $q_k$

Dynamic amplification factor included

Location	Tandem System		UDL System	
	Adjustment Factor	Axle Loads (kN)	Adjustment Factor	Uniformly Dist. Loads (kN/m²)
Lane Number1	1	300	1	9
Lane Number2	1	200	1	2.5
Lane Number3	1	100	1	2.5
Other Lanes & Remaining Area	0	0	1	2.5

D :  m

Phi :

Psi factor for Tandem System

Psi factor for UDL System

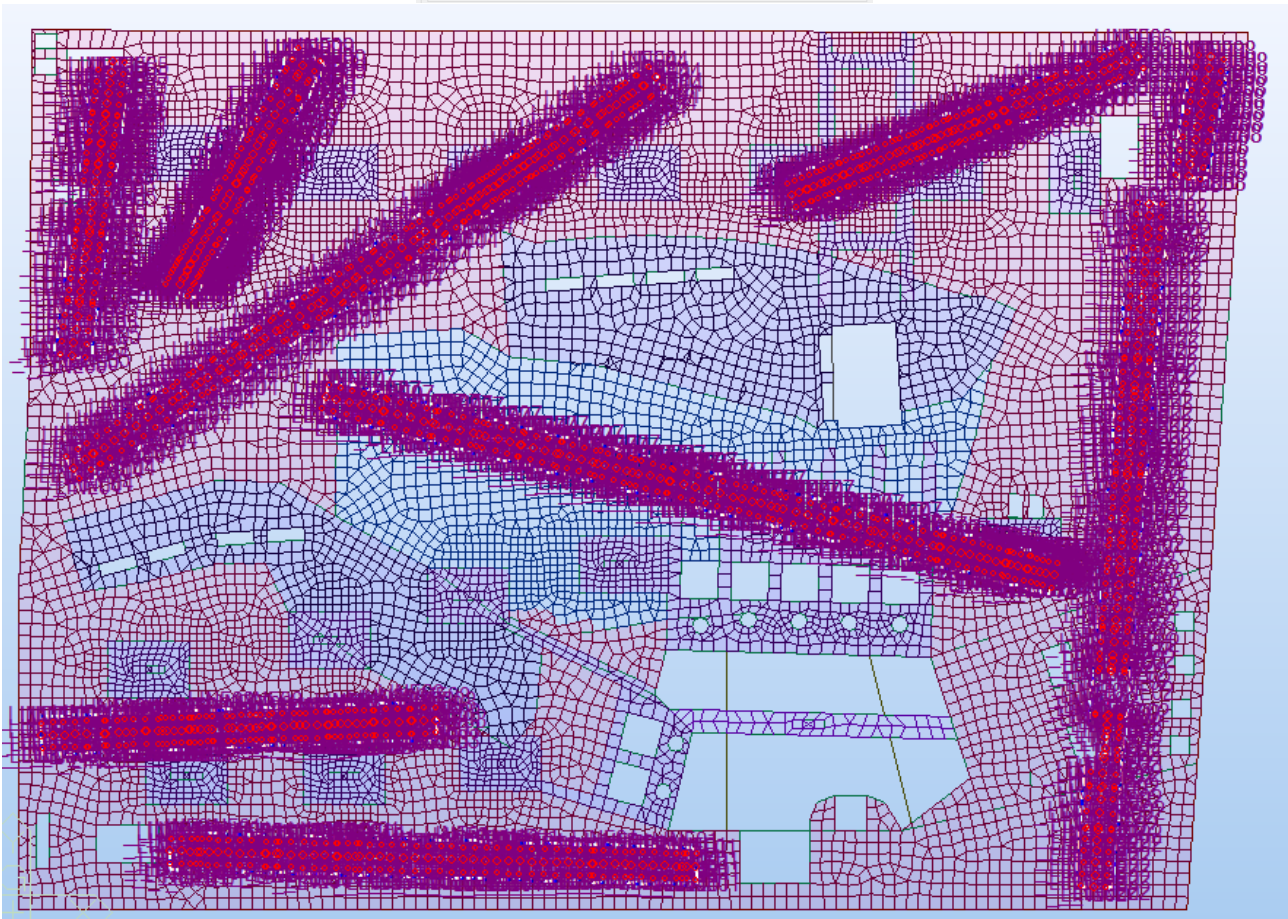



Figura 139. Copertura Vasche – Pianta Corsie Di Carico



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	184	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riportano le sollecitazioni ottenute allo stato limite ultimo:



Figura 140. Copertura Vasche – Inviluppo Momenti Mxx – SLU con Carichi Mobili

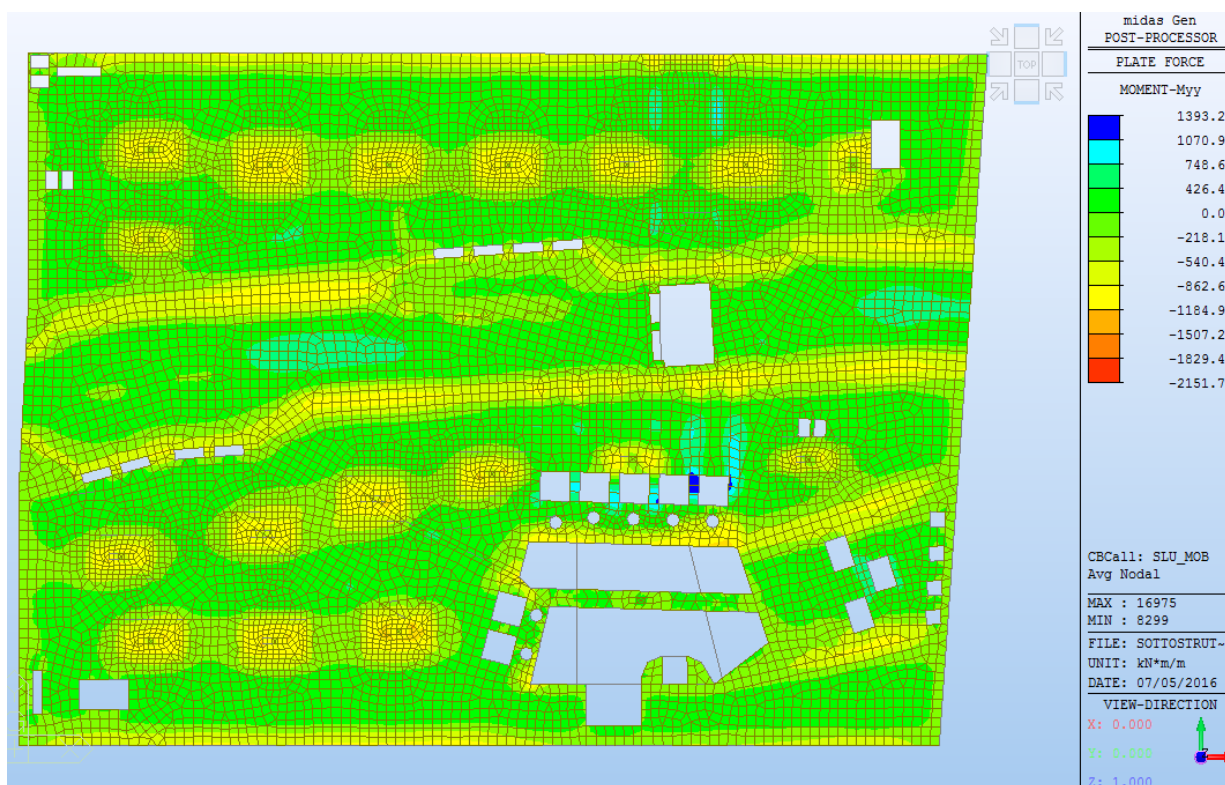

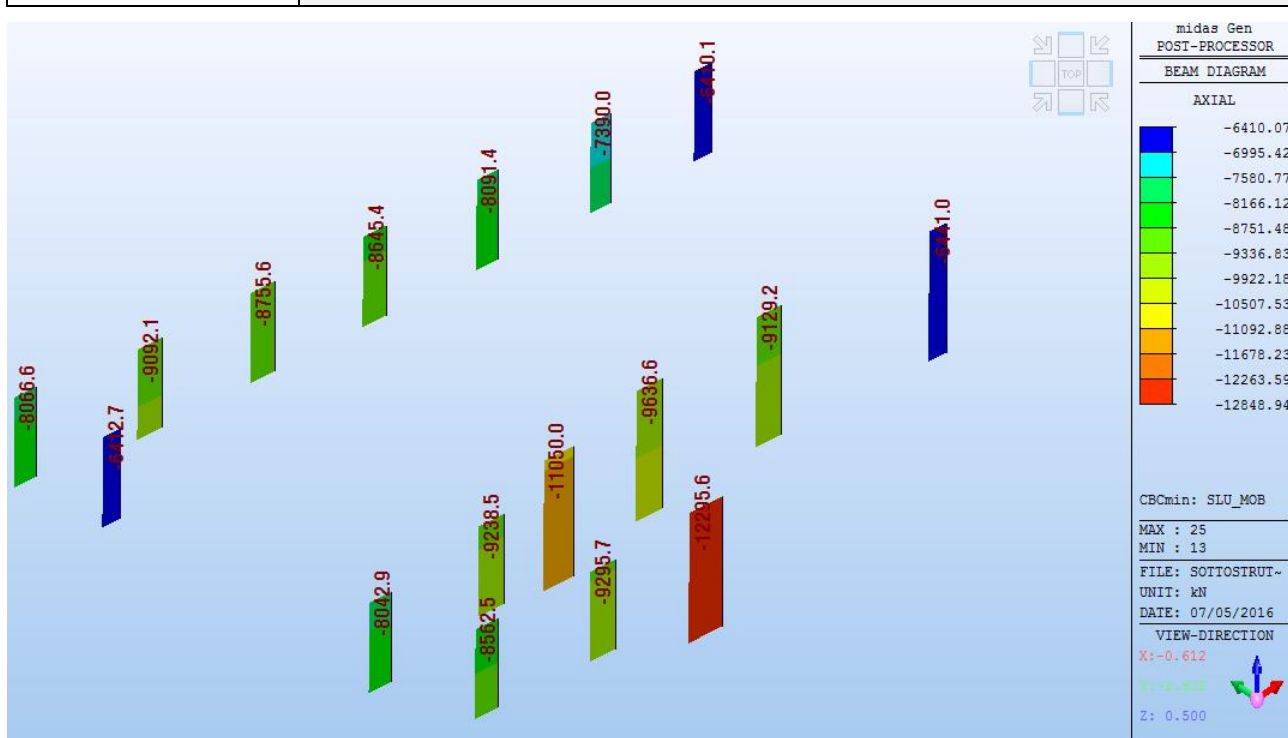


Figura 141. Copertura Vasche – Inviluppo Momenti Myy – SLU con Carichi Mobili




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	185
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				



**Figura 142. Copertura Vasche – Inviluppo sforzi assiali Pilastri sotto la Soletta di copertura – SLU con Carichi Mobili**

Le sollecitazioni ottenute sono inferiori rispetto a quanto ottenuto per le verifiche agli stati limite ultimo mostrate ai paragrafi precedenti, per questo motivo la soletta di copertura è da ritenersi verificata per carichi mobili per ponti di I° categoria.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	186	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 7.8 VERIFICA SOLETTA DI FONDO CANALE AUSA

### 7.8.1 VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO

Si riportano di seguito i risultati ottenuti dalla modellazione della soletta di fondo del nuovo canale Ausa, composta da una soletta piena di spessore 100cm.

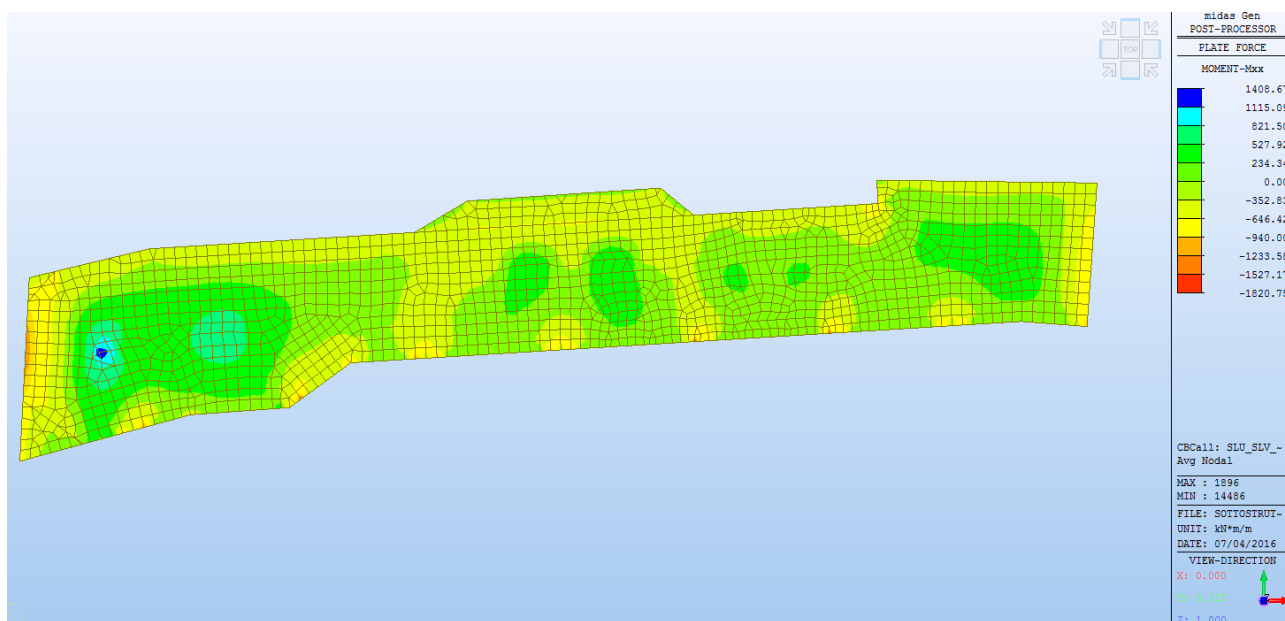


Figura 143. Soletta di Fondo Canale Ausa – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Mxx

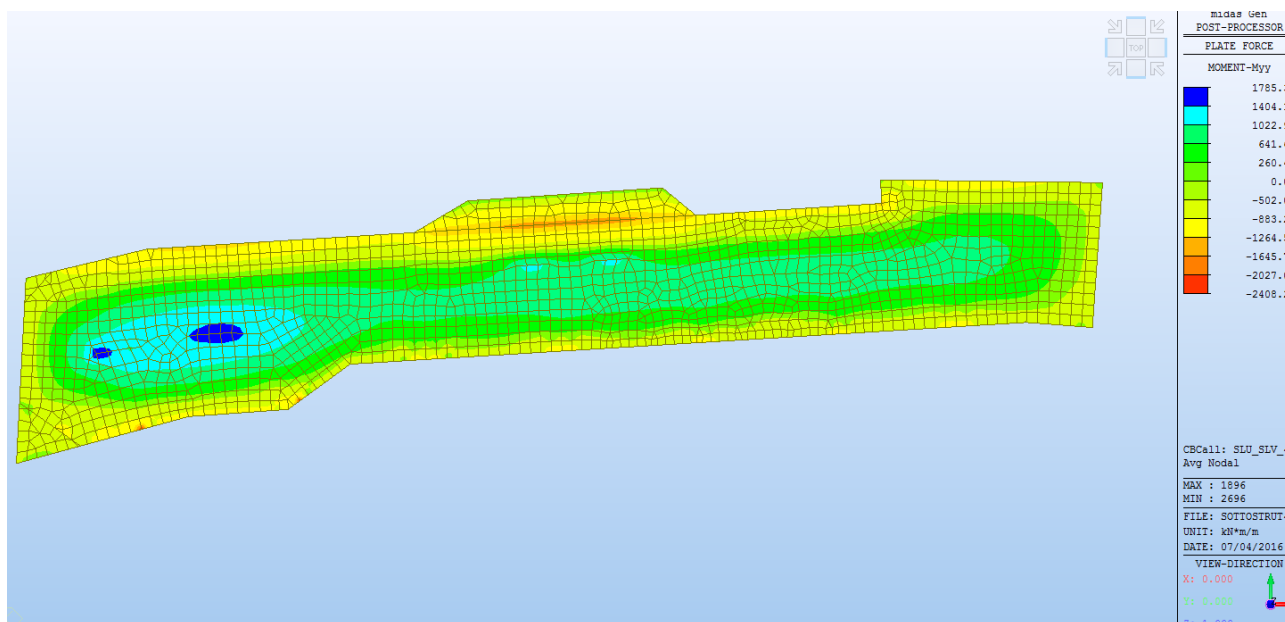



Figura 144. Soletta di Fondo Canale Ausa – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	187	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

E' prevista un'armatura trasversale diffusa inferiore composta da  $1\phi 24/20''$  e superiore composta da  $1\phi 20/20''$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	22.62	95

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87 N/mm²  
 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> 11 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 815.8 kNm  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 54.35 ‰  
 d 95 cm  
 x 5.748 x/d 0.0605  
 δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

In corrispondenza delle pareti laterali è prevista un'armatura aggiuntiva superiore composta da  $1\phi 24/20''$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	38.33	5
2	22.62	95

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. Metodo n  
 N<sub>Ed</sub> 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 kNm

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87 N/mm²  
 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> 11 N/mm²  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> -1.368 kNm  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 40.71 ‰  
 d 95 cm  
 x 7.521 x/d 0.07917  
 δ 0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	188	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In corrispondenza dei massimi momenti positivi è prevista un'armatura aggiuntiva inferiore composta da  $1\phi 24/20$ "

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	45.24	95

**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

**Materiali**  
B450C      C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²      τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 1.605 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 30.99 ‰  
d 95 cm  
x 9.641      x/d 0.1015  
δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

E' prevista un'armatura longitudinale diffusa inferiore e superiore composta da  $1\phi 20/20$

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	95

**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

**Materiali**  
B450C      C28/35  
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> 15.87  
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> 11  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm²      τ<sub>co</sub> 0.6667  
τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 571.8 kN m  
σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
ε<sub>s</sub> 64.24 ‰  
d 95 cm  
x 4.909      x/d 0.05167  
δ 0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	189	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

E' prevista un'armatura longitudinale aggiuntiva inferiore composta da 1 $\phi$ 24/20 in corrispondenza dei massimi momenti positivi:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	38.33	95

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

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

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo rottura**  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

**B450C** **C28/35**

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   N/mm²  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$   N/mm²  
 $\tau_{c1}$   N/mm²

**M<sub>xRd</sub>**  kN m

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  cm x/d   
 $\delta$

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**

☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n

**Tipo flessione**

☒ Retta ☐ Deviata


N° rett.

**Calcola MRd** **Dominio M-N**

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	190	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 7.8.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione della soletta è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

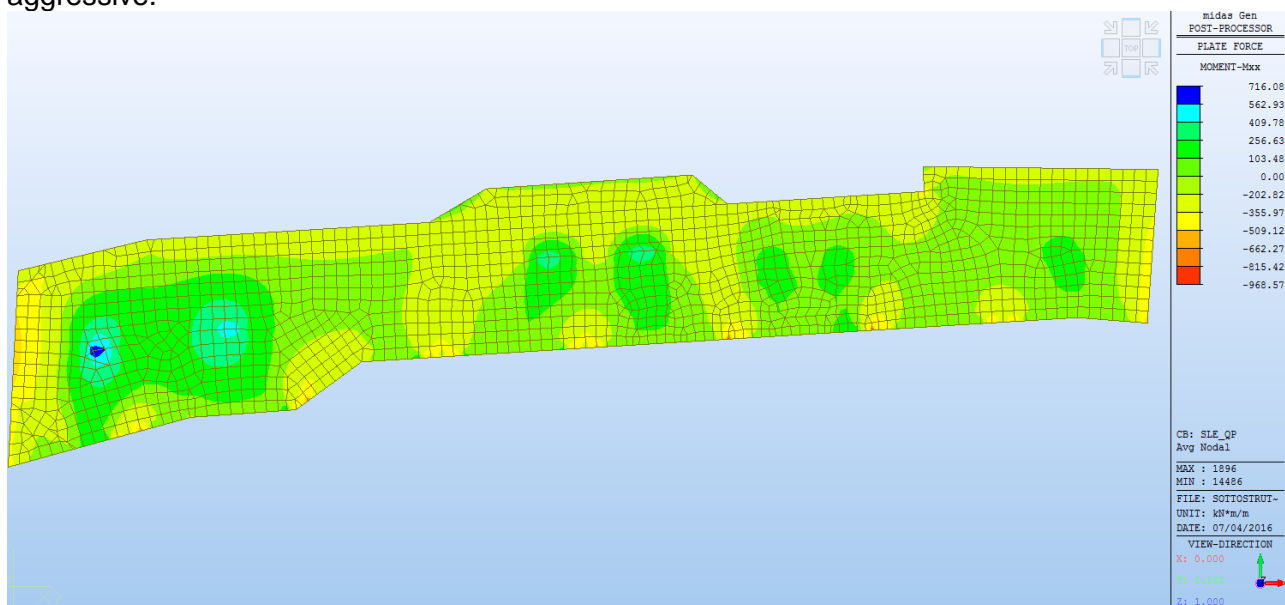


Figura 145. Soletta di Fondo Canale Ausa – Comb. QP - Momenti Mxx

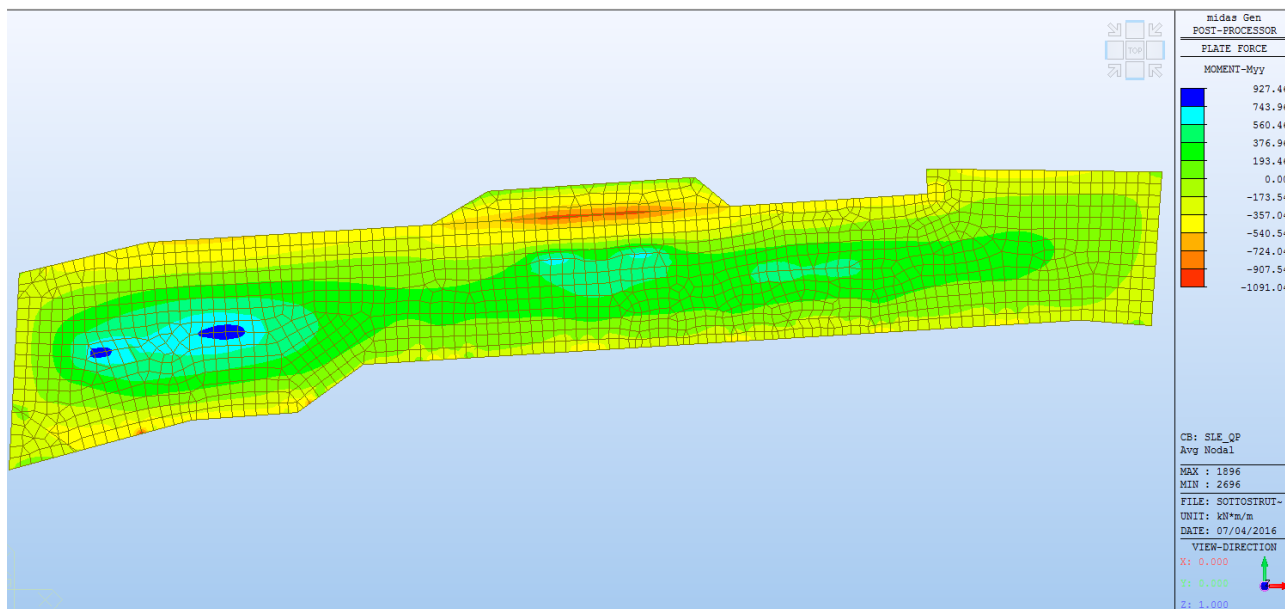



Figura 146. Soletta di Fondo Canale Ausa – Comb. QP - Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	191
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Per una sezione trasversale in corrispondenza del momento positivo massimo di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari:  Zoom N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	38.33	95

**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 Sezione**  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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

**Materiali**  
B450C C28/35

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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>c</sub>  N/mm²  
σ<sub>s</sub>  N/mm²

**Verifica**  
N° iterazioni:

☐ Precompresso

ε<sub>s</sub>  ‰  
d  cm  
x  x/d   
δ

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$h := 100 \text{ cm}$$

$$B := 100 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 24 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 94.8 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := \frac{5 \cdot \left( (24 \text{ mm})^2 + (20 \text{ mm})^2 \right)}{5 \cdot (24 \text{ mm} + 20 \text{ mm})} = 22.182 \text{ mm}$$

$$A_s := 3833 \text{ mm}^2$$

$$x := 26.27 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 180.5 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.02948$$

$$\varepsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.00066$$


$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 263.894 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.174 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>192</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Per una sezione longitudinale in corrispondenza del momento positivo massimo di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	100

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	45.24	95

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

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

**N**   kN  
**M**   kNm  
**M**

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

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

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{cl}$  1.971

$\sigma_c$  -5.425 N/mm²  
 $\sigma_s$  192.5 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.9625 ‰  
 d 95 cm  
 x 28.23 x/d 0.2971  
 $\delta$  0.8114

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 100 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 24 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 94.8 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 24 \text{ mm} \\
 A_s &:= 4524 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 26.27 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 192.5 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.0348 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000746 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 253.241 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.189 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>193</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 7.9 VERIFICHE PILASTRATE

In seguito si riportano gli involuپی delle sollecitazioni nelle combinazioni di carico SLU e SLV

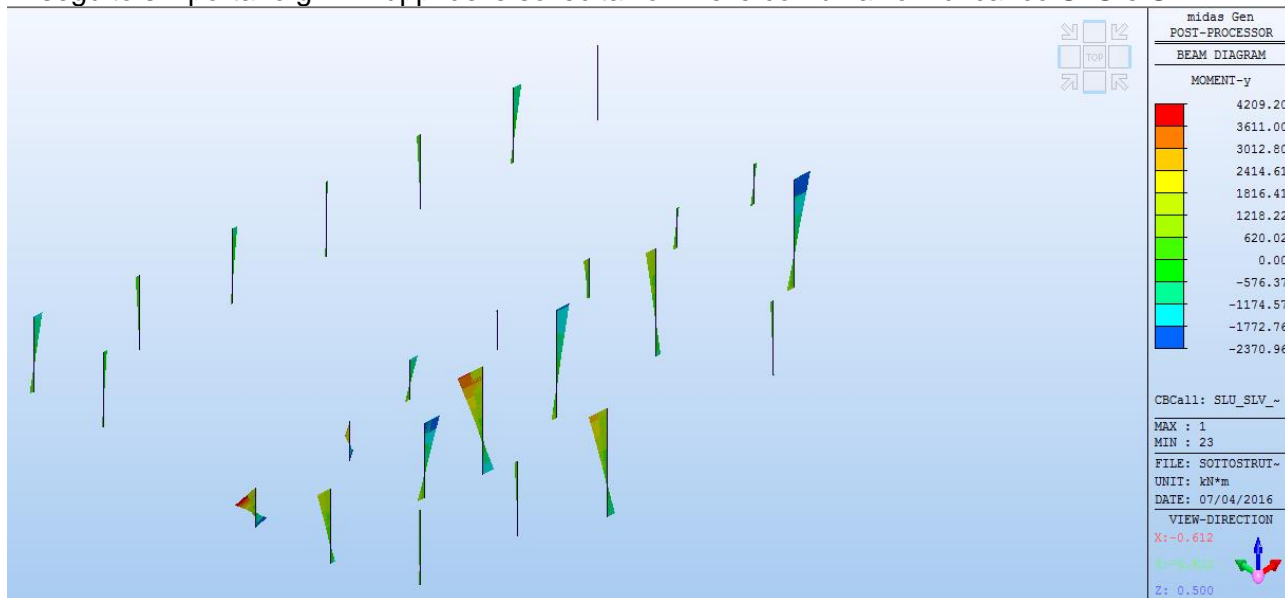


Figura 147. Pilastri interni alle vasche – Involuppo Momenti My

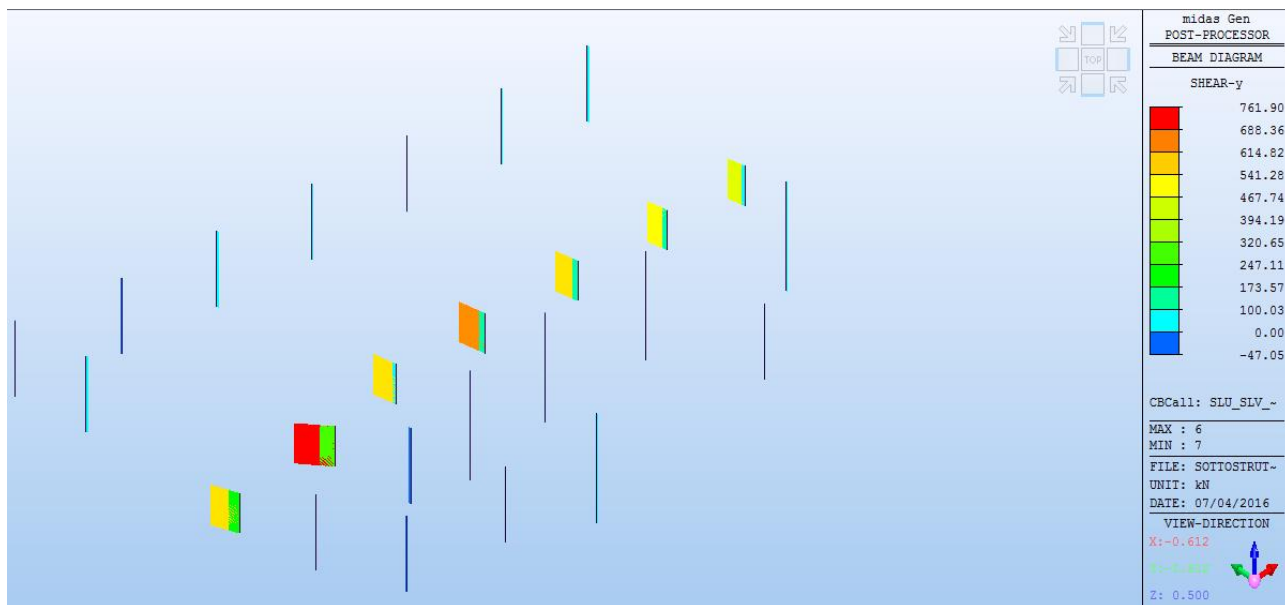



Figura 148. Pilastri interni alle vasche – Involuppo Momenti Mz



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>194</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

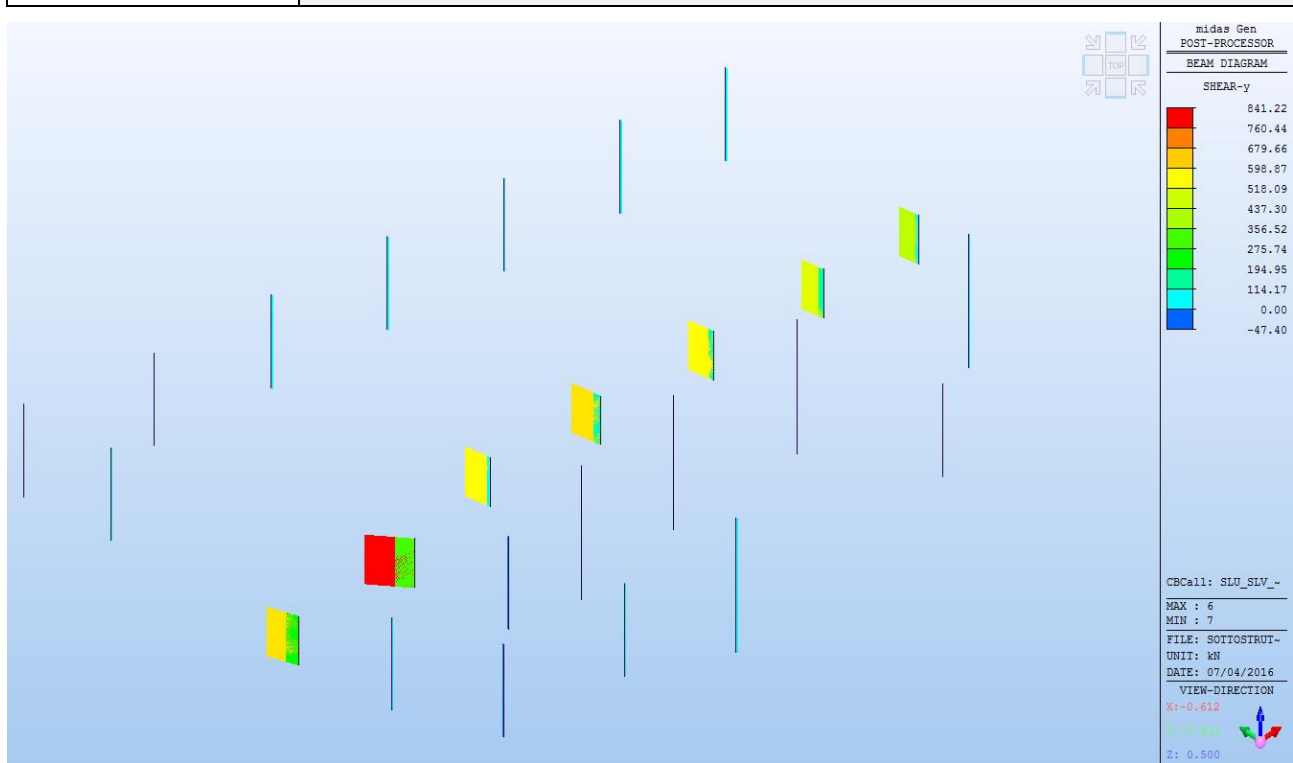


Figura 149. Pilastri interni alle vasche – Inviluppo Tagli Fy

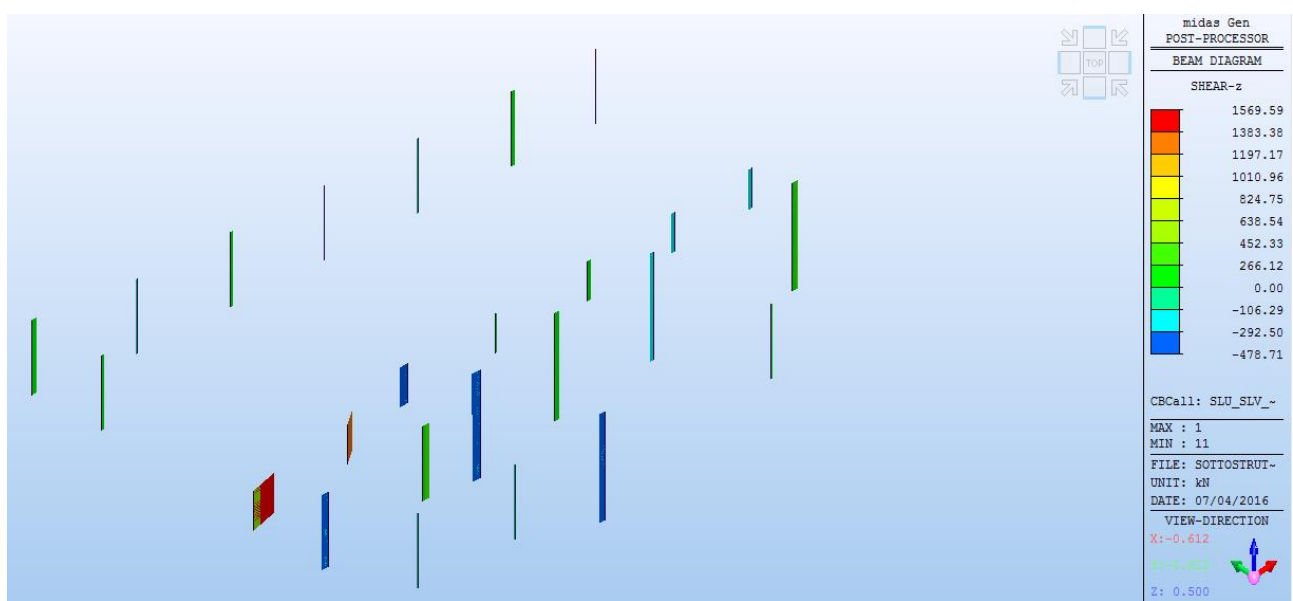

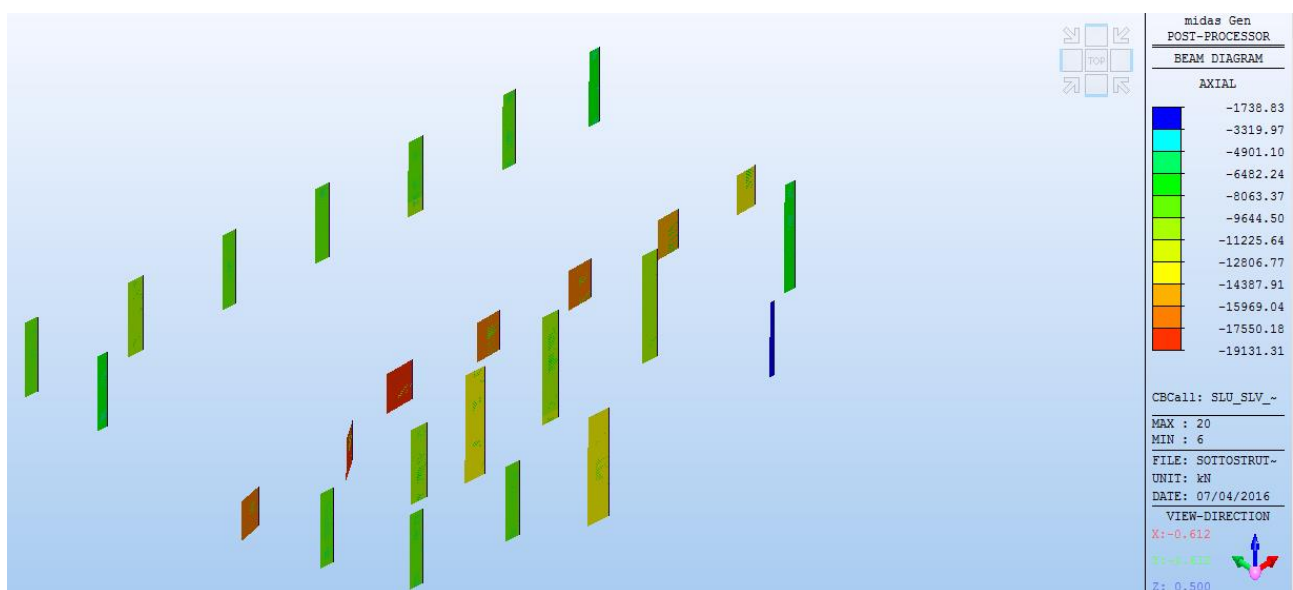


Figura 150. Pilastri interni alle vasche – Inviluppo Tagli Fz



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>195</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					




**Figura 151. Pilastri interni alle vasche – Involuppo Sforzi Assiali**

Nella tabella seguente sono riportate le verifiche dei pilastri:


Uc	SEL	Section		fck	fyk	CHK	LCB	V-Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc.end	V_Rds.end	V_Rdc.mid	V_Rds.mid	V_Ed.end	Rat-V.end	
Rat-Uc		Bc	Hc	Height	fyw					Rat-N	Rat-My	Rat-Mz	Rat-Vc.end	Rat-Vs.end	Rat-Vc.mid	Rat-Vs.mid	V_Ed.mid	Rat-V.mid	
1	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	16274.6	4209.20	1624.30	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	614.217	0.471
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.849	0.858	0.854	0.471	0.496	0.471	0.496	2	614.217	0.471
2	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	8359.94	1863.01	190.460	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	4	35.9310	0.028
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.338	0.341	0.337	0.028	0.029	0.028	0.029	4	35.9310	0.028
3	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	8	34-16-P26	30578.2	8733.90	53.4295	92.7774	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	4	33.9191	0.026
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.296	0.307	0.296	0.026	0.027	0.026	0.027	4	33.9191	0.026
4	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	5	34-16-P26	30578.2	7169.14	281.181	121.517	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	46.2151	0.035
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.249	0.254	0.253	0.035	0.037	0.035	0.037	2	46.2151	0.035
5	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	8492.54	1267.89	77.5935	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	5	16.7049	0.013
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.316	0.321	0.337	0.013	0.013	0.013	0.013	5	16.7049	0.013
6	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	18302.5	3043.94	1958.76	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	761.897	0.584
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.934	0.949	0.917	0.584	0.615	0.584	0.615	2	761.897	0.584
7	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	4	34-16-P26	30578.2	10482.7	2253.36	193.447	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	7	47.0474	0.036
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.418	0.423	0.441	0.036	0.038	0.036	0.038	7	47.0474	0.036
8	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	8	34-16-P26	30578.2	10116.9	170.995	64.2747	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	26	27.1018	0.021
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.337	0.341	0.345	0.021	0.022	0.021	0.022	26	27.1018	0.021
9	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	2	34-16-P26	30578.2	9554.37	13.5102	24.2181	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	42	21.8583	0.017
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.323	0.084	0.086	0.017	0.018	0.017	0.018	42	21.8583	0.017
10	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	5	34-16-P26	30578.2	12794.4	3652.58	1267.18	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	39	14.7739	0.011
1		0.6000	2.5000	11.350	450000					0.681	0.689	0.678	0.011	0.012	0.011	0.012	39	14.7538	0.011
11	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	18180.2	1286.25	1381.71	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	8	563.257	0.432
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.789	0.783	0.790	0.432	0.455	0.432	0.455	8	563.257	0.432
12	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	5	34-16-P26	30578.2	9152.45	271.124	117.584	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	42	69.2130	0.053
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.313	0.315	0.324	0.053	0.056	0.053	0.056	42	69.2130	0.053
13	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	13690.7	2644.43	1357.03	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	5	43.3568	0.033
1		0.6000	2.5000	11.350	450000					0.687	0.706	0.674	0.033	0.035	0.033	0.035	5	43.3568	0.033
14	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	7	34-16-P26	30578.2	10442.8	1819.97	1218.97	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	7	15.0196	0.012
1		0.6000	2.5000	11.350	450000					0.555	0.572	0.546	0.012	0.012	0.012	0.012	7	15.0196	0.012
15	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	16186.7	193.629	1582.79	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	635.081	0.487
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.758	0.728	0.760	0.487	0.513	0.487	0.513	2	635.081	0.487
16	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	5	34-16-P26	30578.2	9538.06	59.9138	87.9132	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	42	46.0693	0.035
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.322	0.322	0.323	0.035	0.037	0.035	0.037	42	46.0693	0.035



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>196</b>	<b>313</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>					

Uc		Section		fck	fyk			V-Rebar	N_Rdmax	N_Ed	M_Edy	M_Edz	V_Rdc.end	V_Rds.end	V_Rdc.mid	V_Rds.mid		V_Ed.end	Rat-V.end
Rat-Uc	SEL	Bc	Hc	Height	fyw	CHK	LCB			Rat-N	Rat-My	Rat-Mz	Rat-Vc.end	Rat-Vs.end	Rat-Vc.mid	Rat-Vs.mid	LCB	V_Ed.mid	Rat-V.mid
17	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	16163.7	648.884	1398.25	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	560.895	0.430
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.729	0.700	0.723	0.430	0.453	0.430	0.453	2	560.895	0.430
18	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	9681.14	141.445	93.3011	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	42	35.7638	0.027
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.328	0.323	0.315	0.027	0.029	0.027	0.029	42	35.7638	0.027
19	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	4	34-16-P26	30578.2	10625.0	654.918	1189.89	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	42	5.14298	0.004
1		0.6000	2.5000	11.350	450000					0.529	0.546	0.532	0.004	0.004	0.004	0.004	42	5.14298	0.004
20	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	7	34-16-P26	30578.2	3123.46	129.374	46.9048	1040.89	1238.23	1065.95	1238.23	7	11.7904	0.011
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.108	0.110	0.109	0.011	0.010	0.011	0.010	7	11.7904	0.011
21	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	15131.8	173.608	1255.27	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	490.985	0.376
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.666	0.652	0.676	0.376	0.397	0.376	0.397	2	490.985	0.376
22	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	5	34-16-P26	30578.2	8471.08	1180.62	224.207	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	2	47.1713	0.036
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.319	0.325	0.325	0.036	0.038	0.036	0.038	2	47.1713	0.036
23	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	6	34-16-P26	30578.2	6881.93	2339.51	895.436	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	8	27.3502	0.021
1		0.6000	2.5000	11.350	450000					0.426	0.431	0.428	0.021	0.022	0.021	0.022	8	27.3502	0.021
24	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	3	34-16-P26	30578.2	13128.8	465.094	1137.59	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	8	435.475	0.334
1		0.6000	2.5000	4.1700	450000					0.591	0.590	0.590	0.334	0.352	0.334	0.352	8	435.475	0.334
25	0	PIL_280x60		28000.0	450000	OK	5	34-16-P26	30578.2	6957.84	45.3006	356.660	1305.31	1238.23	1305.31	1238.23	5	70.6376	0.054
1		0.6000	2.5000	7.8500	450000					0.272	0.284	0.276	0.054	0.057	0.054	0.057	5	70.6376	0.054

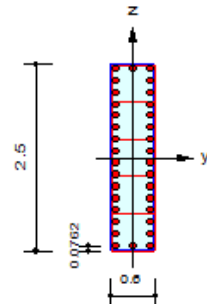


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	197
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Si riporta la verifica per esteso dell'elemento maggiormente sollecitato:

## 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2008	UNIT SYSTEM	kN, m
Member Number	6 (PM), 6 (Shear)		
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Column Height	4.17 m		
Section Property	PIL_280x60 (No : 1)		
Rebar Pattern	: 34 - 16 - P26	Ast = 0.018054 m <sup>2</sup> (RhoSt = 0.012)	



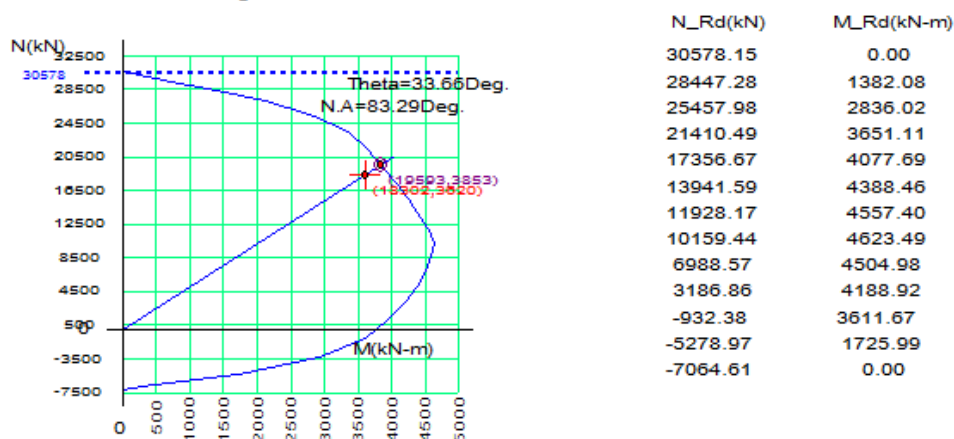
## 2. Applied Loads

Load Combination	3	AT (I) Point	
N <sub>Ed</sub>	= 18302.5 kN	M <sub>Edy</sub>	= 3043.94 kN-m
		M <sub>Edz</sub>	= 1958.76 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= SQRT(M <sub>Edy</sub> <sup>2</sup> + M <sub>Edz</sub> <sup>2</sup> ) = 3619.71 kN-m		

## 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 30578.2 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= 18302.5 / 19593.1	= 0.934 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 3619.71 / 3852.65	= 0.940 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= 3043.94 / 3206.86	= 0.949 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 1958.76 / 2135.18	= 0.917 < 1.000 ..... O.K

## 4. M-N Interaction Diagram



## 5. Shear Force Capacity Check ( End )

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 761.897 kN (Load Combination 3)
Shear Ratio by Conc	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rdc</sub>	= 761.897 / 1305.31 = 0.584
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rds</sub>	= 761.897 / 1238.23 = 0.615
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 0.584 < 1.000 ..... O.K
(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00271 m <sup>2</sup> /m, 6 2-P12 @250)		


## 6. Shear Force Capacity Check ( Middle )

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 761.897 kN (Load Combination 3)
Shear Ratio by Conc	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rdc</sub>	= 761.897 / 1305.31 = 0.584
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rds</sub>	= 761.897 / 1238.23 = 0.615
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 0.584 < 1.000 ..... O.K
(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00271 m <sup>2</sup> /m, 6 2-P12 @250)		

## 7. Serviceability : Stress Limit Check

	Load Combination No.	Stress(s)	Allowable Stress(sa)	Stress Ratio(s/sa)
Concrete (Tensile)	10	0.00	2766.26	0.0000
Concrete (Compression)	10	11673.72	16800.00	0.6949
Rebar	10	3021.61	360000.00	0.0084
Check Linear Creep	10	11673.72	12600.00	Linear Creep

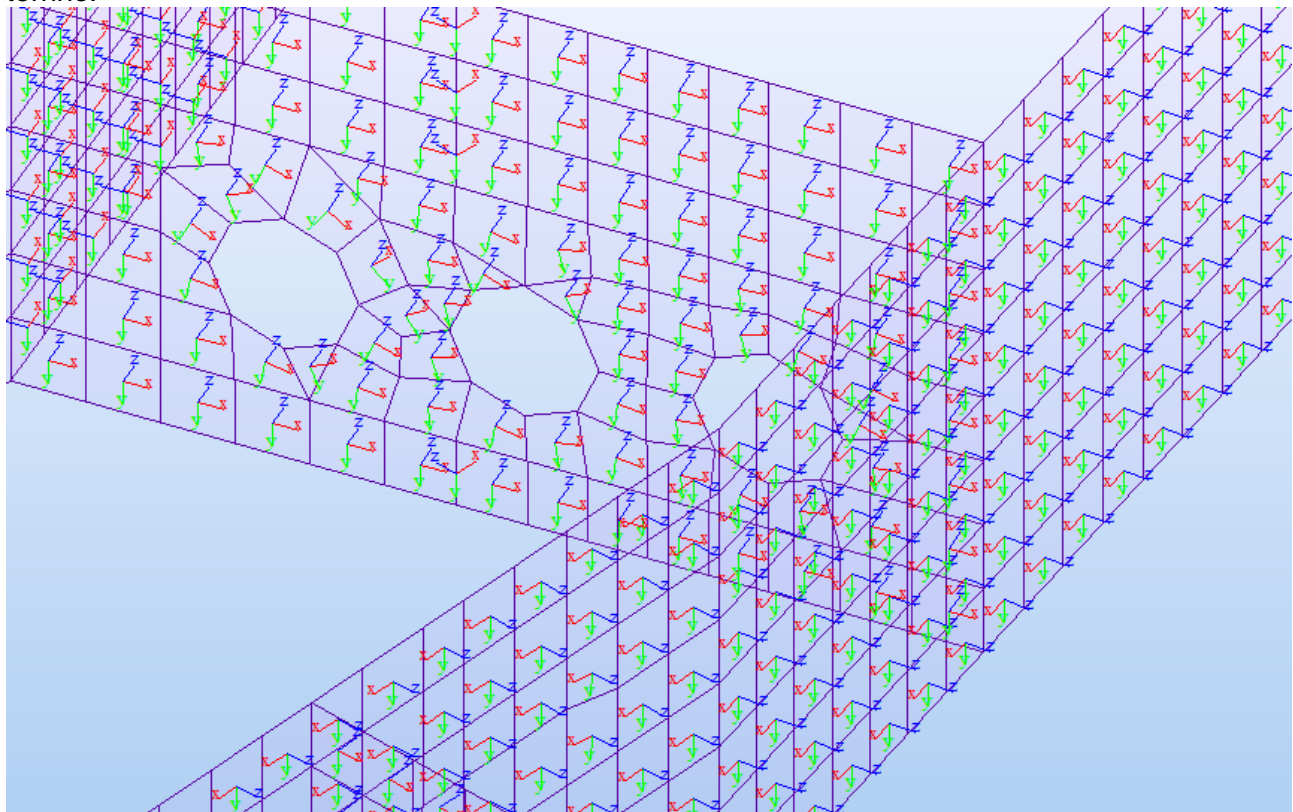


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	198
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

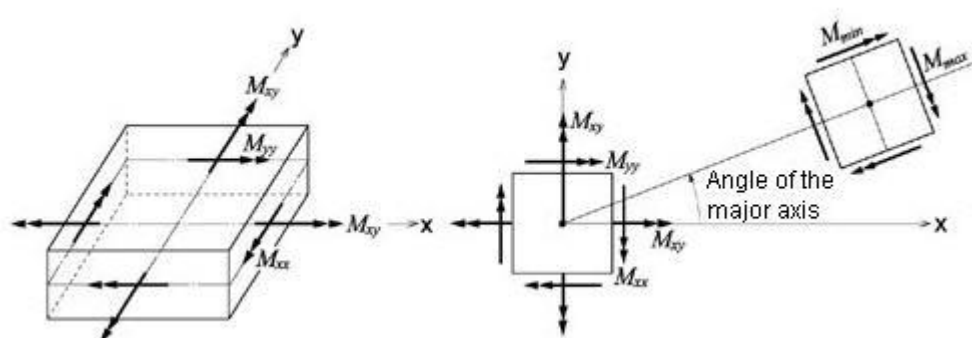
## 7.10 VERIFICHE MURI TORRINO SOTTO LA SOLETTA DI COPERTURA

### 7.10.1 VERIFICA FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO

Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono le pareti del torrino:



Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni flessionali:





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	199	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta in seguito l'involuppo delle sollecitazioni flessionali agli stati limite ultimo:

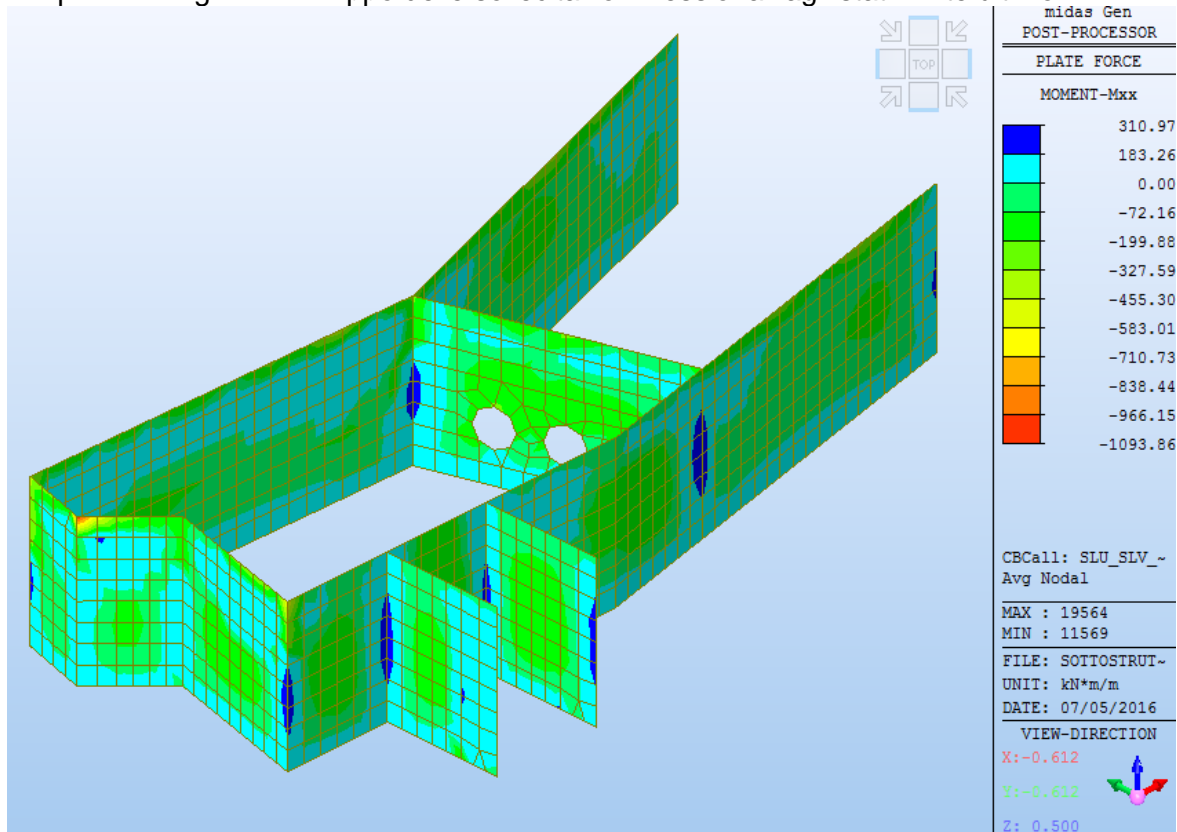


Figura 152. Pareti Torrino Sotto Terra– Involuppo Momenti Mxx SLU e SLV

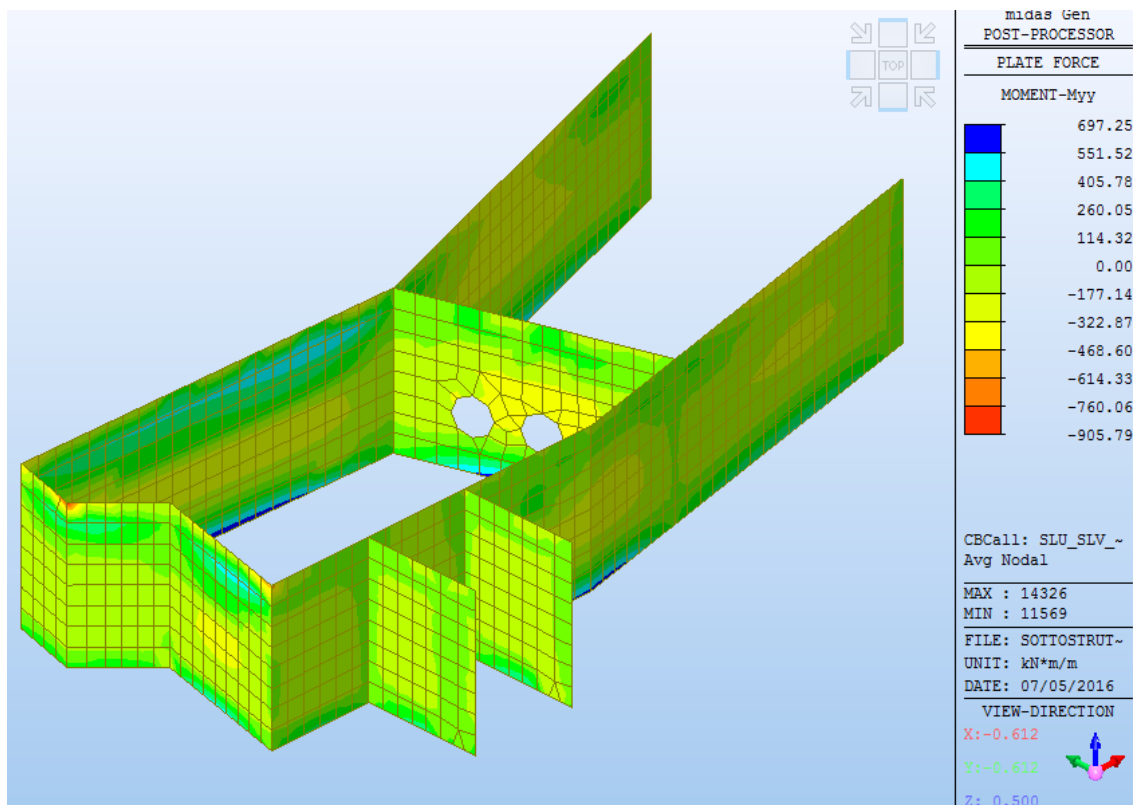


Figura 153. Pareti Torrino Sotto Terra– Involuppo Momenti Myy SLU e SLV

Si prevede un'armatura orizzontale composta da 1 + 1 $\phi$ 18/20 in entrambe le facce della parete:



# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
11300273776		3	200	313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	12.72	75

**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

M<sub>xRd</sub>  kN m

**Materiali**  
B450C C28/35  
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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

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

☐ Precompresso

Si prevede un'armatura verticale composta da 1 + 1φ20/20 in entrambe le facce della parete:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	75

**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

M<sub>xRd</sub>  kN m

**Materiali**  
B450C C28/35  
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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata


N° rett.

Calcola MRd  Dominio M-N

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	201	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.10.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

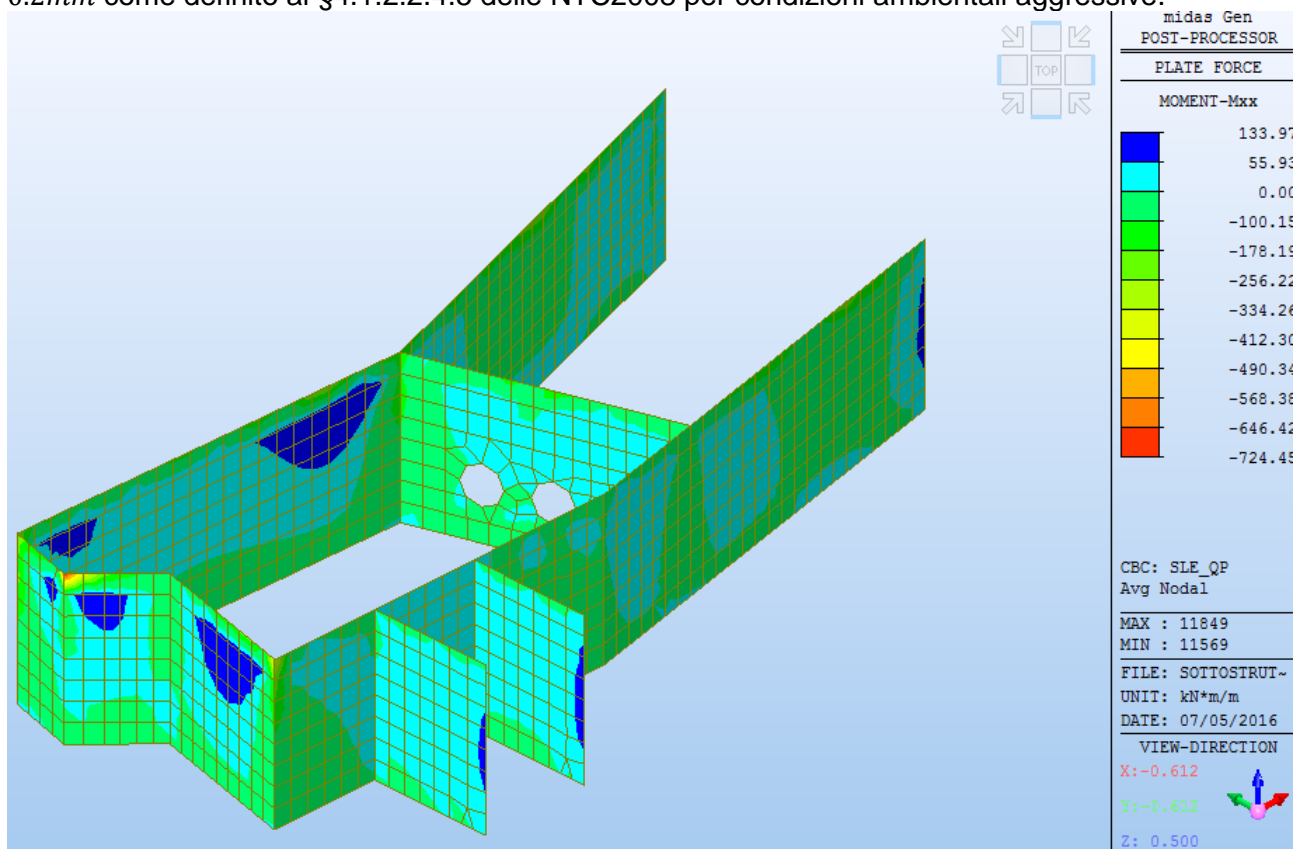


Figura 154. Pareti Torrino Sotto Terra–Momenti Mxx Comb. QP

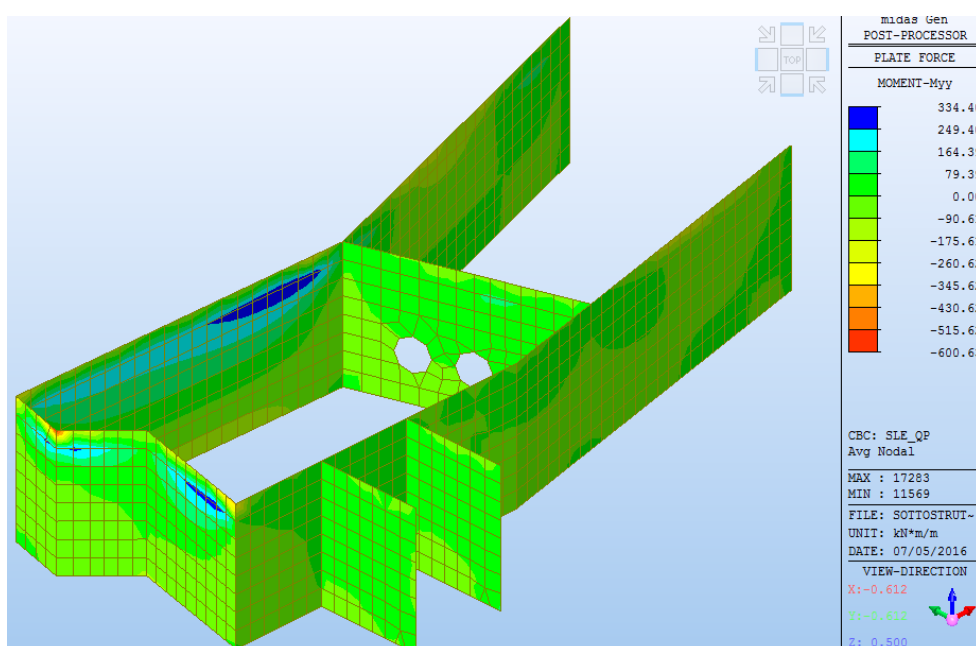



Figura 155. Pareti Torrino Sotto Terra–Momenti Mxx Comb. QP

Per una sezione verticale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	202
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	12.72	75

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 Sezione  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo  
☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☒ Metodo n

Materiali

B450C	C28/35
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> 15.87
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> 11
σ <sub>s,adm</sub> 255 N/mm²	τ <sub>co</sub> 0.6667
	τ <sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>c</sub> -2.411 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 156.6 N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

☐ Precompresso

ε<sub>s</sub> 0.7832 ‰  
d 75 cm  
x 14.07 x/d 0.1876  
δ 0.7


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 80 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 18 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 75.1 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 18 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1272 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 14.07 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 156.6 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 122.5 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.123 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01038 \\
 \varepsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000456 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 430.693 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \varepsilon_{sm} = 0.196 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	203	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Per una sezione orizzontale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	80

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	75

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

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐  
 N Ed  150 kN  
 M xEd  230 kNm  
 M yEd  0

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

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

**Materiali**  
**B450C** **C28/35**  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200.000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

$\sigma_c$  -3.685 N/mm²  
 $\sigma_s$  165.4 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.8269 ‰  
 d 75 cm  
 x 18.79 x/d 0.2505  
 $\delta$  0.7531

**Verifica**  
 N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 80 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 75 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1571 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 18.45 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 165.4 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 125 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.125 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01257 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000482 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 406.528 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.196 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .

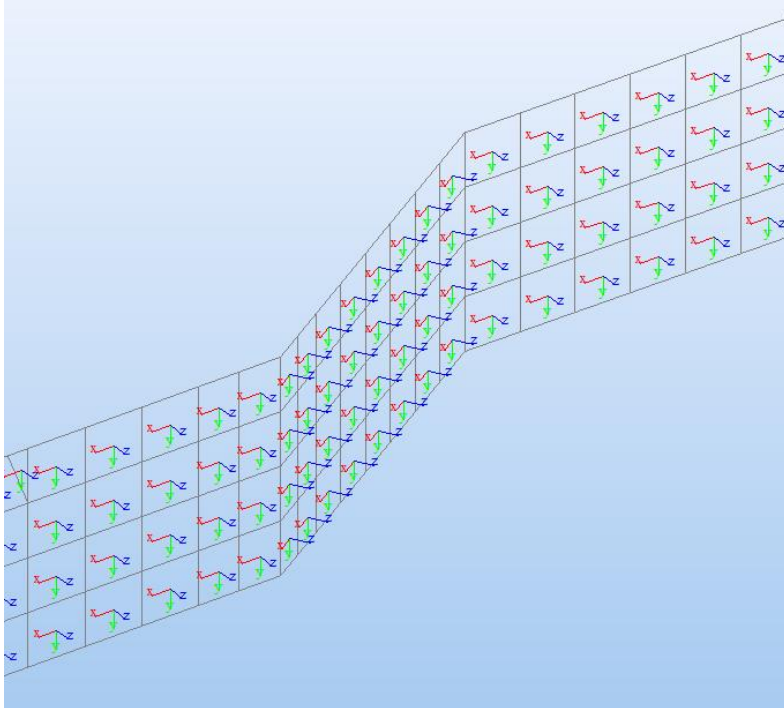


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	204
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

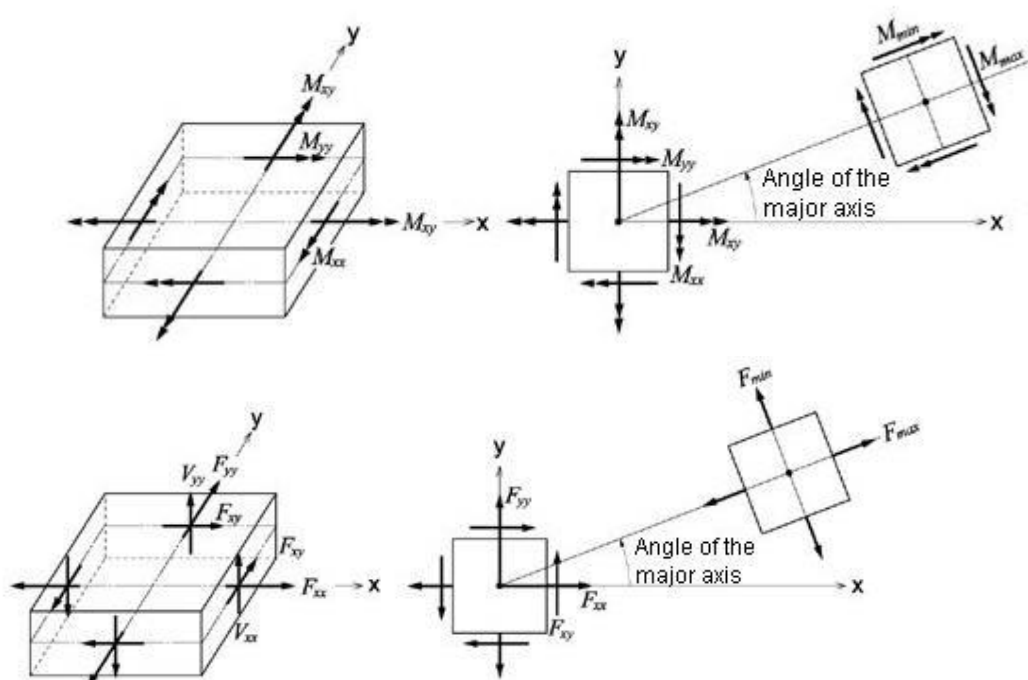
## 7.11 VERIFICA PARETE DESTRA IDRAULICA CANALE AUSA

### 7.11.1 VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono la parete alla destra idraulica del canale ausa:



Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni:





	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>205</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riportano di seguito gli inviluppo delle sollecitazioni per le combinazioni SLU e SLV:

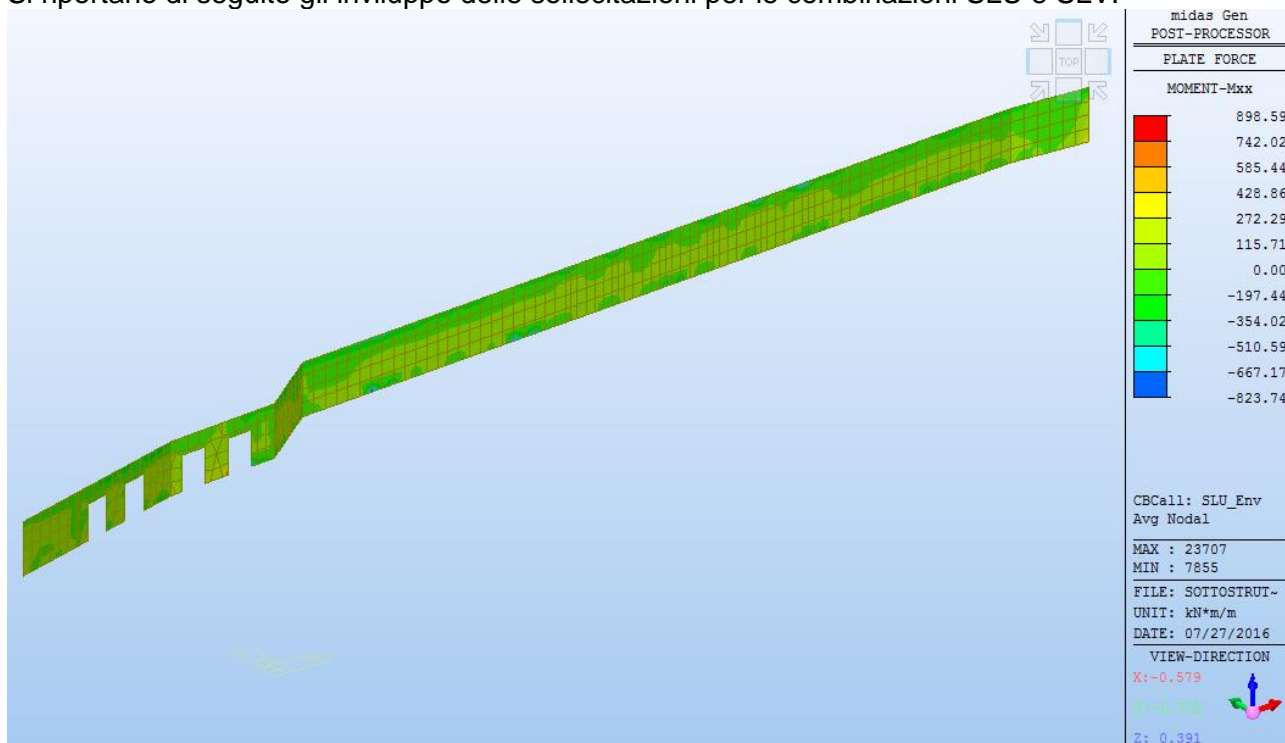


Figura 156. Parete destra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Mxx

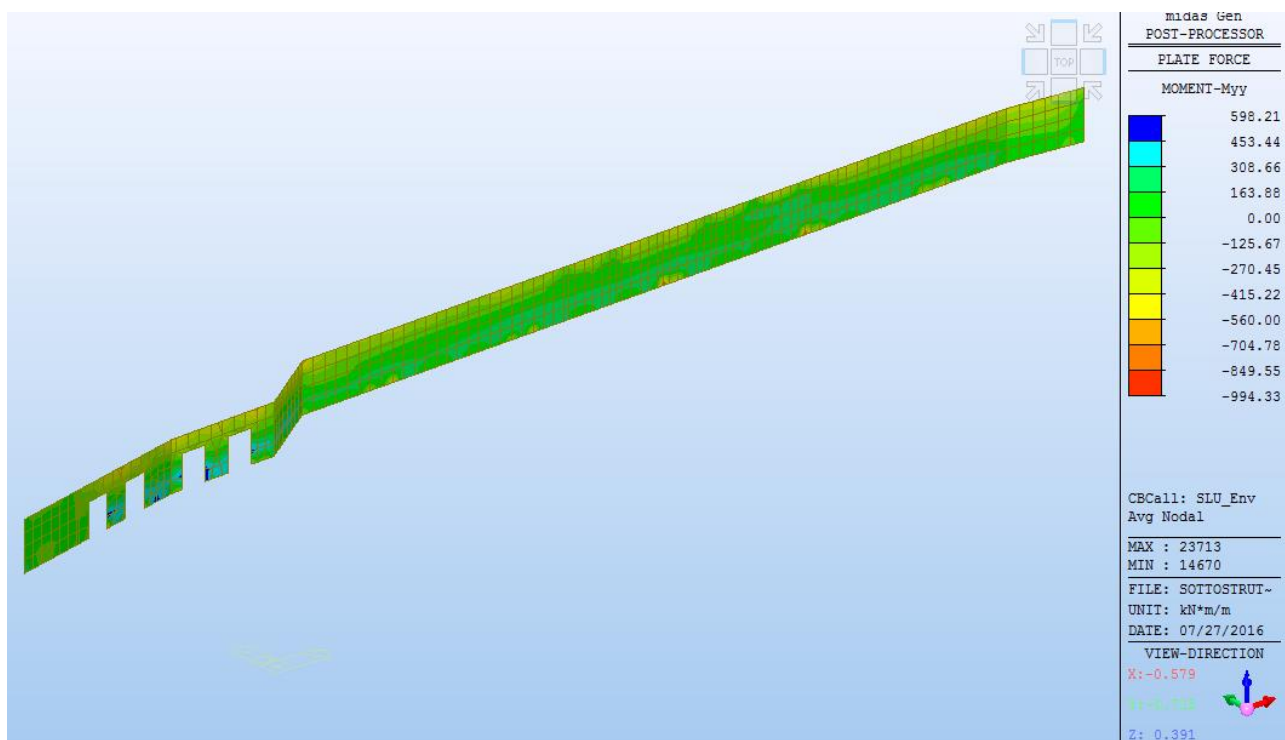



Figura 157. Parete destra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Myy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>206</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

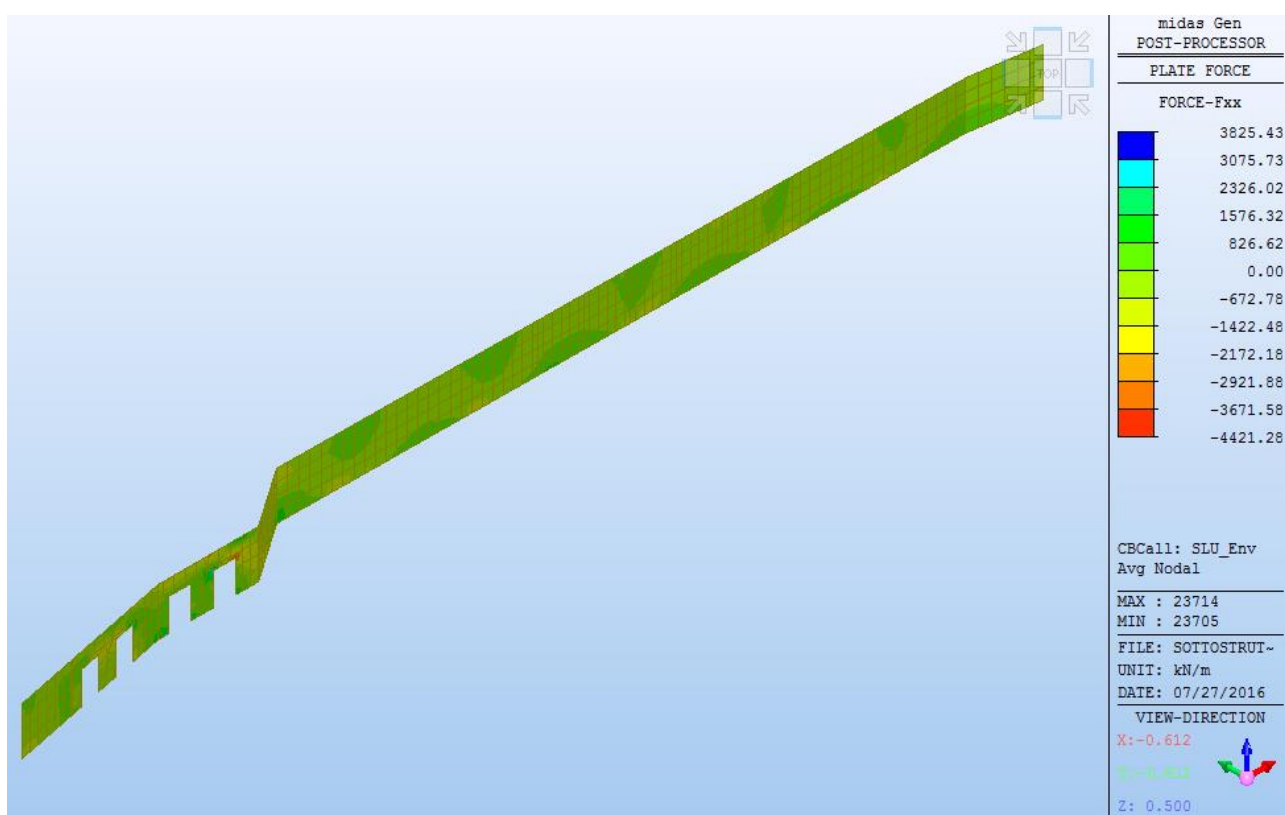


Figura 158. Parete destra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Inviluppo Sforzi Fxx

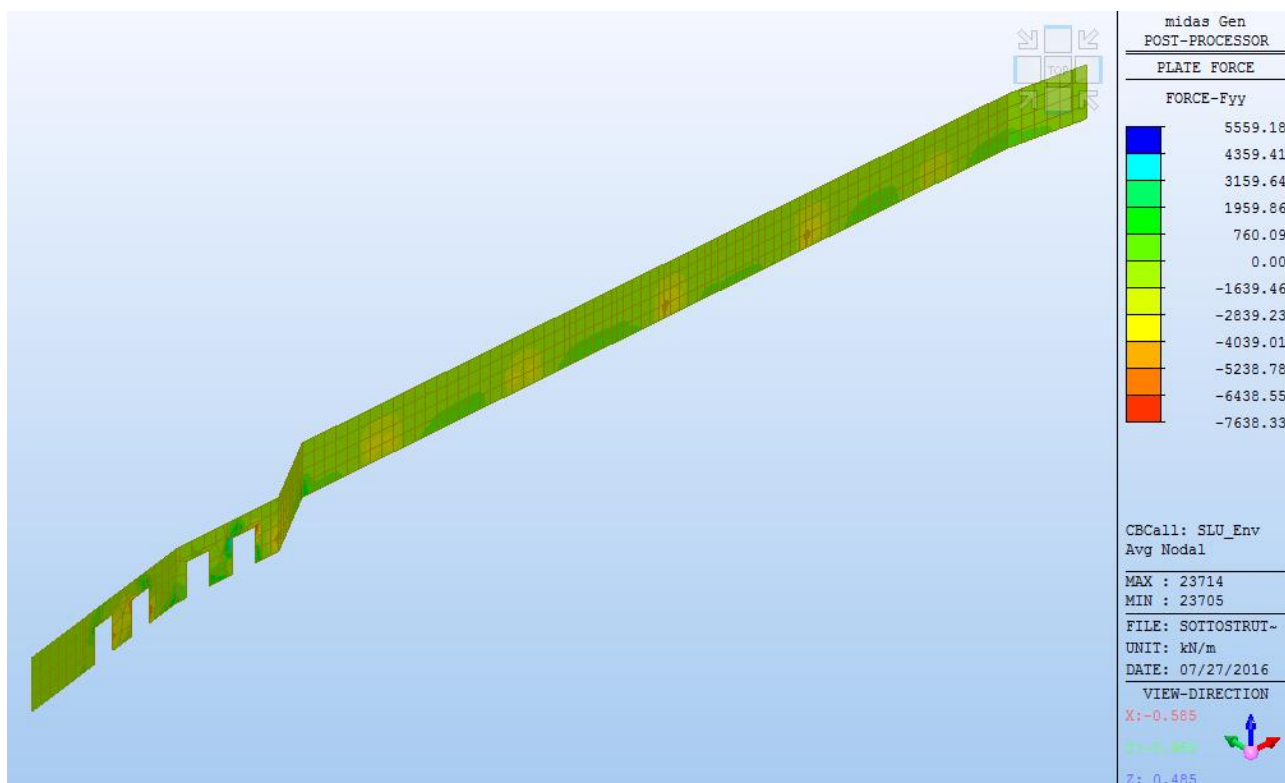



Figura 159. Parete sinistra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Inviluppo Sforzi Fyy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	207	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura verticale composta da  $1\phi 22/20$  in entrambe le facce della parete  
 Si riporta in seguito la verifica al lembo inferiore di connessione con la soletta di fondo:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

N<sub>Ed</sub> -570 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 220 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M<sub>xRd</sub> 246.5 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  44.83 ‰  
 d 55 cm  
 x 3.983 x/d 0.07242  
 $\delta$  0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

Si riporta in seguito la verifica al lembo superiore di connessione con la soletta +1.60

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

N<sub>Ed</sub> 1200 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 650 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 $\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200,000 N/mm²  $f_{cd}$  15.87  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8 ?  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  11  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6667  
 $\tau_{c1}$  1.971

M<sub>xRd</sub> 682.8 kN m  
 $\sigma_c$  -15.87 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  15.82 ‰  
 d 55 cm  
 x 9.964 x/d 0.1812  
 $\delta$  0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	208	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura orizzontale composta da 1 $\phi$ 22/20 in entrambe le facce nelle porzioni di parete superiore e inferiore. Nella zona centrale è prevista 1 $\phi$ 18/20 in entrambe le facce  
 Si riporta in seguito la verifica al lembo inferiore di connessione con la soletta di fondo:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

N<sub>Ed</sub> -1000 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 100 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

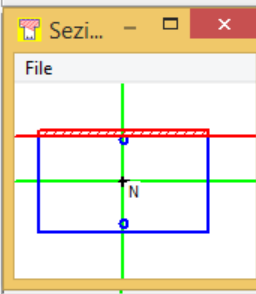
**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<sub>cu</sub> 3.5  
 E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 E<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 137.3 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 54.76 ‰  
 d 55 cm  
 x 3.304 x/d 0.06008  
 δ 0.7

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

**Sezi...** 

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

Si riporta in seguito la verifica al lembo superiore di connessione con la soletta +1.60

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

N<sub>Ed</sub> 280 0 kN  
 M<sub>xEd</sub> 420 0 kNm  
 M<sub>yEd</sub> 0 0

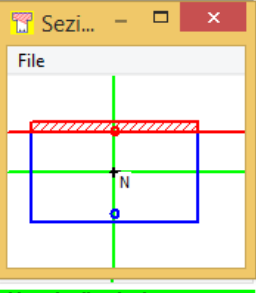
**P.to applicazione N**  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
 f<sub>yd</sub> 391.3 N/mm² E<sub>cu</sub> 3.5  
 E<sub>s</sub> 200,000 N/mm² f<sub>cd</sub> 15.87  
 E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8 ?  
 E<sub>syd</sub> 1.957 % σ<sub>c,adm</sub> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 461.2 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 28.08 ‰  
 d 55 cm  
 x 6.096 x/d 0.1108  
 δ 0.7

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

**Sezi...** 


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	209	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riporta in seguito la verifica nella porzione centrale della parete

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  **Zoom**      N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	12.72	5
2	12.72	55

**Sollecitazioni**      **Metodo n**

S.L.U.      **Metodo n**

N<sub>Ed</sub>        kN

M<sub>xEd</sub>        kNm

M<sub>yEd</sub>      

**P.to applicazione N**

☒ Centro      ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm]      xN       yN

**Tipo rottura**

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**

**B450C**      **C28/35**

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>  N/mm²

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>  N/mm²

σ<sub>s,adm</sub>  N/mm²      τ<sub>co</sub>  N/mm²

τ<sub>cl</sub>  N/mm²

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

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re      ☐ Trapezi

☐ a T      ☐ Circolare

☐ Rettangoli      ☐ Coord.

**Sezi...**

**Metodo di calcolo**

☒ S.L.U.+      ☐ S.L.U.-

☐ Metodo n

**Tipo flessione**

☒ Retta      ☐ Deviata


N° rett.

**Calcola MRd**      **Dominio M-N**

L<sub>0</sub>  cm      Col. modello

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	210
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

7.11.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

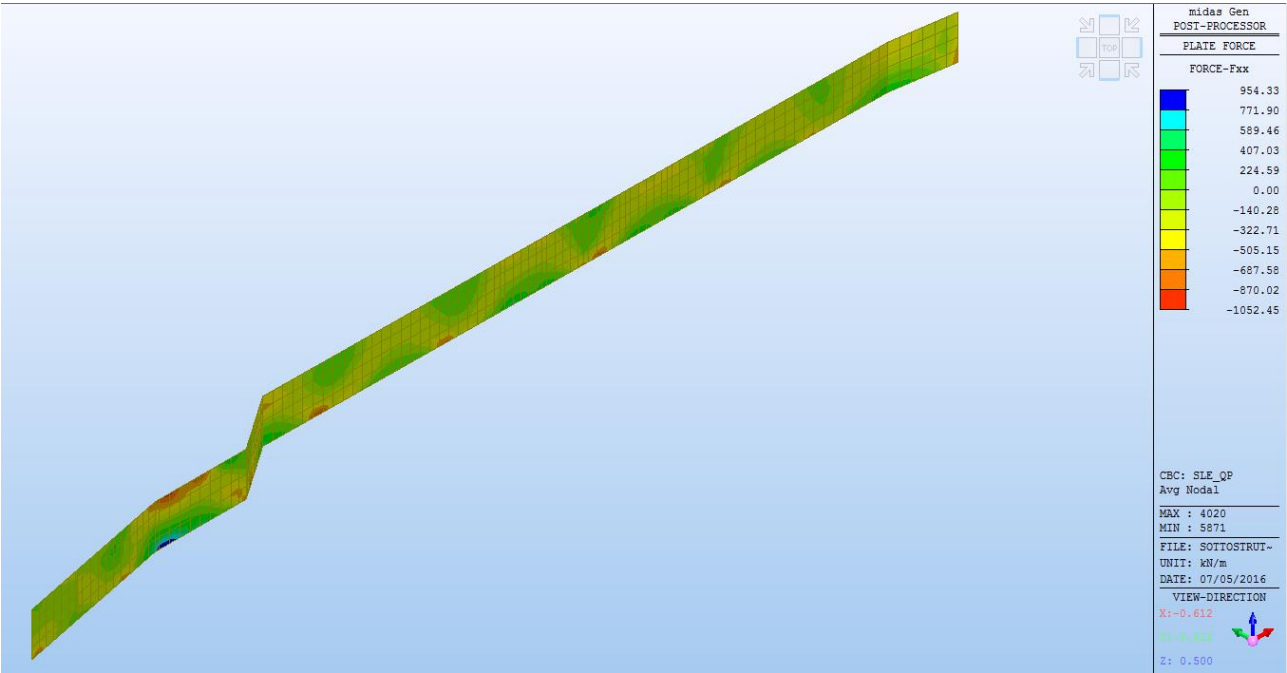


Figura 160. Parete destra idraulica AUSA – Comb. QP – Involuppo Sforzi Fxx

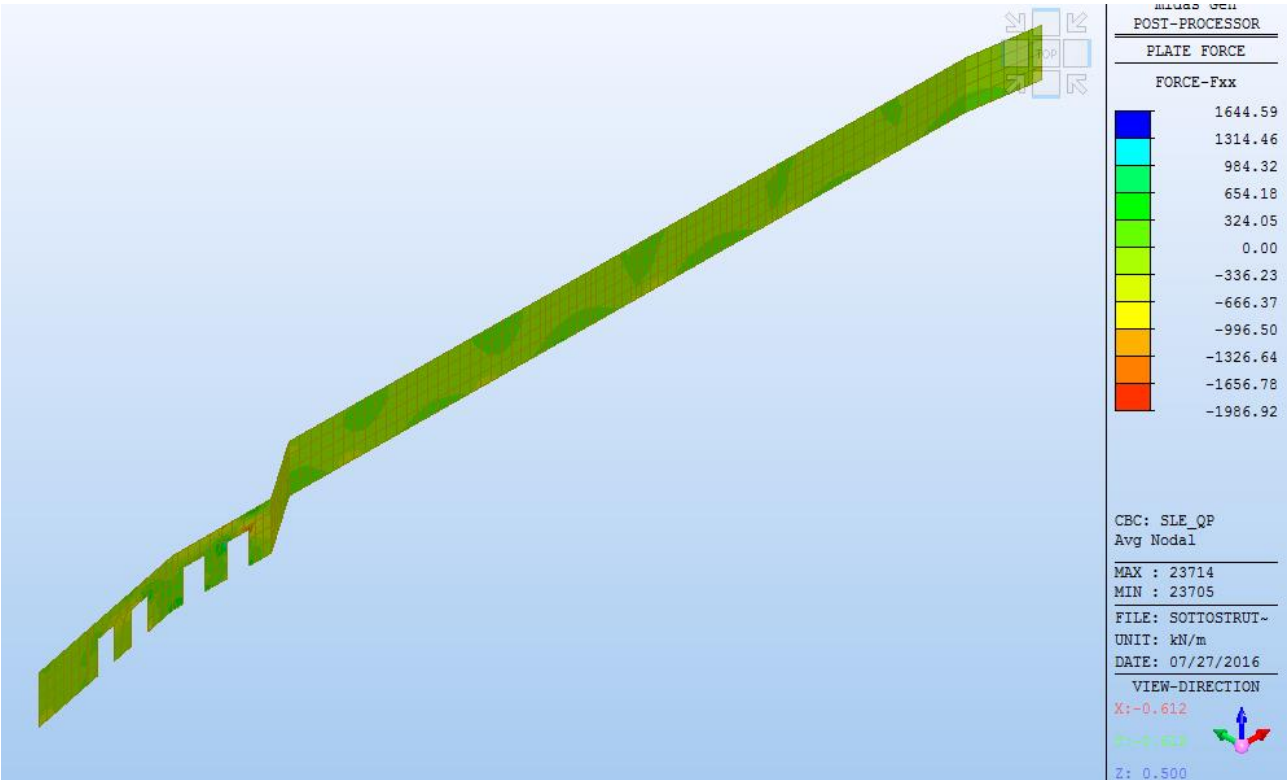



Figura 161. Parete destra idraulica AUSA – Comb. QP – Involuppo Sforzi Fyy



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	211
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Poiché i momenti flettenti nelle zone di massime trazioni in combinazione Q.P. sono trascurabili si procedere alla verifica a fessurazione per trazione pura ( $k_2 = 1$ ).

Per una sezione verticale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari  Zoom  N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

**Tipo Sezione**  
☒ Rettang. ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Sollecitazioni**  
 S.L.U. ☒ Metodo n ☐  
 N Ed  -530 kN  
 M xEd  0 kNm  
 M yEd  0

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

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

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87  
 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> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

σ<sub>sMax</sub> 139.4 N/mm²  
 σ<sub>sMin</sub> 139.4 N/mm²  
 ε<sub>s</sub> 0.697 %  
 N° iterazioni:

**Verifica**  
☐ Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:


$$\begin{aligned}
 h &:= 60 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 24 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.8 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 24 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1901 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 0 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 97.32 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01462 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000283 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 1 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 694.022 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.197 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .

Per una sezione orizzontale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	212
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

calcolate come segue:

**Titolo:** \_\_\_\_\_

N° figure elementari:  Zoom  N° strati barre:  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

N<sub>Ed</sub>  -280 kN  
M<sub>Ed</sub>  0 kNm  
M<sub>yEd</sub>  0

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

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

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

**Materiali**  
☒ B450C ☐ C28/35  
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>  N/mm²  
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>  N/mm²  
σ<sub>s,adm</sub>  N/mm² τ<sub>co</sub>  N/mm²  
τ<sub>c1</sub>  N/mm²

σ<sub>sMax</sub>  N/mm²  
σ<sub>sMin</sub>  N/mm²  
ε<sub>s</sub>  ‰

**Verifica**  
N° iterazioni:

☐ Precompresso


In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$\begin{aligned}
 h &:= 60 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 24 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.8 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 24 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1901 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 0 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 73.65 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 130 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.13 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01462 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000215 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 1 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 694.022 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.149 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .

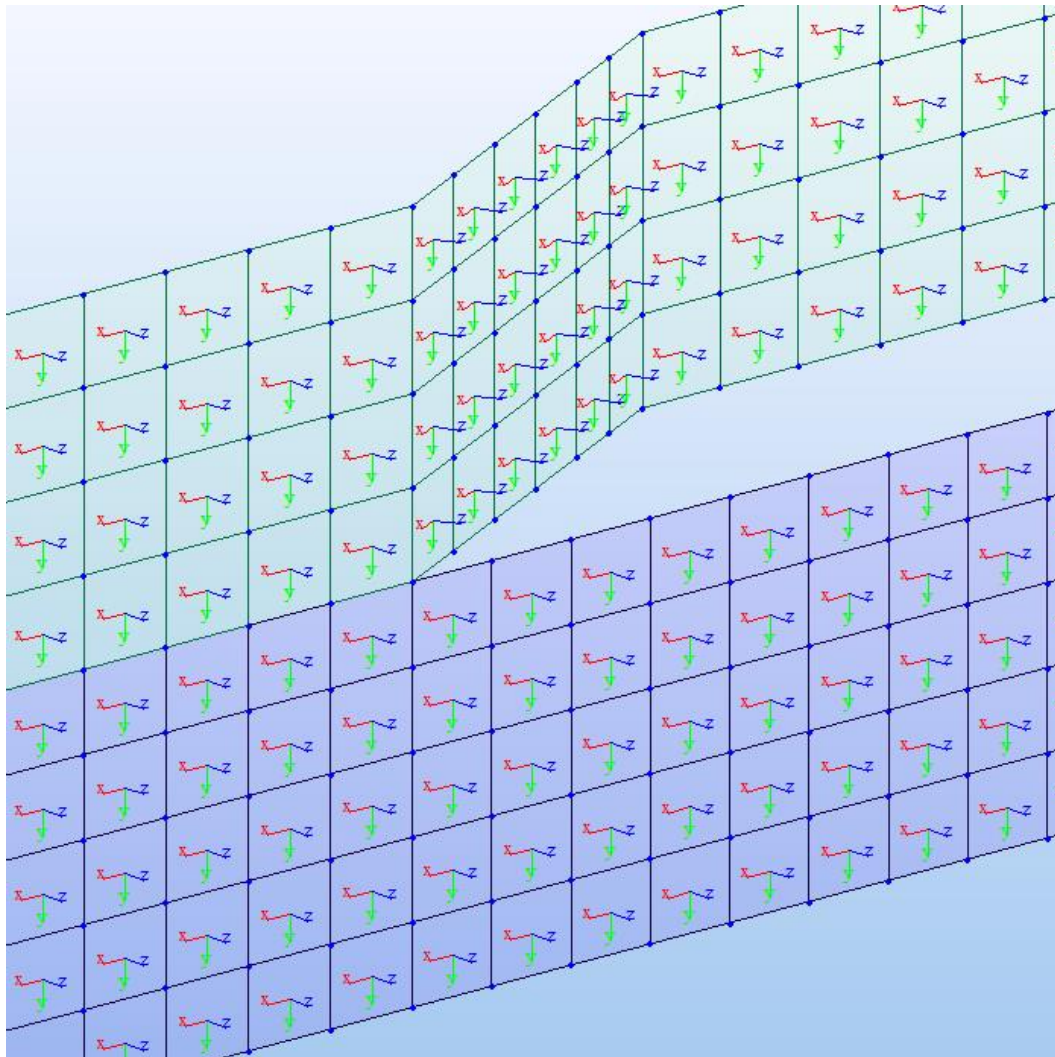


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	213
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

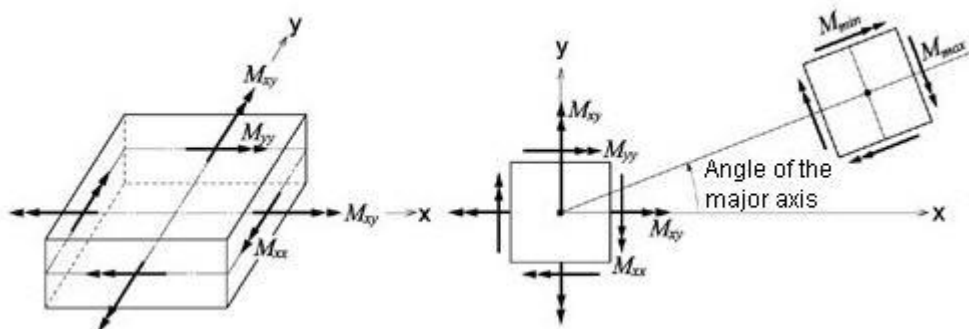
## 7.13 VERIFICA PARETE SINISTRA IDRAULICA CANALE AUSA

### 7.13.1 VERIFICA A FLESSIONE AGLI STATI LIMITE ULTIMO


Nella figura seguente sono indicati gli assi locali degli elementi che compongono la parete alla sinistra idraulica del canale ausa:



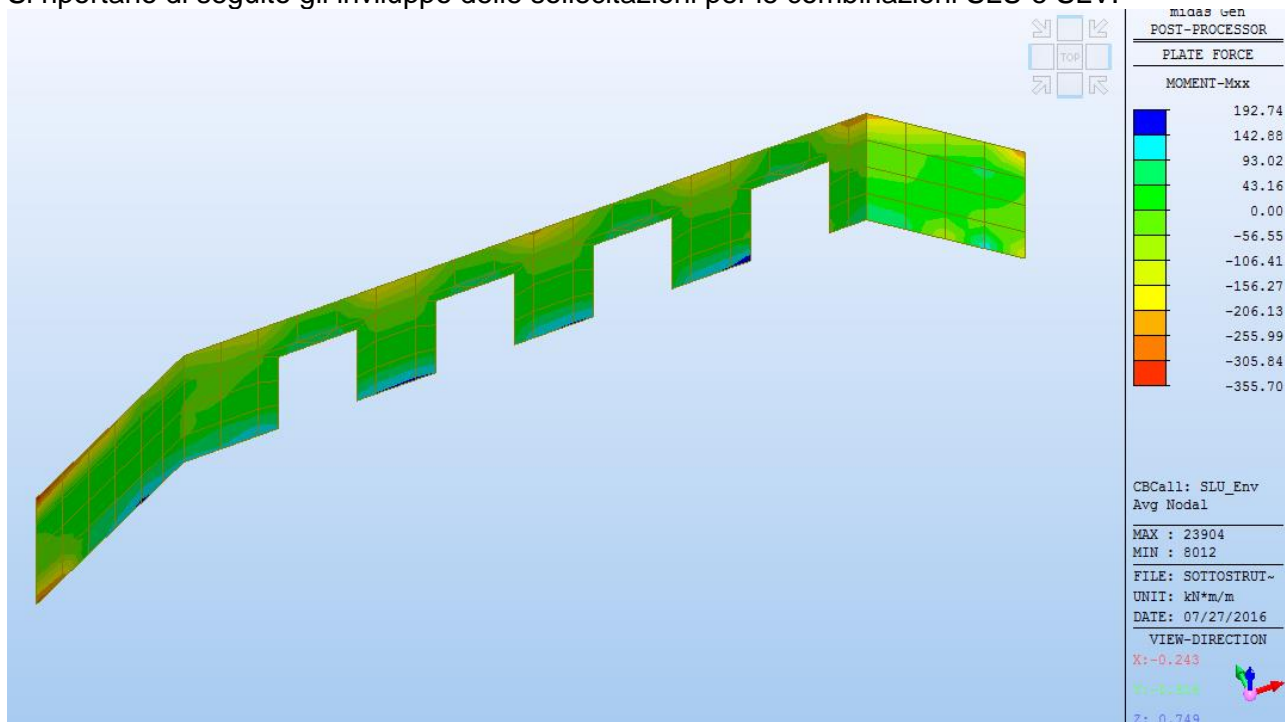
Nella figura seguente è mostrato un elemento infinitesimo plate con indicato il sistema di riferimento e i parametri di sollecitazioni:



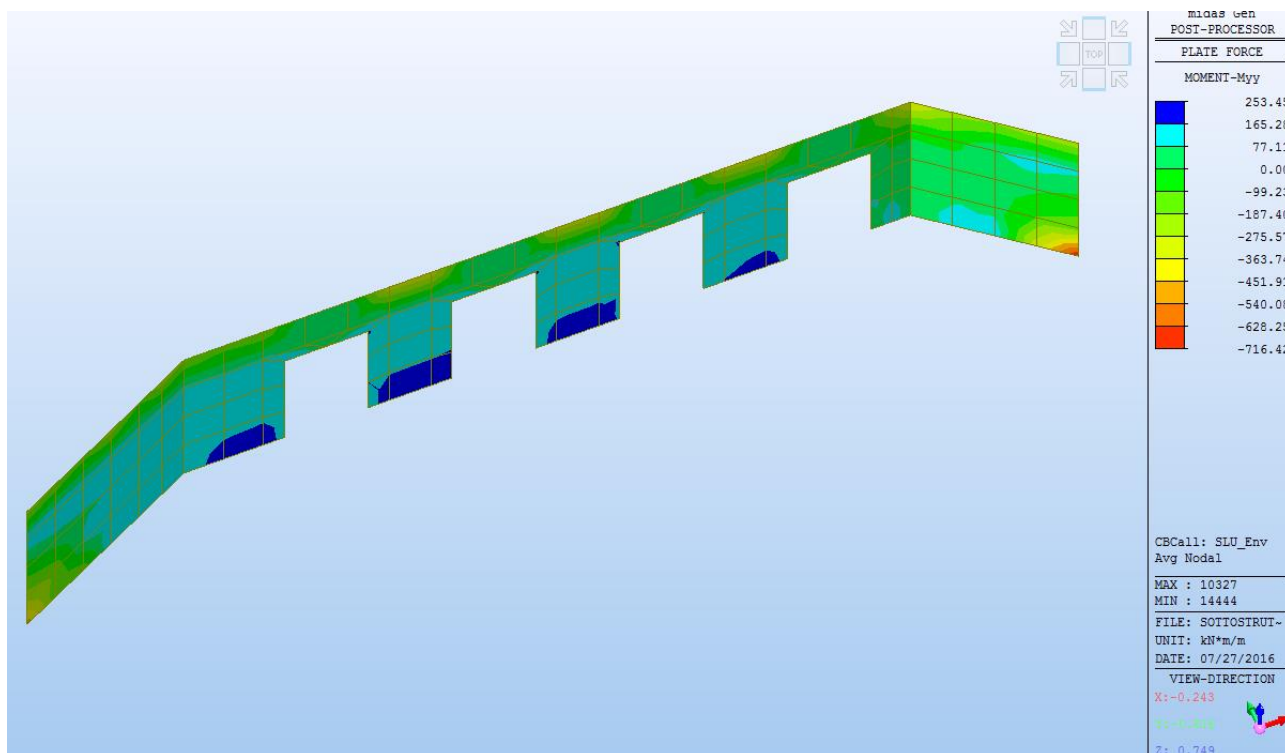


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>214</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si riportano di seguito gli inviluppo delle sollecitazioni per le combinazioni SLU e SLV:




**Figura 162. Parete sinistra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Inviluppo Momenti Mxx – Muro gettato in opera**



**Figura 163. Parete sinistra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Inviluppo Momenti Myy - Muro gettato in opera**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	215	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Si prevede un'armatura verticale composta da 1 $\phi$ 22/20 in entrambe le facce della parete in corrispondenza del canale AUSA

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

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

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

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87  
 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> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 390.9 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 33.08 ‰  
 d 55 cm  
 x 5.262 x/d 0.09568  
 δ 0.7

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

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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

Si prevede un'armatura orizzontale composta da 1 $\phi$ 20/20 in entrambe le facce:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	55

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

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

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

**Tipo rottura**  
 Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

**Materiali**  
 B450C C28/35  
 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> 15.87  
 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> 11  
 σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6667  
 τ<sub>c1</sub> 1.971

M<sub>xRd</sub> 326 kN m  
 σ<sub>c</sub> -15.87 N/mm²  
 σ<sub>s</sub> 391.3 N/mm²  
 ε<sub>c</sub> 3.5 ‰  
 ε<sub>s</sub> 35.65 ‰  
 d 55 cm  
 x 4.917 x/d 0.0894  
 δ 0.7

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


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

**Tipo flessione**  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	216	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

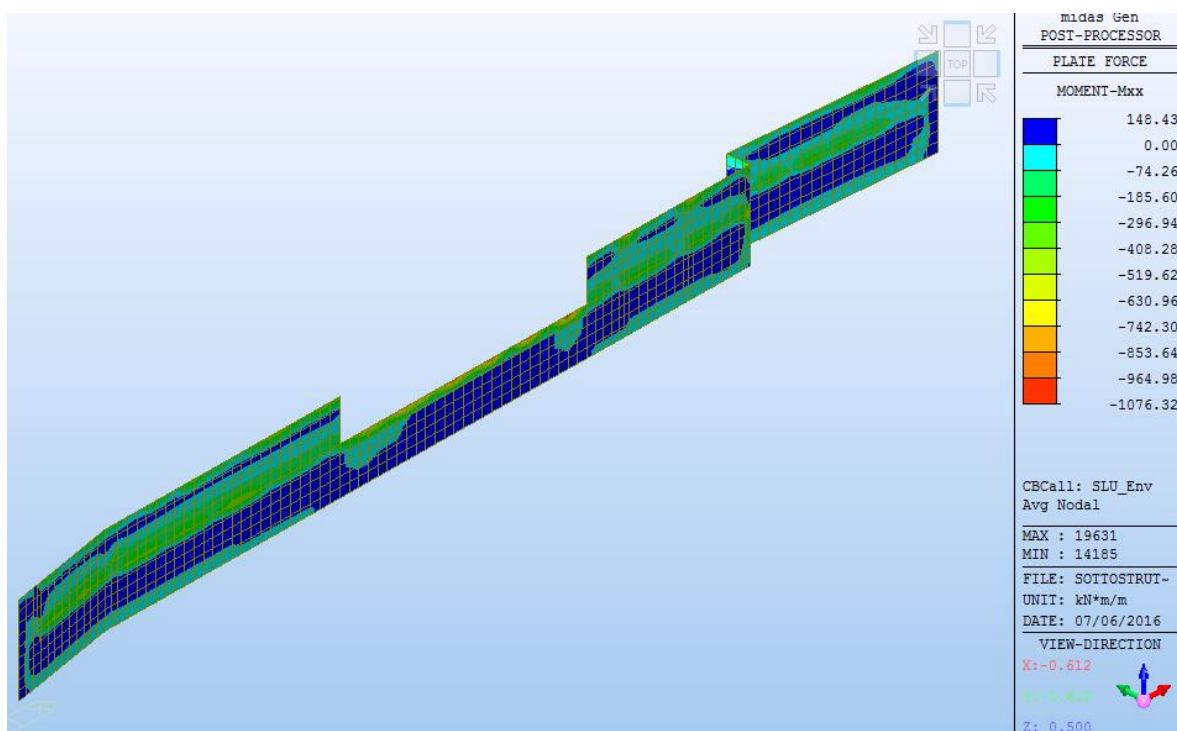


Figura 164. Parete sinistra idraulica AUSA – Comb. SLU SLV – Involuppo Momenti Myy – Porzione realizzata con diaframmi

Per un diaframma di larghezza 2.50m sono previsti 16 $\phi$ 20 in entrambe le facce:

**Titolo :** \_\_\_\_\_

N° strati barre  **Zoom**

N°	b [cm]	h [cm]
1	250	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	50.27	10
2	50.27	50

**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** **C25/30**  
 $\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    $\tau_{c1}$

**M<sub>xRd</sub>**  kN m  
 $\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
 d  cm  
 x  x/d   
 $\delta$

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



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	217	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 7.13.2 VERIFICA A FESSURAZIONE

La classe di esposizione è XC4-XS1, la combinazione peggiore per la verifica in oggetto è la combinazione quasi permanente per la quale il valore di calcolo di apertura delle fessure  $w_d = 0.2mm$  come definito al §4.1.2.2.4.5 delle NTC2008 per condizioni ambientali aggressive.

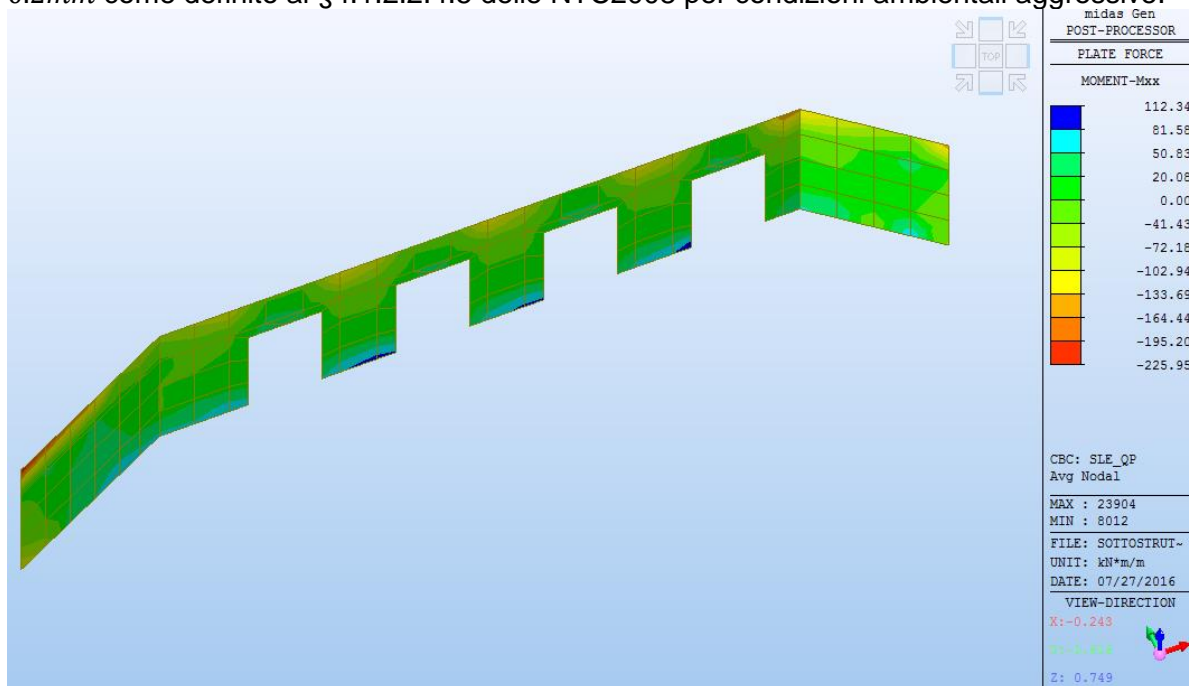


Figura 165. Parete destra idraulica AUSA – Comb. QP – Involuppo Momenti Mxx - Muro gettato in opera

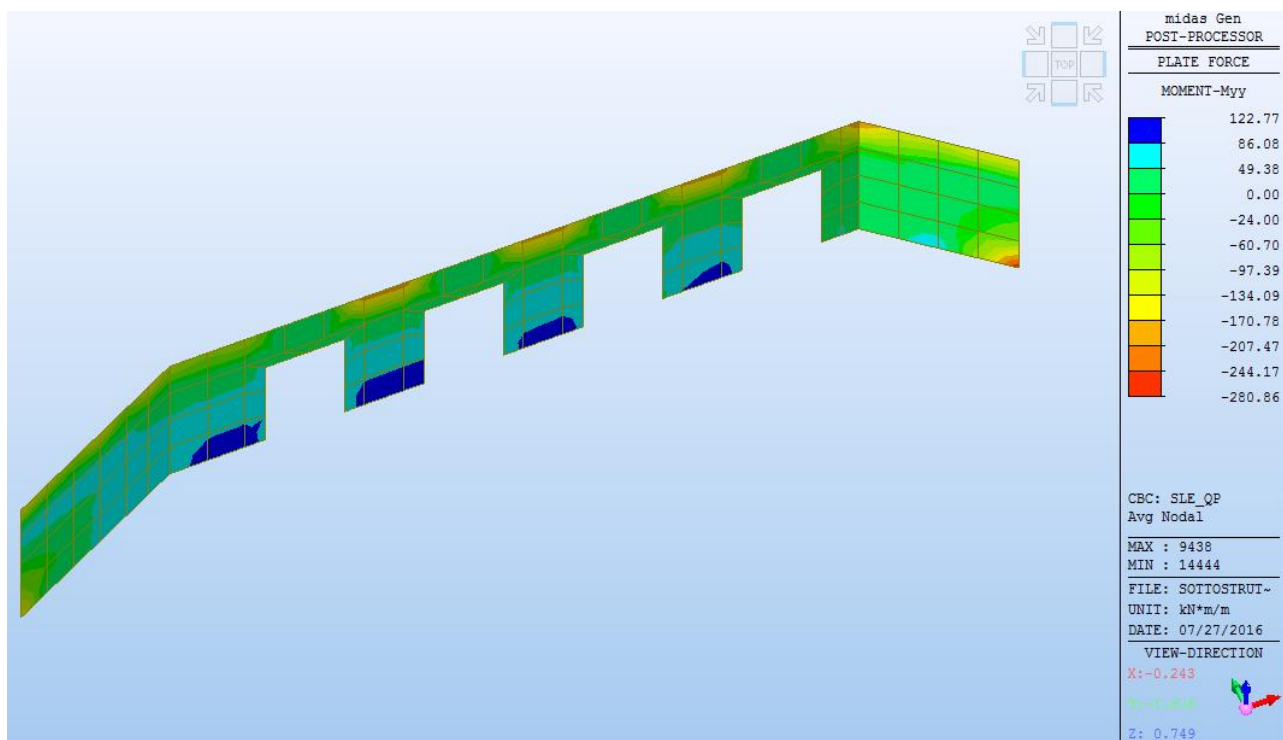



Figura 166. Parete sinistra idraulica AUSA – Comb. QP – Involuppo Momenti Myy - Muro gettato in opera

Per una sezione verticale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>218</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	15.71	5
2	15.71	55

Tipologia Sezione:  
☒ Rettang. ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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

Verifica

N° iterazioni:

☐ Precompresso

Materiali: **B450C** **C28/35**

$\epsilon_{su}$	67.5 ‰	$\epsilon_{c2}$	2 ‰
$f_{yd}$	391.3 N/mm²	$\epsilon_{cu}$	3.5 ‰
$E_s$	200.000 N/mm²	$f_{cd}$	15.87
$E_s/E_c$	15	$f_{cc}/f_{cd}$	0.8
$\epsilon_{syd}$	1.957 ‰	$\sigma_{c,adm}$	11
$\sigma_{s,adm}$	255 N/mm²	$\tau_{co}$	0.6667
		$\tau_{c1}$	1.971

P.to applicazione N:  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm]

$\sigma_c$  -3.037 N/mm²  
 $\sigma_s$  150.9 N/mm²  
 $\epsilon_s$  0.7546 ‰  
 $d$  55 cm  
 $x$  12.75  $x/d$  0.2318  
 $\delta$  0.7298

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:


$$\begin{aligned}
 h &:= 60 \text{ cm} \\
 B &:= 100 \text{ cm} \\
 c &:= 4 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 55 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 1571 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 12.75 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 150.9 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 125 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.125 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01257 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.00044 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 406.528 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.179 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .

Per una sezione orizzontale di larghezza equivalente 1.00m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	219
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	100	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	19.01	5
2	19.01	55

Sollecitazioni

S.L.U. ☒ Metodo n ☐

N<sub>Ed</sub>  kN

M<sub>xEd</sub>  kNm

M<sub>yEd</sub>

P.to applicazione N

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] xN  yN

Tipo Sezione

☒ Rettang. ☐ Trapezi

☐ a T ☐ Circolare

☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-

☒ Metodo n

Materiali

B450C C28/35

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>  ‰

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

Verifica

N° iterazioni:

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x  x/d  δ

☐ Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:

$$h := 60 \text{ cm}$$

$$B := 100 \text{ cm}$$

$$c := 4 \text{ cm}$$

$$\phi_d := 22 \text{ mm}$$

$$d := h - c - \frac{\phi_d}{2} = 54.9 \text{ cm}$$

$$f_{ck} := 28 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 35 \text{ MPa}$$

$$f_{cm} := f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 36 \text{ MPa}$$

$$f_{ctm} := 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.766 \text{ MPa}$$

$$E_{cm} := 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 32308 \text{ MPa}$$

$$\phi_{eq} := 22 \text{ mm}$$

$$A_s := 1901 \text{ mm}^2$$

$$x := 12.75 \text{ cm}$$

$$\sigma_s := 167.1 \text{ MPa}$$

$$E_s := 206000 \text{ MPa}$$

$$\alpha_e := \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.376$$

$$k_t := 0.4$$

$$h_{c,eff} := \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 127.5 \text{ mm}$$

$$A_{c,eff} := h_{c,eff} \cdot B = 0.128 \text{ m}^2$$

$$\rho_{eff} := \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01491$$

$$\epsilon_{sm} := \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000487$$


$$k_1 := 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425$$

$$\Delta_{s,max} := k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 386.842 \text{ mm}$$

$$w_d := \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.188 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	220	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

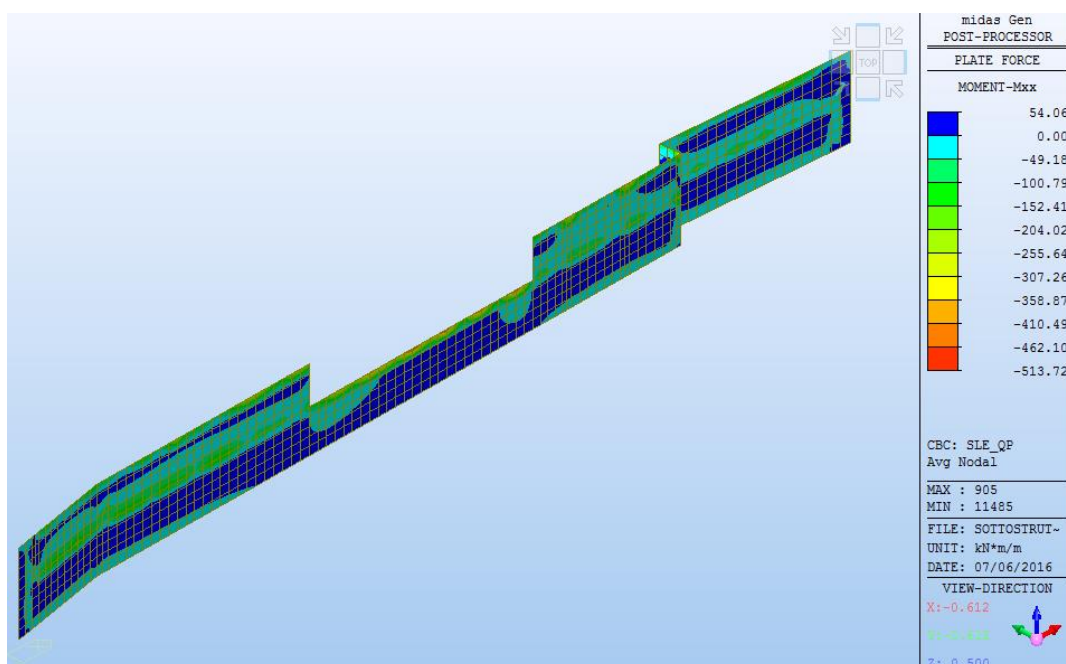


Figura 167. Parete sinistra idraulica AUSA – Comb. QP – Involuppo Momenti M<sub>yy</sub> - - Porzione realizzata con diaframmi

Per un diaframma di larghezza 2.50m le tensioni di esercizio sono state calcolate come segue:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]
1	250	60

N°	As [cm²]	d [cm]
1	50.27	10
2	50.27	50

**Sollecitazioni**

S.L.U.  Metodo n

N<sub>Ed</sub>  kN

M<sub>xEd</sub>  250 kNm

M<sub>yEd</sub>  0

**P.to applicazione N**

☒ Centro ☐ Baricentro cls

☐ Coord.[cm] xN  yN

**Tipo Sezione**

☒ Rettan.re ☐ Trapezi

☐ a T ☐ Circolare

☐ Rettangoli ☐ Coord.

**Metodo di calcolo**

☐ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-

☒ Metodo n

**Materiali**

B450C C25/30

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>  ‰

σ<sub>c</sub>  N/mm²

σ<sub>s</sub>  N/mm²

ε<sub>s</sub>  ‰

d  cm

x  x/d  δ


**Verifica**

N° iterazioni:

☐ Precompresso

In accordo con il § C4.1.2.2.4.6 delle NTC2008 il calcolo dell'ampiezza delle fessure è stato calcolato come segue:




	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	221
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

$$\begin{aligned}
 h &:= 60 \text{ cm} \\
 B &:= 250 \text{ cm} \\
 c &:= 9 \text{ cm} \\
 \phi_d &:= 20 \text{ mm} \\
 d &:= h - c - \frac{\phi_d}{2} = 50 \text{ cm} \\
 f_{ck} &:= 25 \text{ MPa} \quad R_{ck} := 30 \text{ MPa} \\
 f_{cm} &:= f_{ck} + 8 \text{ MPa} = 33 \text{ MPa} \\
 f_{ctm} &:= 0.30 \cdot \left( \frac{f_{ck}}{\text{MPa}} \right)^{\frac{2}{3}} \text{ MPa} = 2.565 \text{ MPa} \\
 E_{cm} &:= 22000 \cdot \left( \frac{f_{cm}}{10 \text{ MPa}} \right)^{0.3} \text{ MPa} = 31476 \text{ MPa} \\
 \phi_{eq} &:= 20 \text{ mm} \\
 A_s &:= 5027 \text{ mm}^2 \\
 x &:= 13.93 \text{ cm} \\
 \sigma_s &:= 111.1 \text{ MPa} \\
 E_s &:= 206000 \text{ MPa} \\
 \alpha_e &:= \frac{E_s}{E_{cm}} = 6.545 \\
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 153.567 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.384 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01309 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 565.661 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.183 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 k_t &:= 0.4 \\
 h_{c,eff} &:= \min \left( 2.5 \cdot (h - d), \frac{(h - x)}{3}, \frac{h}{2} \right) = 153.567 \text{ mm} \\
 A_{c,eff} &:= h_{c,eff} \cdot B = 0.384 \text{ m}^2 \\
 \rho_{eff} &:= \frac{A_s}{A_{c,eff}} = 0.01309 \\
 \epsilon_{sm} &:= \max \left( \frac{\sigma_s - \frac{k_t \cdot f_{ctm}}{\rho_{eff}} \cdot (1 + \alpha_e \cdot \rho_{eff})}{E_s}, 0.6 \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \right) = 0.000324 \\
 k_1 &:= 0.8 \quad k_2 := 0.5 \quad k_3 := 3.40 \quad k_4 := 0.425 \\
 \Delta_{s,max} &:= k_3 \cdot c + k_1 \cdot k_2 \cdot k_4 \cdot \frac{\phi_{eq}}{\rho_{eff}} = 565.661 \text{ mm} \\
 w_d &:= \Delta_{s,max} \cdot \epsilon_{sm} = 0.183 \text{ mm} \quad [\text{C.4.1.15}]
 \end{aligned}$$

La verifica è soddisfatta poiché  $w_d < w_1 = 0.2 \text{ mm}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>222</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 7.14 VERIFICA DELLA SOLETTA DI COPERTURA IN FASE DI REALIZZAZIONE

La condizione peggiore per la soletta di copertura delle vasche si ha prima della realizzazione della platea di fondazione. In questa fase non sono ancora state realizzate le pareti perimetrali del torrino e i barrettes di divisione fra le vasche (da quota -3.15m a quota -6.55m) risultano vincolati solo in sommità.

Nella parete di divisione delle vasche (lato sinistra idraulica) sono presenti solo 7 barrettes che proseguono nel terreno fino a quota -38.40m.

Al fine di verificare la soletta in questa fase costruttiva è stato impiegato un modello di calcolo che riproduce queste differenti condizioni di vincolo e di carico.

In particolare sono stati considerati solo vincoli di semplice appoggio alla base della struttura e in corrispondenza della parete di divisione della vasca sono presenti vincoli solo in corrispondenza dei barrettes profondi.

Oltre ai pesi propri è stato applicato un carico uniformemente distribuito su tutta la soletta di copertura di intensità pari a 6 kPa e, così come previsto per il modello di calcolo complessivo, è stata considerata la condizione di carico per cui il canale AUSA risulti pieno d'acqua.

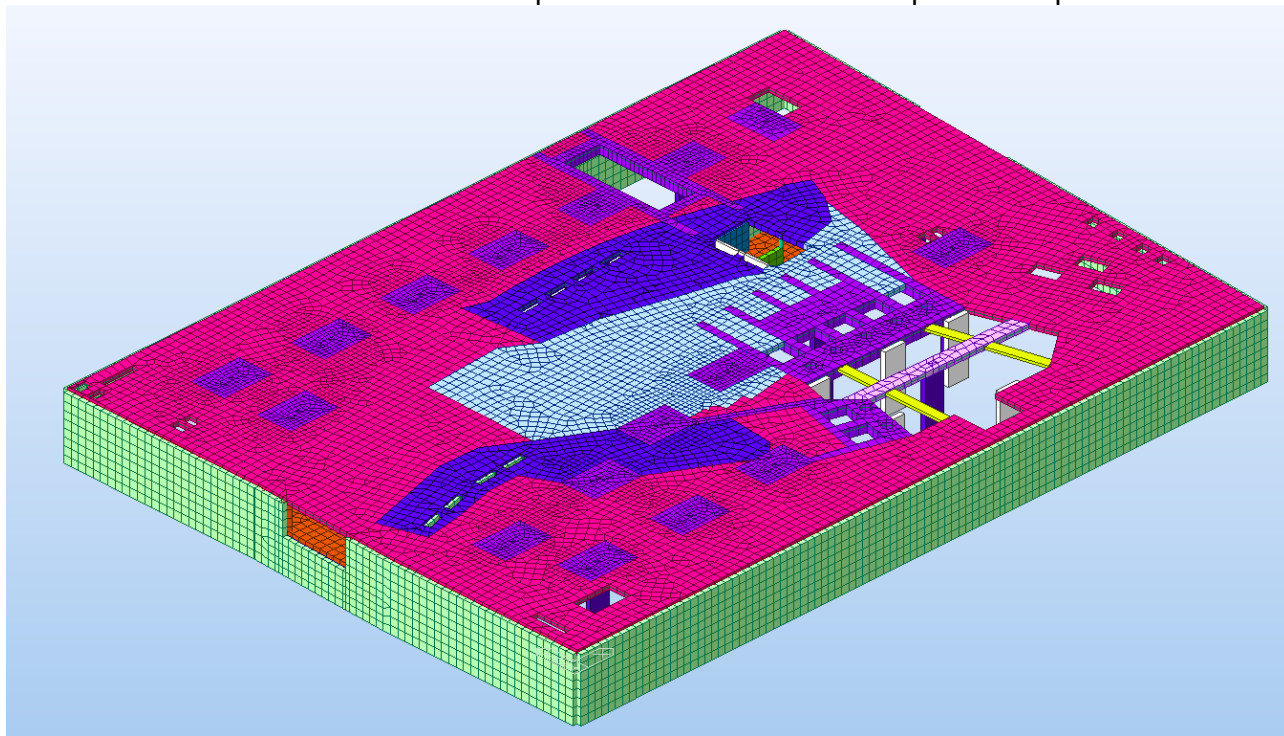


Figura 168. Modello di calcolo in fase costruttiva – Vista 3D

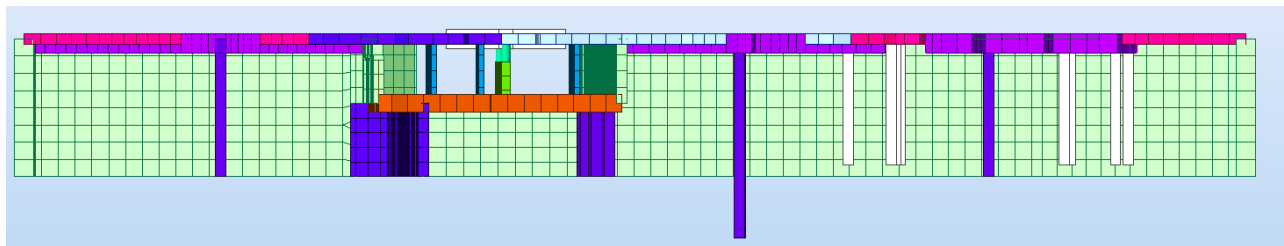



Figura 169. Modello di calcolo in fase costruttiva – Sezione Trasversale



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	223
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

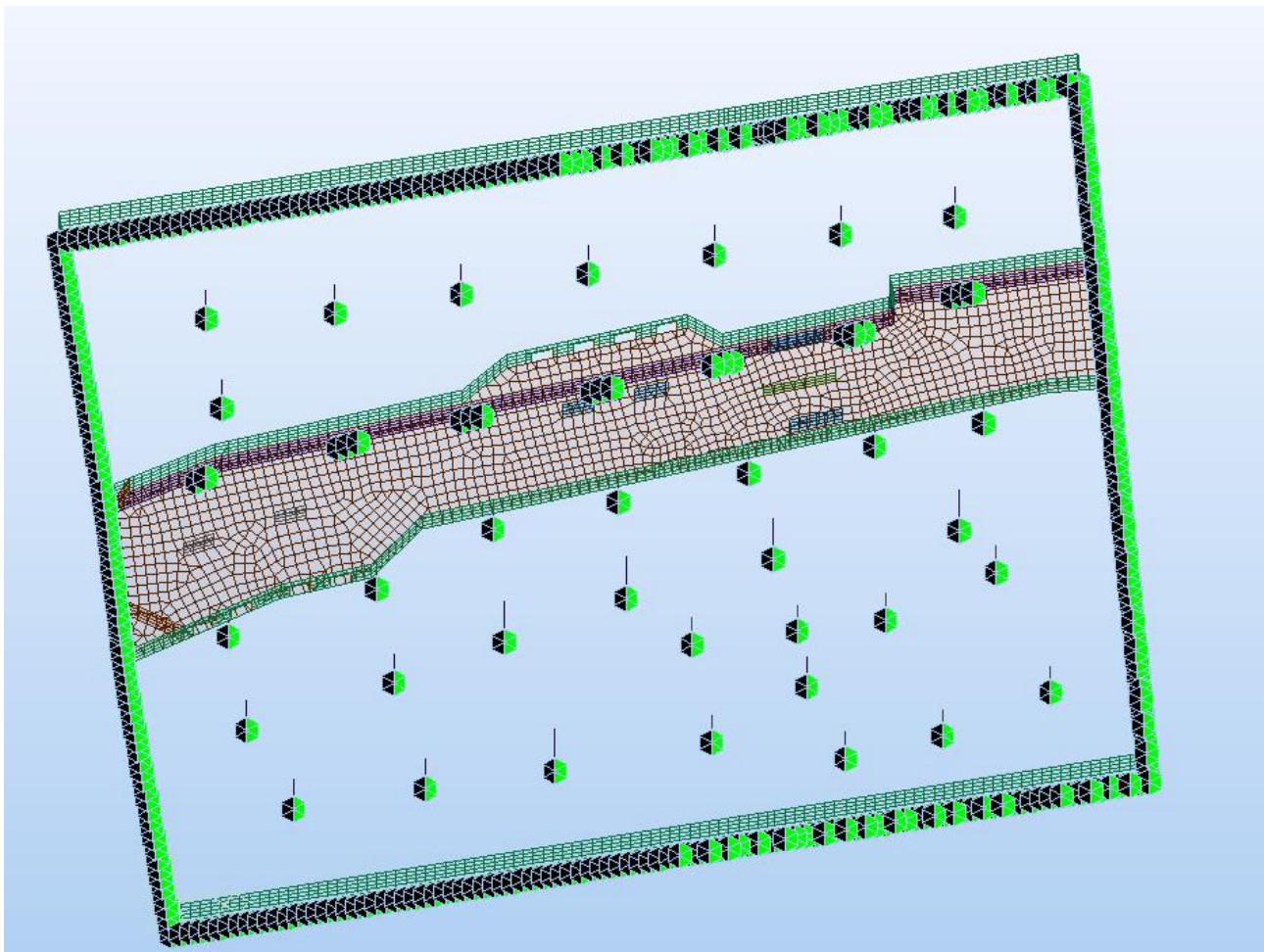


Figura 170. Modello di calcolo in fase costruttiva – Vista 3d con vincoli e soletta di copertura disattivata

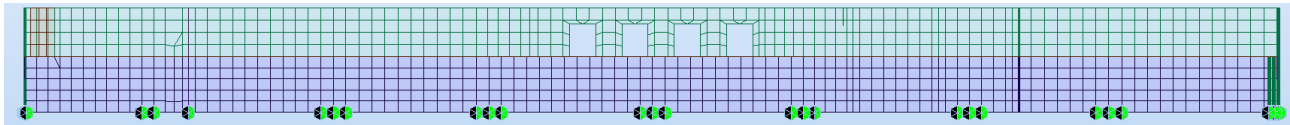



Figura 171. Modello di calcolo in fase costruttiva – Prospetto della parete di divisione vasche con vincoli



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	224
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

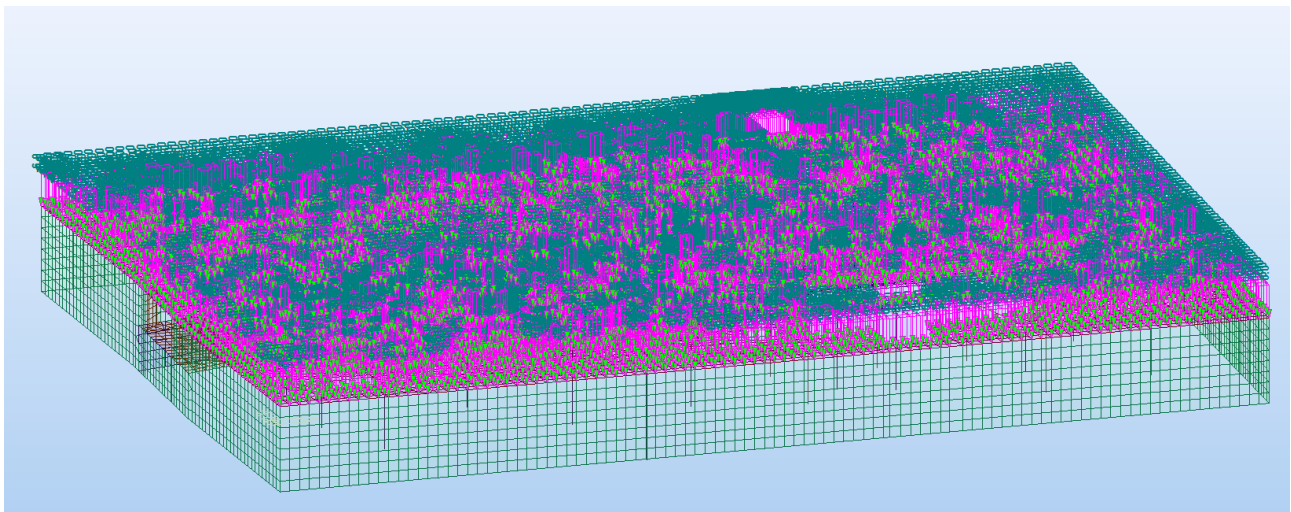


Figura 172. Modello di calcolo in fase costruttiva – Condizione con carichi in copertura: 6.00 kPa

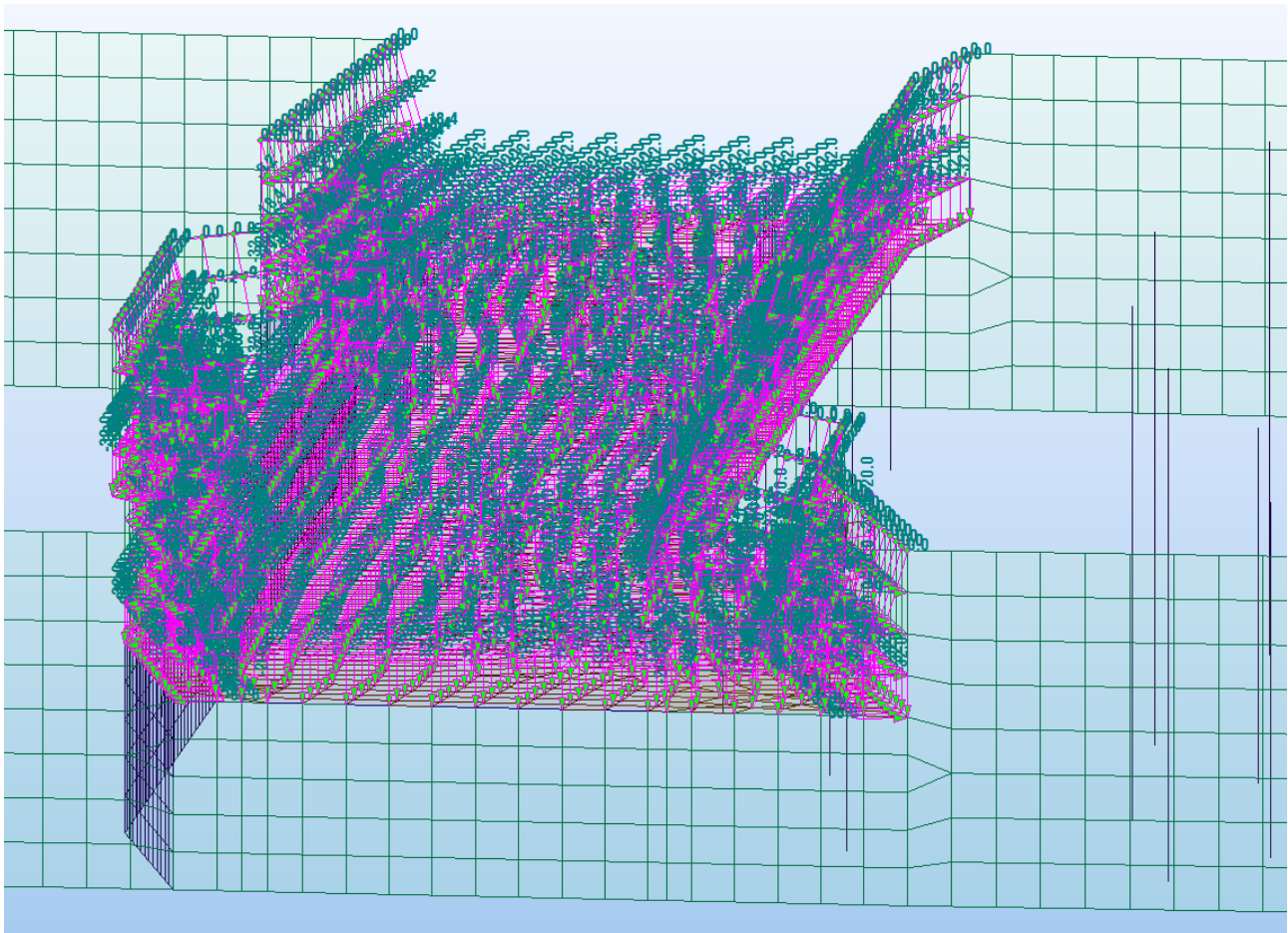

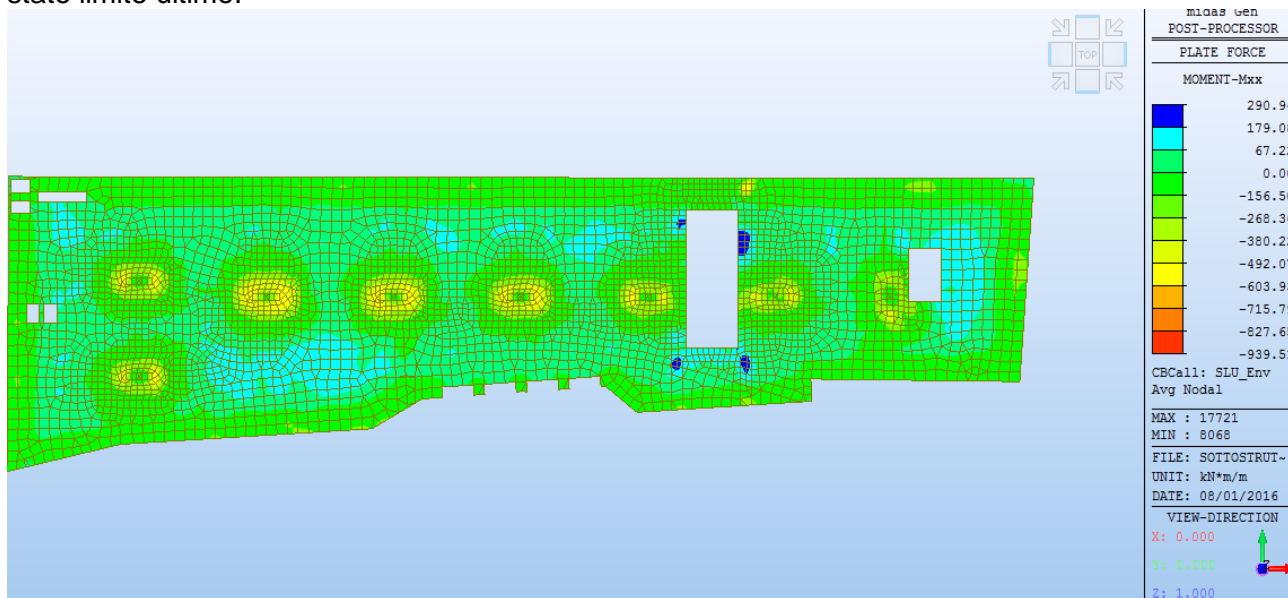


Figura 173. Modello di calcolo in fase costruttiva – Condizione con carico idrico nel canale AUSA

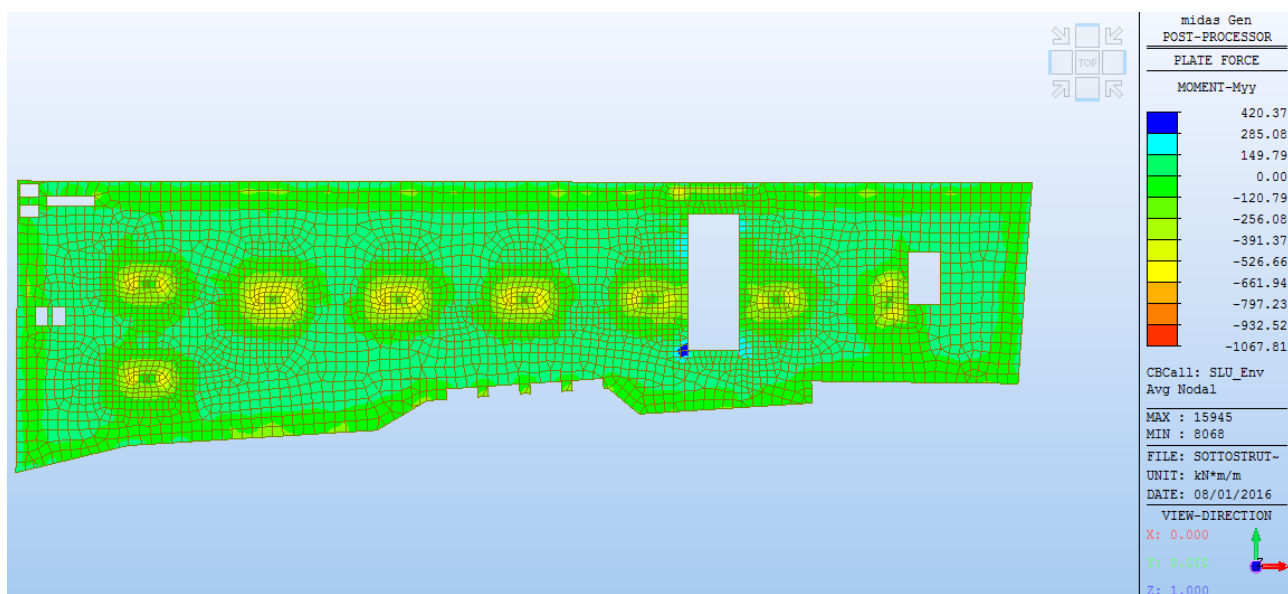


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>225</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riportano le massime sollecitazioni flessionali ottenute per la soletta di copertura allo stato limite ultimo:




**Figura 174. Soletta di copertura lato Vasca di Prima Pioggia In Fase Costruttiva – Comb. SLU – Involuppo Momenti Mxx**



**Figura 175. Soletta di copertura lato Vasca di Prima Pioggia In Fase Costruttiva – Comb. SLU – Involuppo Momenti Myy**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	226	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

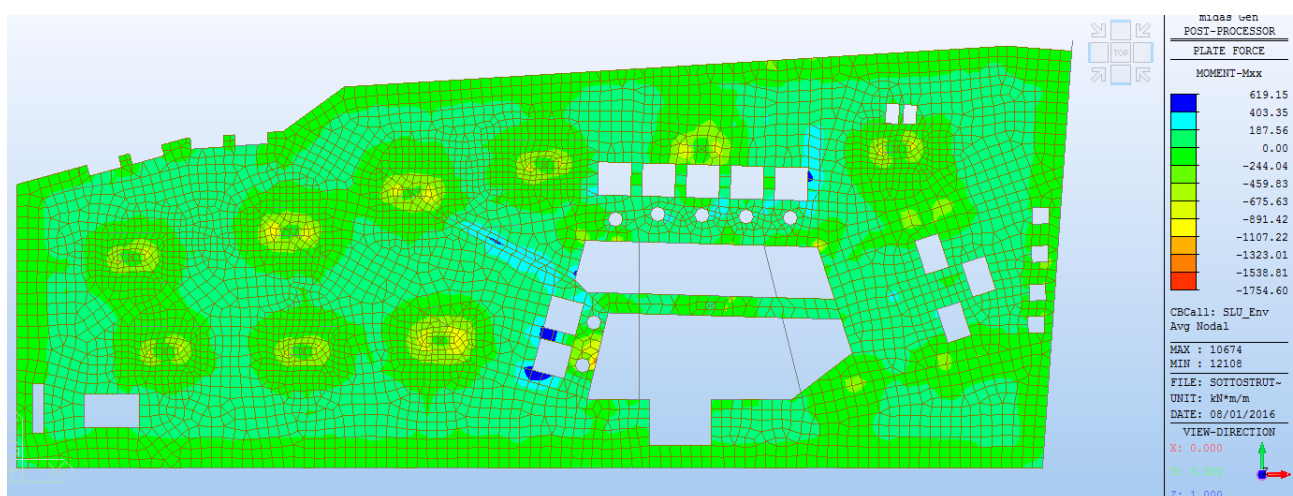


Figura 176. Soletta di copertura lato Vasca di Laminazione In Fase Costruttiva – Comb. SLU – Involuppo Momenti Mxx

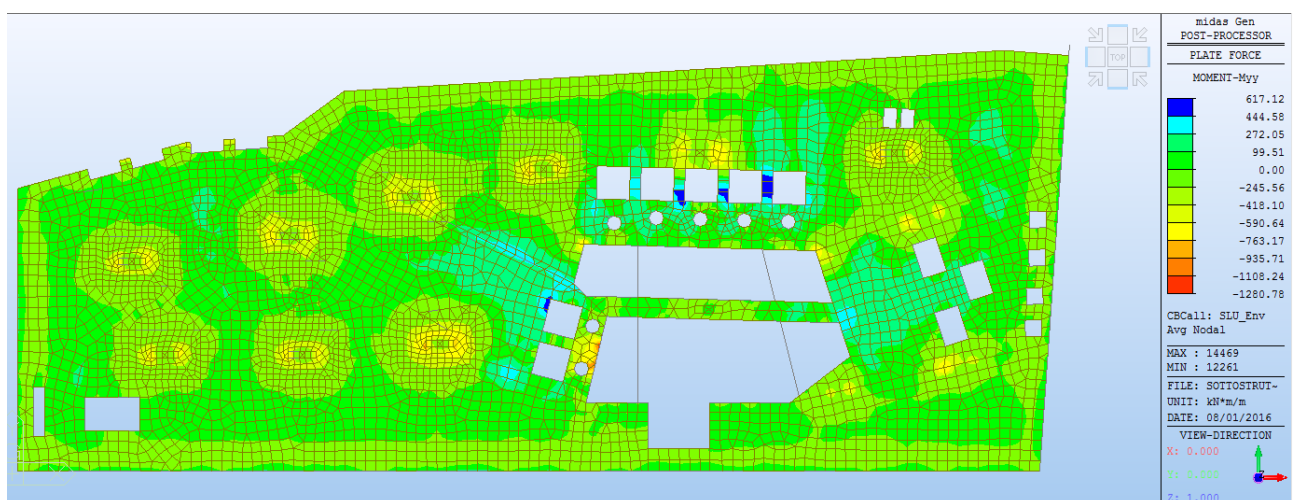



Figura 177. Soletta di copertura lato Vasca di Laminazione In Fase Costruttiva – Comb. SLU – Involuppo Momenti Myy



	RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	227	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

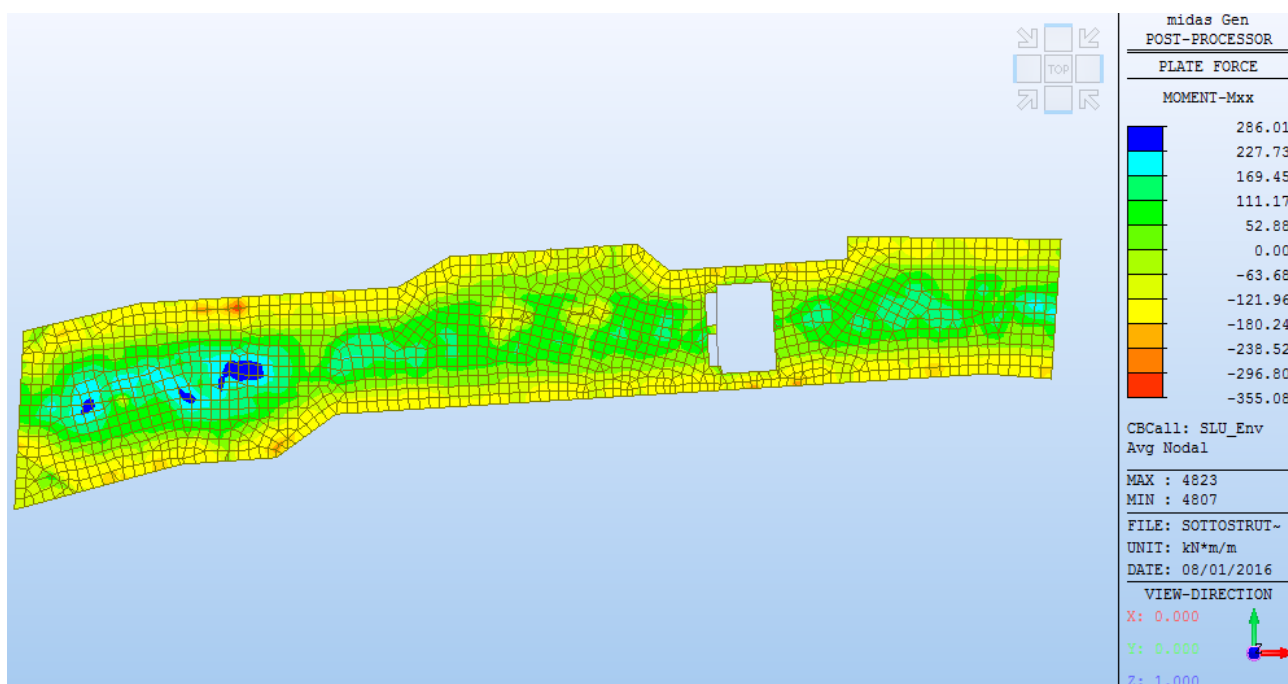


Figura 178. Soletta di copertura Canale AUSA In Fase Costruttiva – Comb. SLU – Involuppo Momenti Mxx

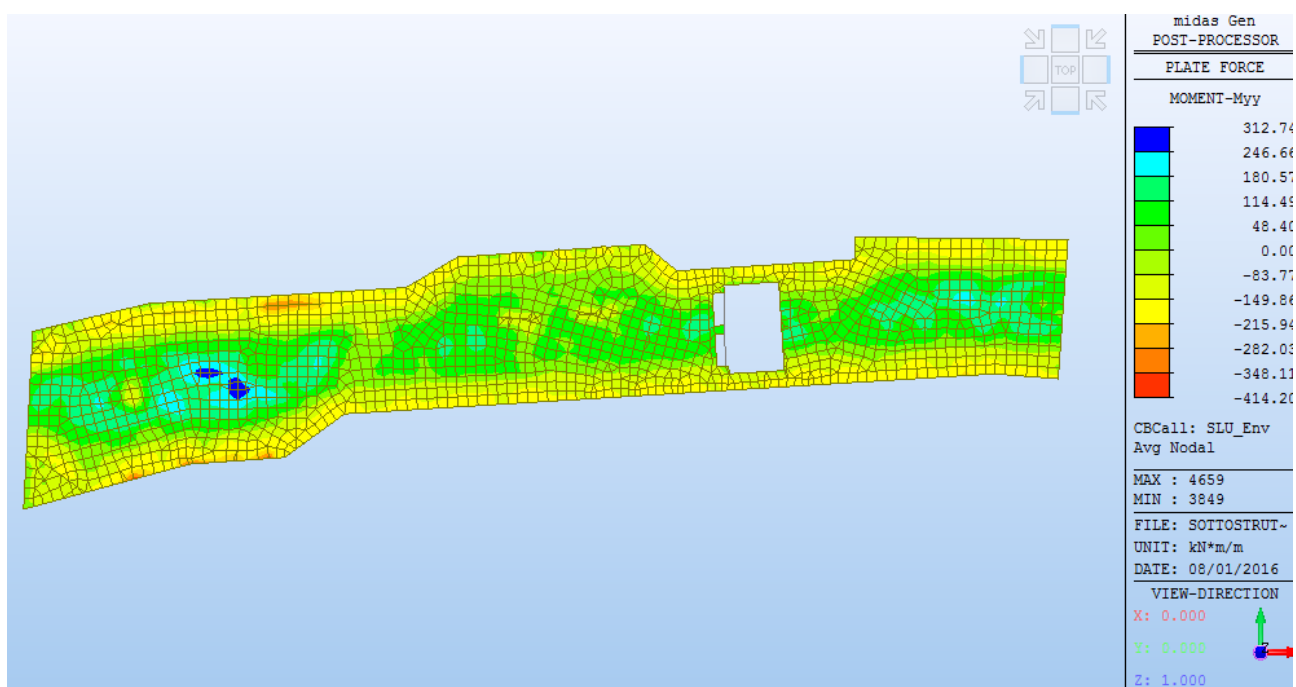



Figura 179. Soletta di copertura Canale AUSA In Fase Costruttiva – Comb. SLU – Involuppo Momenti Myy

Le sollecitazioni risultano quindi inferiori a quanto ottenuto nel modello di calcolo complessivo. Durante le fasi realizzative la soletta di copertura delle vasche risulta quindi verificata per un carico uniformemente distribuito di intensità pari a **6.00 kPa**.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>228</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 8 PLATEEE DI FONDAZIONE

Il presente capitolo tratta dell'analisi e delle verifiche strutturali delle platee di fondazione della vasca di prima pioggia e di laminazione.

### 8.1 DESCRIZIONE DELL'OPERA

Le platee di fondazione sono realizzate con calcestruzzo di classe C35/45 ed acciaio da armatura di classe B450C.

Gli spessori sono i seguenti:

- Vasca di prima pioggia e vasca di laminazione (estradosso platea -6.55m slm): 60cm;
- Zona alloggiamento pompe 100cm (platea alla quota -10.05m slm): 100cm;
- Rampa e zone di raccordo fra estradosso -6.55m slm e -10.05m slm: 100cm;
- Soletta zona torrino: 100cm.

### 8.2 MODELLO DI CALCOLO

Per l'analisi della platea si è fatto uso di un modello agli elementi finiti; in particolare è stato utilizzato il software SAP2000.

Il terreno al di sotto delle solette è stato simulato per mezzo di molle reagenti solo a compressione. La costante di sottofondo adottata è la seguente:  $k = 5000 \text{ kN/m}^3 \approx 0.5 \text{ kg/cm}^3$ .

Ai fini del vincolamento alla traslazione verticale i barrette sono simulate da molle.

La rigidezza è 1100 kN/mm, stimata come il rapporto fra la resistenza laterale caratteristica e 10mm (spostamento necessario alla mobilitazione della tensione tangenziale terreno / barrette).


La reazione dei barrette è limitata alla resistenza geotecnica della barrette, secondo quanto riportato nella *Relazione di calcolo delle fondazioni*. In particolare si è fatto riferimento alle valutazioni secondo l'Approccio 2 per la massima reazione dei barrette compressi (9543kN) e tesi (4433kN).

La rigidezza alla traslazione verticale offerta dal diaframma perimetrale è stata implementa nel modello con una molla di rigidezza, per unità di lunghezza in pianta del muro di diaframmi, pari a 160 kN/mm.

La platea di fondazione è modellata tramite elementi shell a 3 nodi, come da figura seguente.

Nella seguente figura la soletta di fondazione della vasca di prima pioggia, la soletta di fondazione della vasca di laminazione e della zona di alloggiamento delle condotte a mare (spessore 60cm, estradosso -6.55m slm) sono colorate in azzurro/blu, la platea di fondazione del torrino (spessore 100cm, estradosso -6.55m slm) è colorata in vola, la zona di alloggiamento condotte (spessore 100cm, estradosso -10.05m slm) è colorata in giallo e le zone di raccordo fra livelli diversi sono rappresentate in verde (spessore 100cm). La posizione dei barrette è segnalata dai nodi colorati in verde.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	229
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

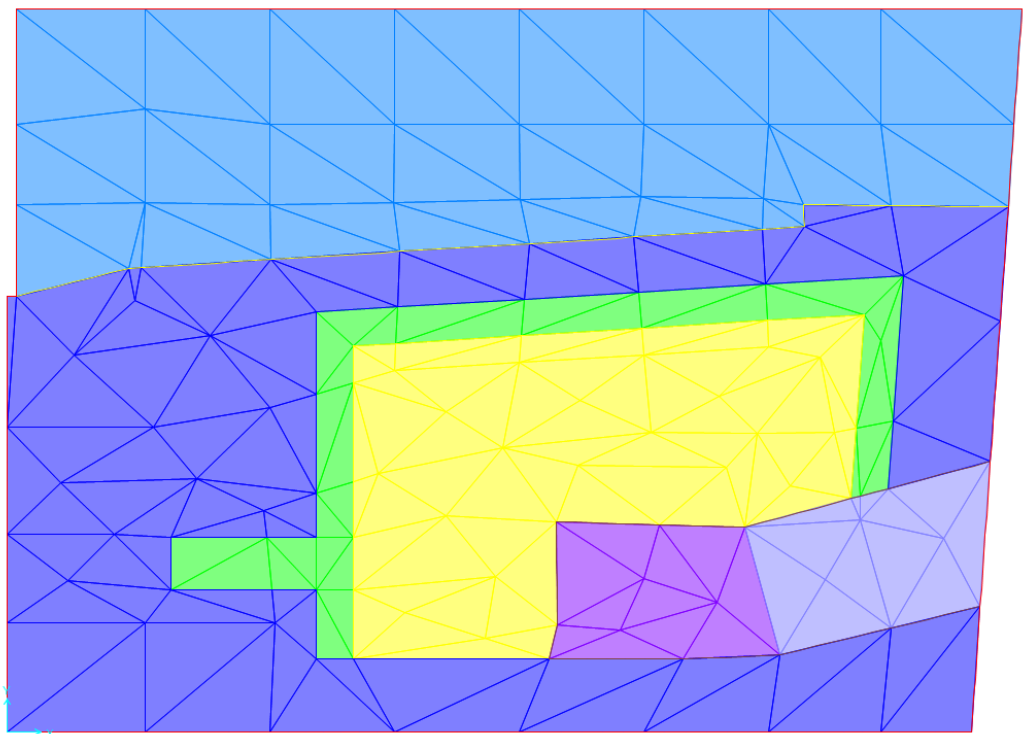


Figura 180 Modello agli elementi finiti della platea di fondazione

Nella figura seguente sono rappresentati in rosso i barrette.

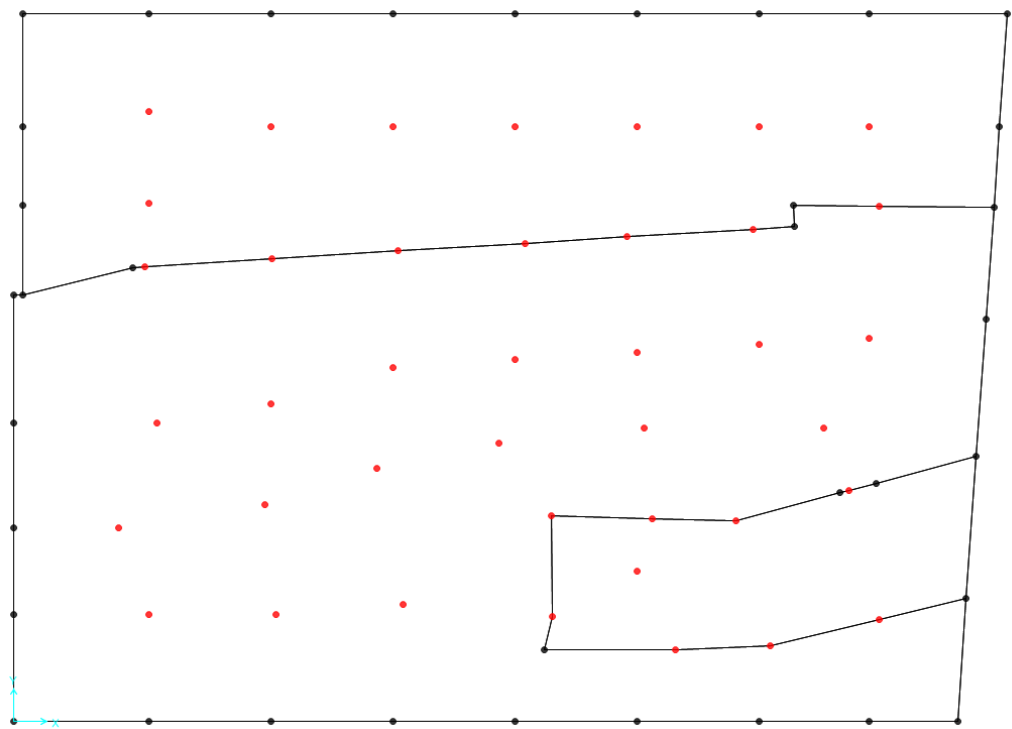



Figura 181 Posizione dei barrette nel modello di calcolo



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>230</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 8.3 ANALISI DEI CARICHI

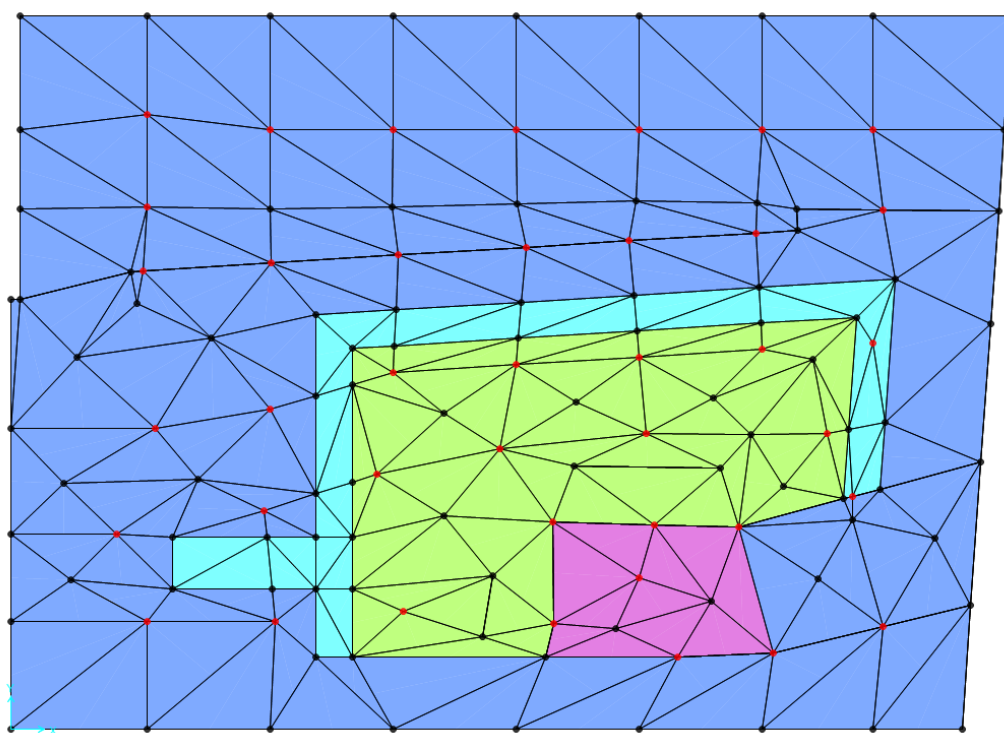
I carichi dovuti al peso proprio della copertura, ai carichi agenti su di essa, al peso proprio dello scatolare e del torrino sono applicati in corrispondenza dei barrettes e del diaframma perimetrale in accordo con i risultati della modellazione di tali elementi.

Il peso proprio della platea è calcolato considerando un peso per unità di volume del calcestruzzo pari a 25 kN/m<sup>3</sup>.

La sottospinta dell'acqua è calcolata considerando un livello piezometrico pari a -3.40m slm, corrispondente al livello di scarico dei tubi di alleggerimento delle sottopressioni.


La pressione dell'acqua invasata è calcolata facendo riferimento ad un livello di pelo libero pari a +0.12m slm; nella zona del torrino di carico delle condotte a mare è considerato un livello idrico alla quota +8.00m slm.

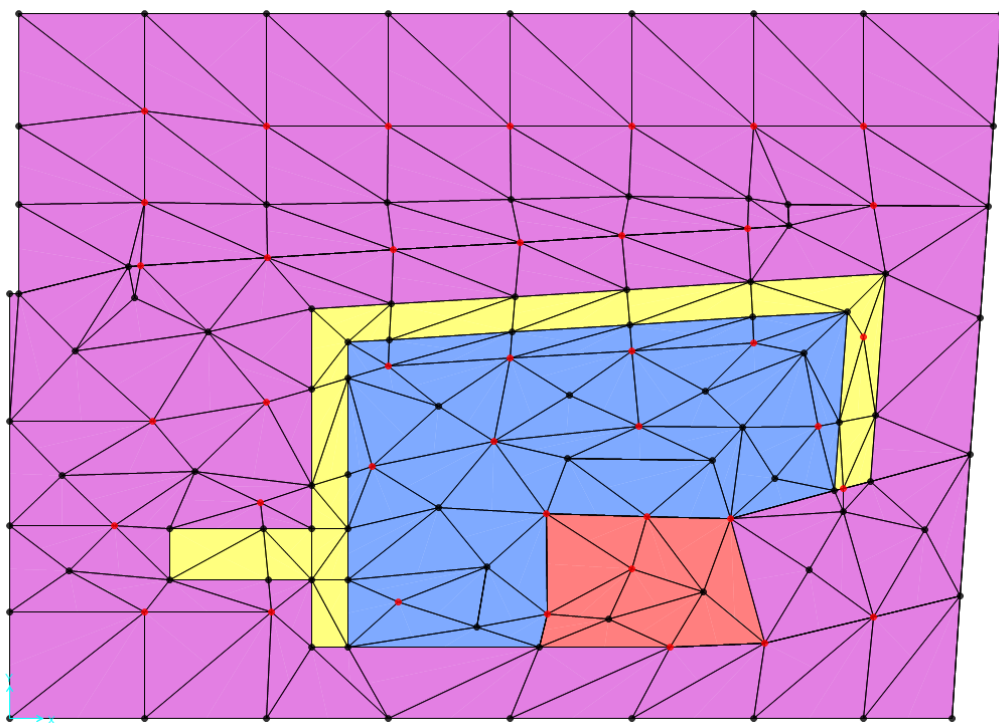
Nelle seguenti figure è mostrato il valore dei carichi dovuti alla sottospinta idraulica e al peso dell'acqua invasata nelle varie zone.



**Figura 182 Carico dovuto al peso dell'acqua invasata (verso il basso - kN/mq)**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	231
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				



**Figura 183 Carico dovuto alla sottospinta idraulica (verso l'alto - kN/mq)**

Nelle zone dove sono allocate le pompe di carico del torrino, è stato applicato un carico lineare di 70kN/m, per un totale di 1400kN (nr. 7 pompe, peso singola pompa 20ton).

Le combinazioni di carico fondamentali sono due:

1. massimo invaso della vasca senza sottospinta idraulica;
2. vasca vuota, massima sottospinta idraulica.

Per quanto riguarda il caso 1, i coefficienti parziali utilizzati sono tali da massimizzare la risultante verso il basso; viceversa, per il caso 2, i carichi sono stati amplificati e combinati per minimizzare la risultante verso il basso.

Sono state considerate le combinazioni SLU e SLE rara (caratteristica).


Data la natura dei carichi, si è scelto, a favore di sicurezza, di effettuare tutte le verifiche agli SLE (limitazione delle tensioni e fessurazione) con le sollecitazioni derivanti dalla combinazione rara.

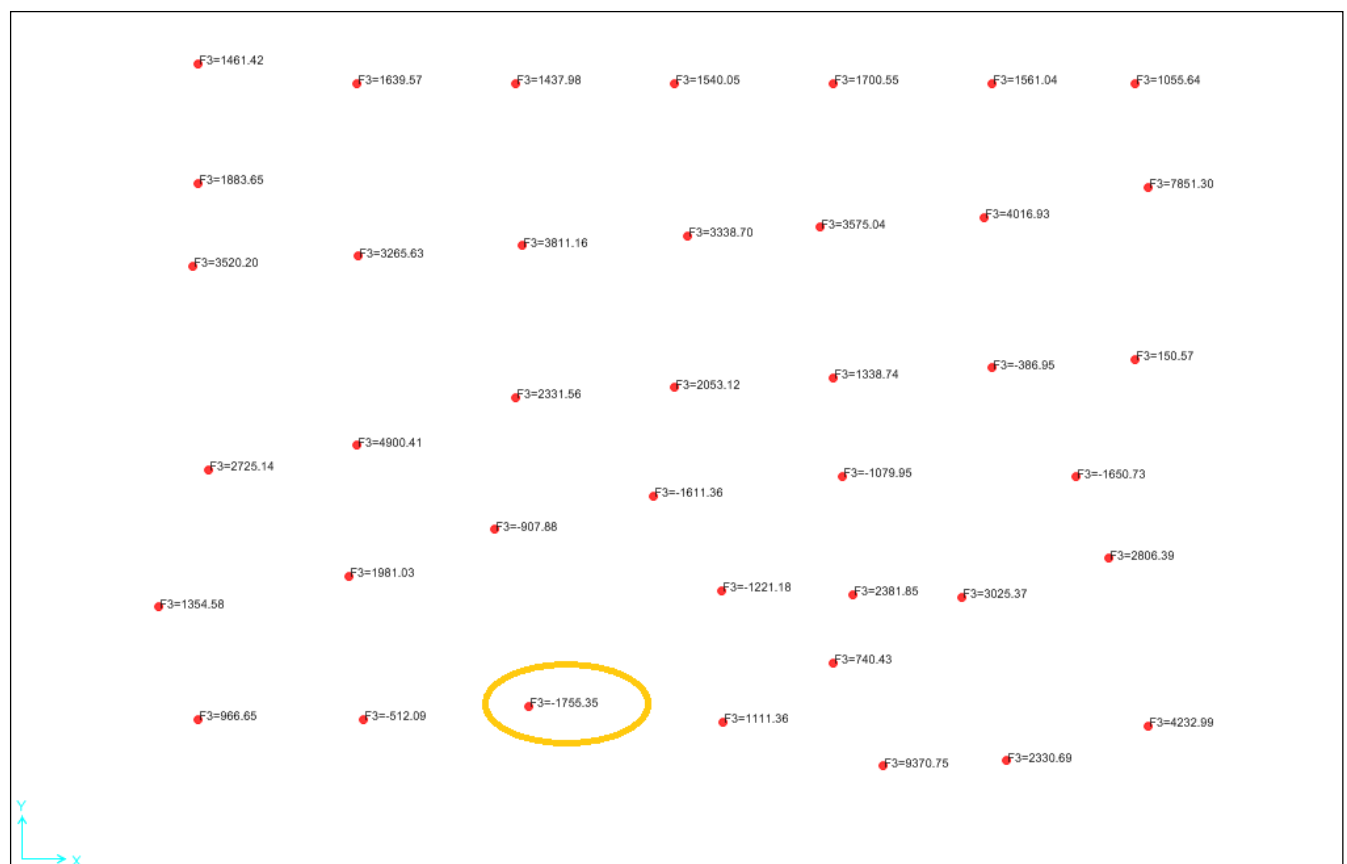
I carichi sismici sulla platea di fondazione sono trascurabili.

## 8.4 PRINCIPALI RISULTATI OTTENUTI

Nelle seguenti immagini sono mostrati i principali risultati delle analisi.

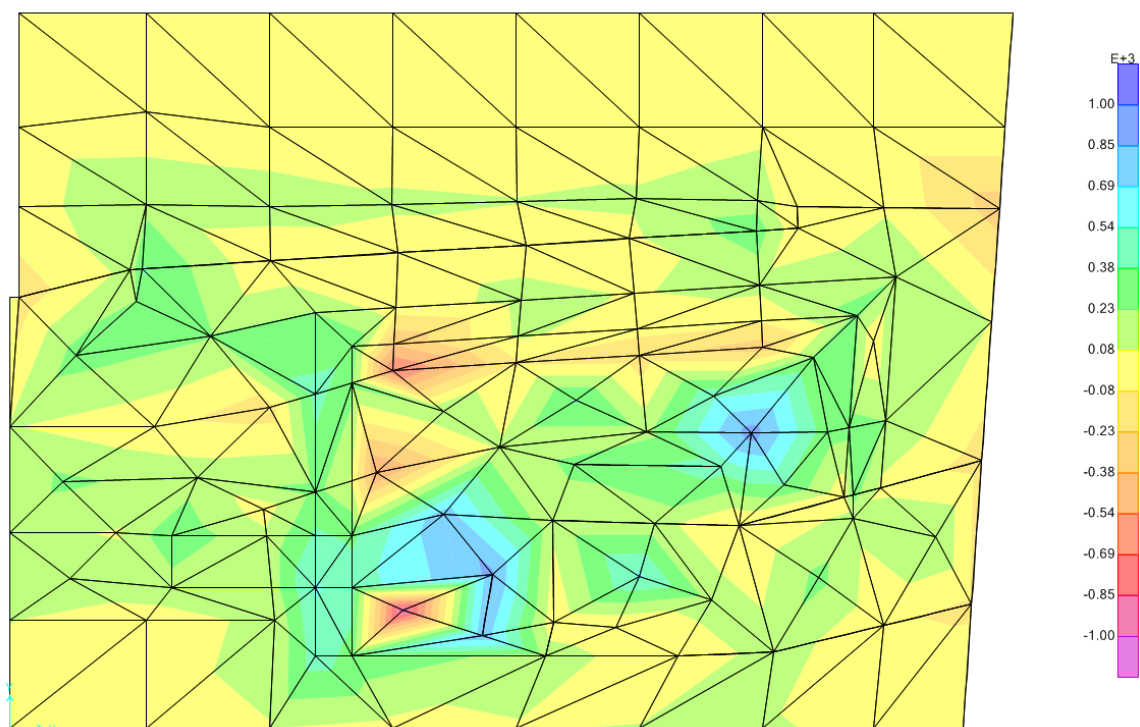


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>232</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					




**Figura 184 Minime compressioni dei pali (approccio 2)**

La massima trazione nei pali è pari a 1756kN secondo l'approccio 2 (6.2.3.1 D.M. 14/01/2008).



**Figura 185 Involuppo dei massimi momenti attorno all'asse y SLU**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	233
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
313				

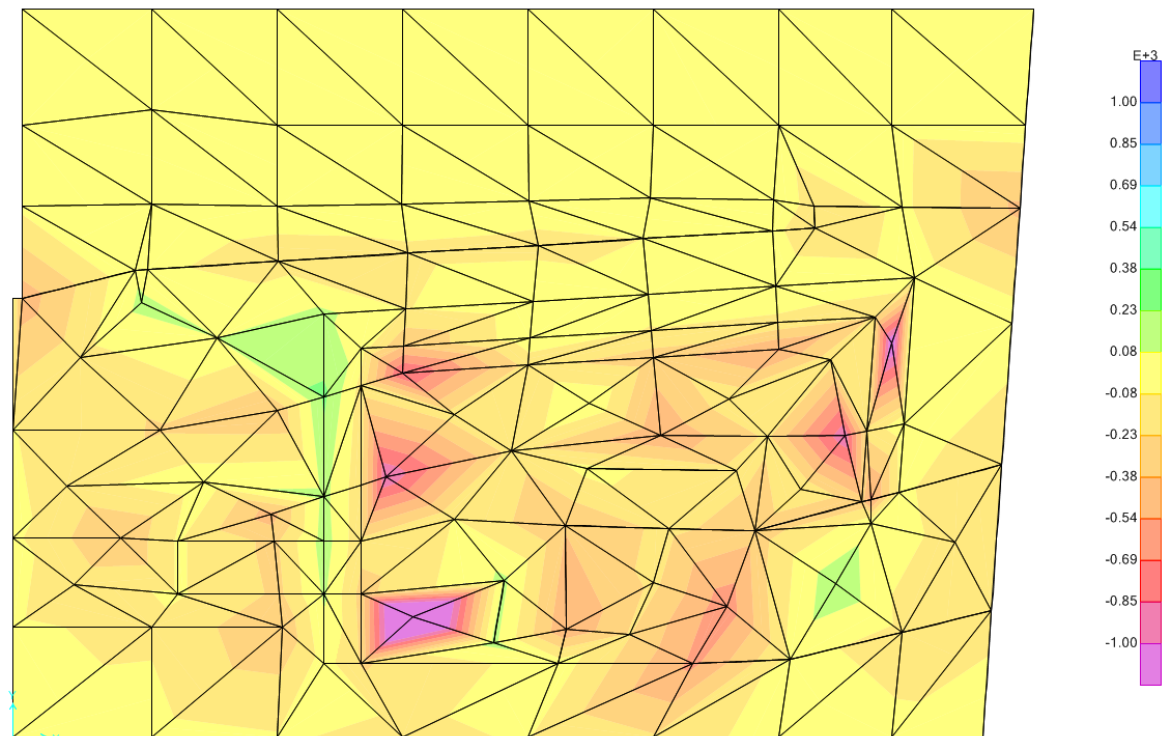


Figura 186 Inviluppo dei minimi momenti attorno all'asse y SLU

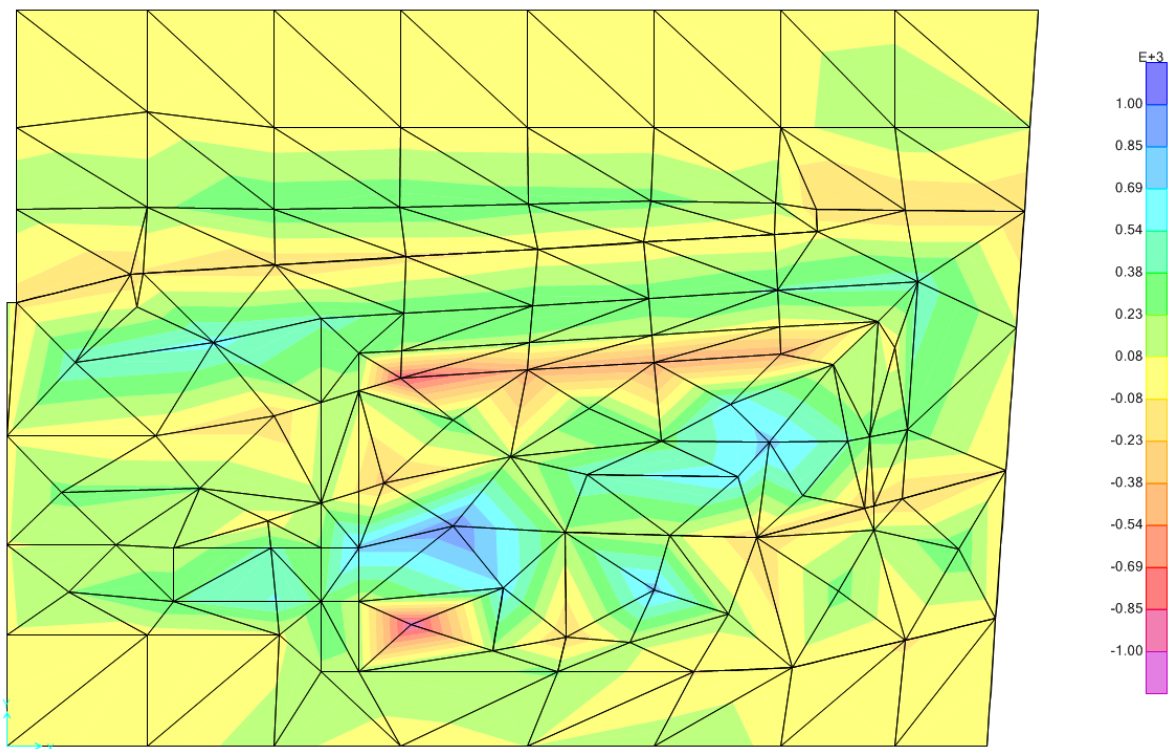

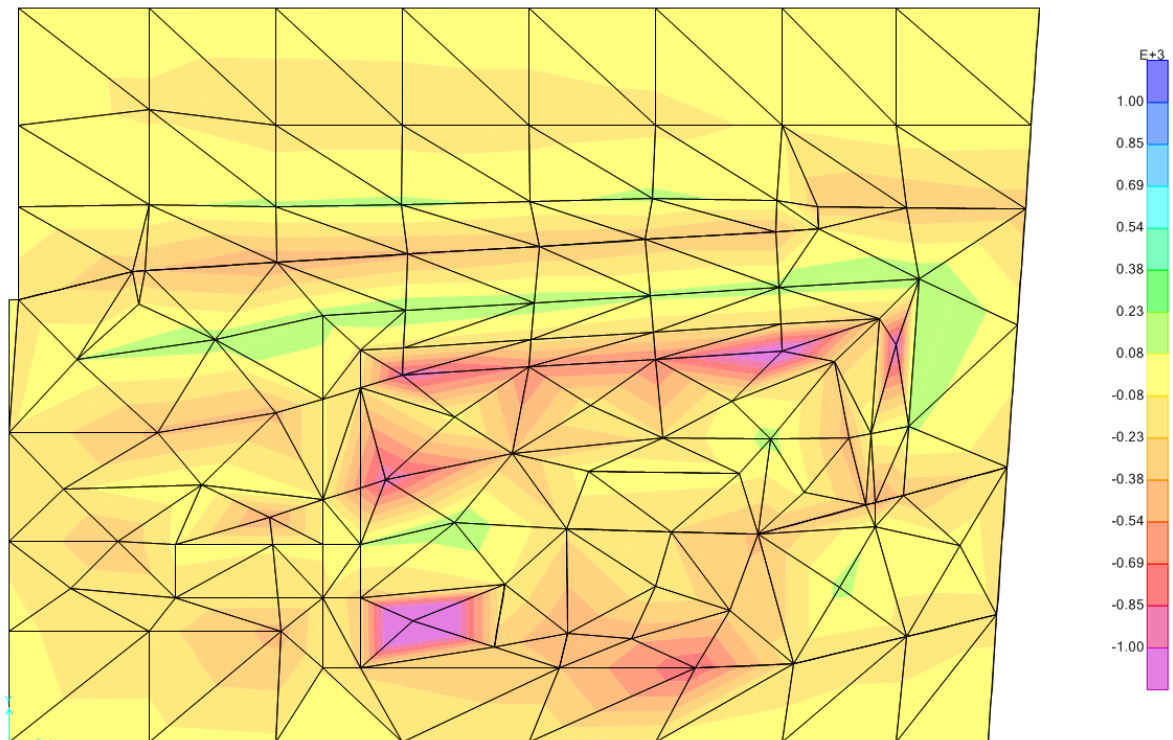


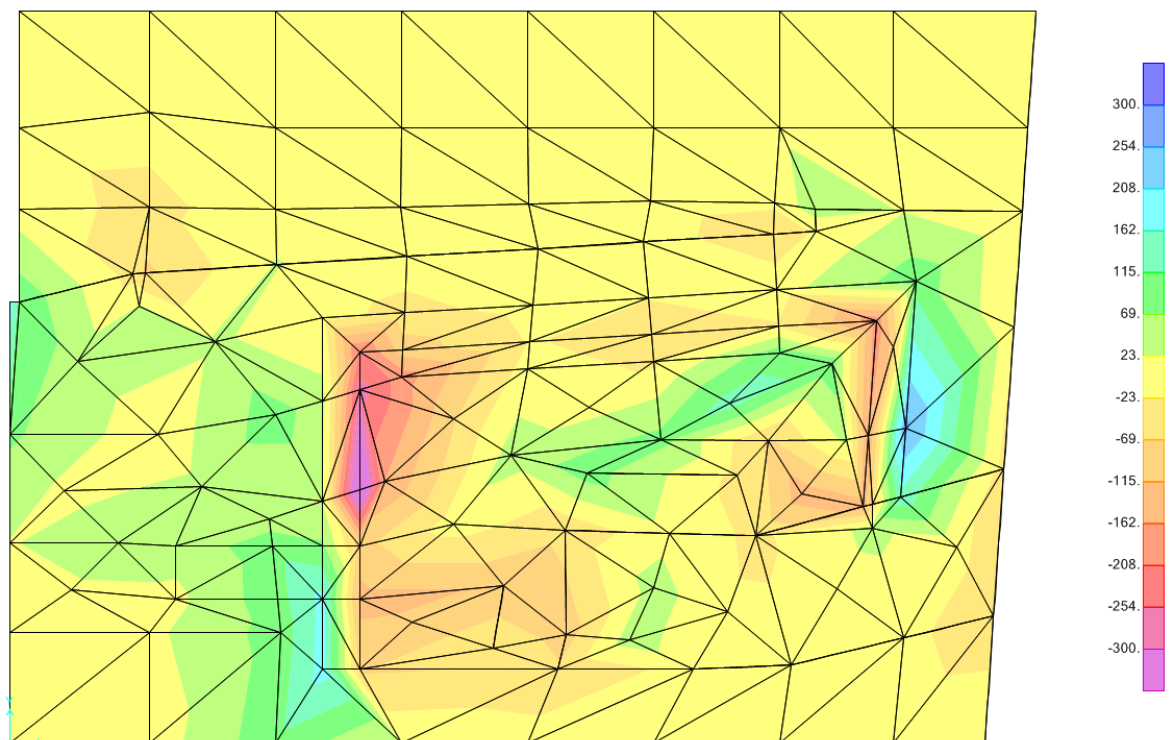
Figura 187 Inviluppo dei massimi momenti attorno all'asse x SLU



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>234</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					




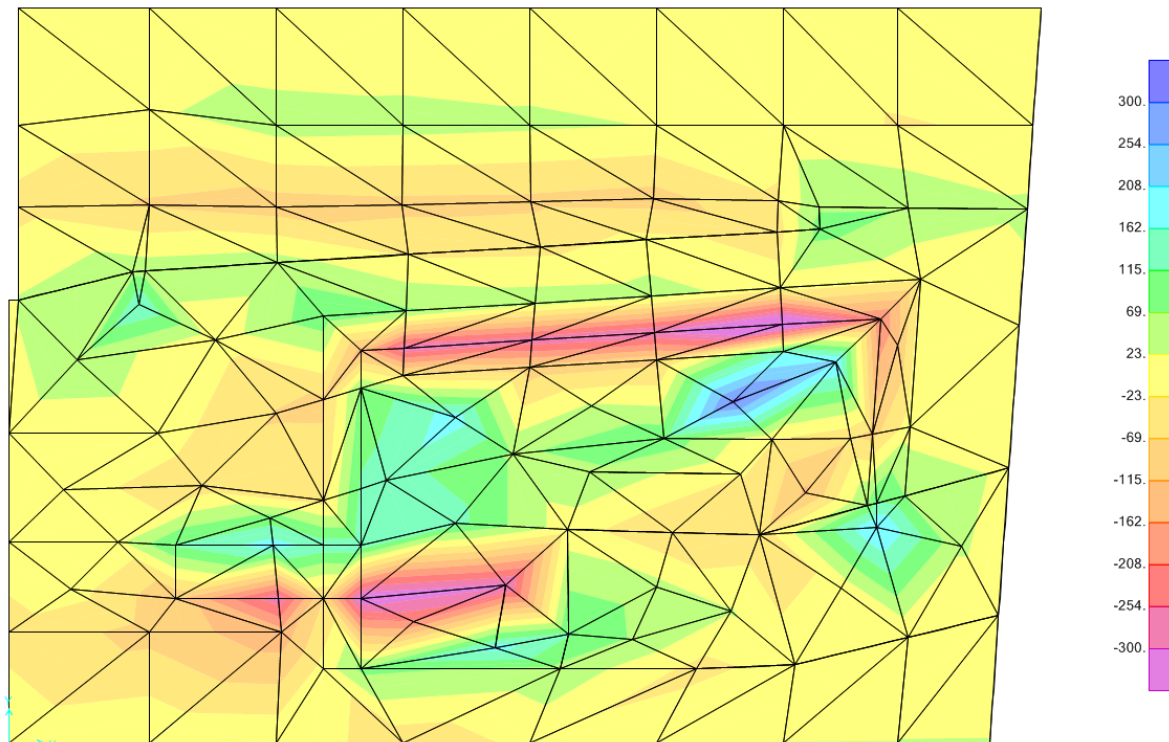
**Figura 188 Involuppo dei minimi momenti attorno all'asse x SLU**



**Figura 189 Taglio Vxz nella combinazione SLU che massimizza la spinta verso l'alto**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>235</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					



**Figura 190 Taglio Vyz nella combinazione SLU che massimizza la spinta verso l'alto**

## 8.5 VERIFICHE PLATEA

A favore di sicurezza tutte le verifiche allo SLE sono effettuate con le sollecitazioni derivanti dalla combinazione rara (caratteristica).

Limitazioni tensionali:

- calcestruzzo: massima compressione ammessa  $0.45 \cdot f_{ck} = 15.75 \text{ MPa}$
- acciaio: massima trazione ammessa  $0.80 \cdot f_{yk} = 360 \text{ MPa}$

Valori limite di apertura delle fessure:

- intradosso soletta:  $w_{max} = 0.300 \text{ mm}$  (classe di esposizione XC2)
- estradosso soletta:  $w_{max} = 0.200 \text{ mm}$  (classe di esposizione XA3)

Nelle figure che seguono sono riportate la divisione in aree per tipologia di armatura della platea di fondazione e le sezioni tipiche.



## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)
----------------------

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

N° FG. (SH. N.)
-----------------

DI (LAST)
-----------

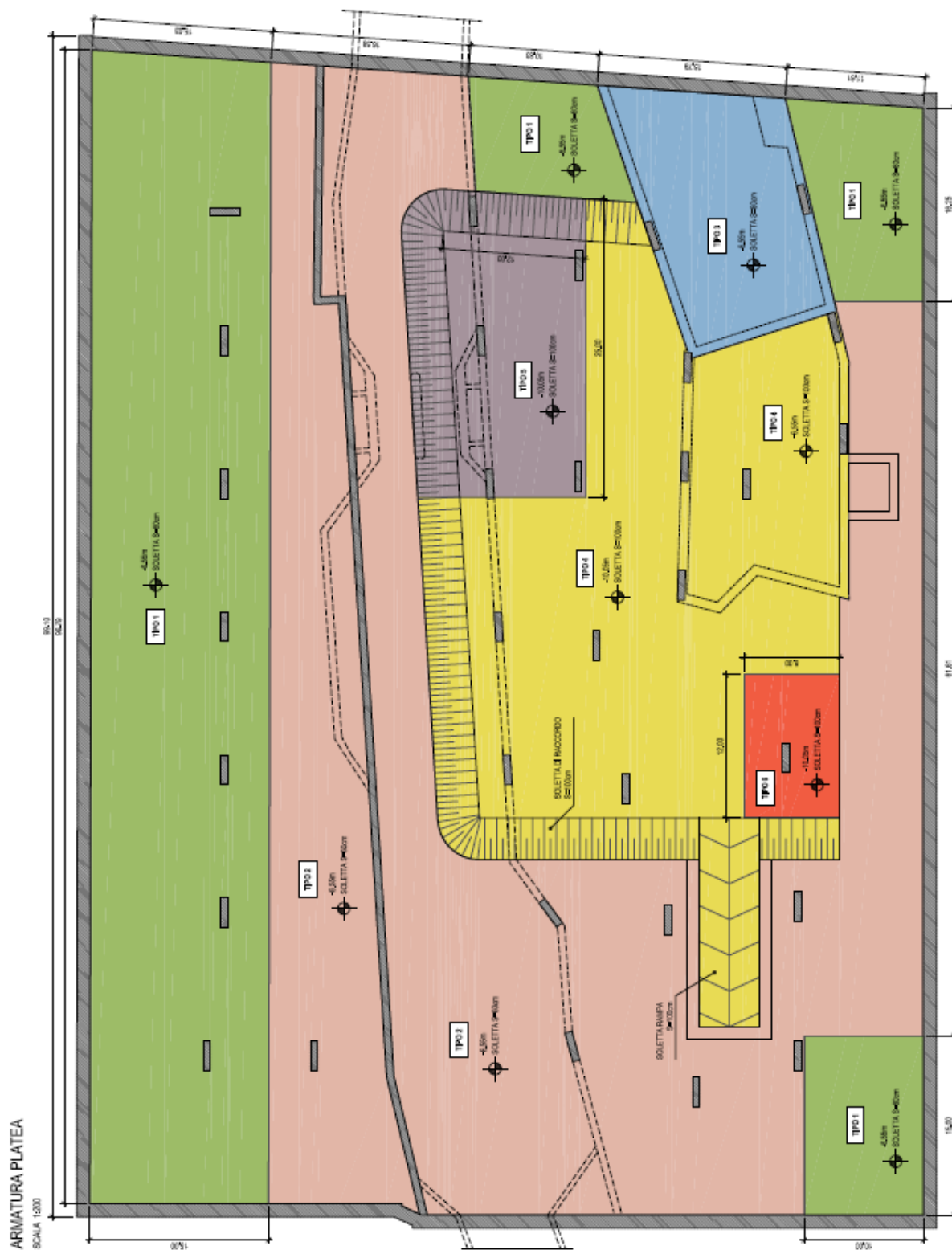
**11300273776**

3

236

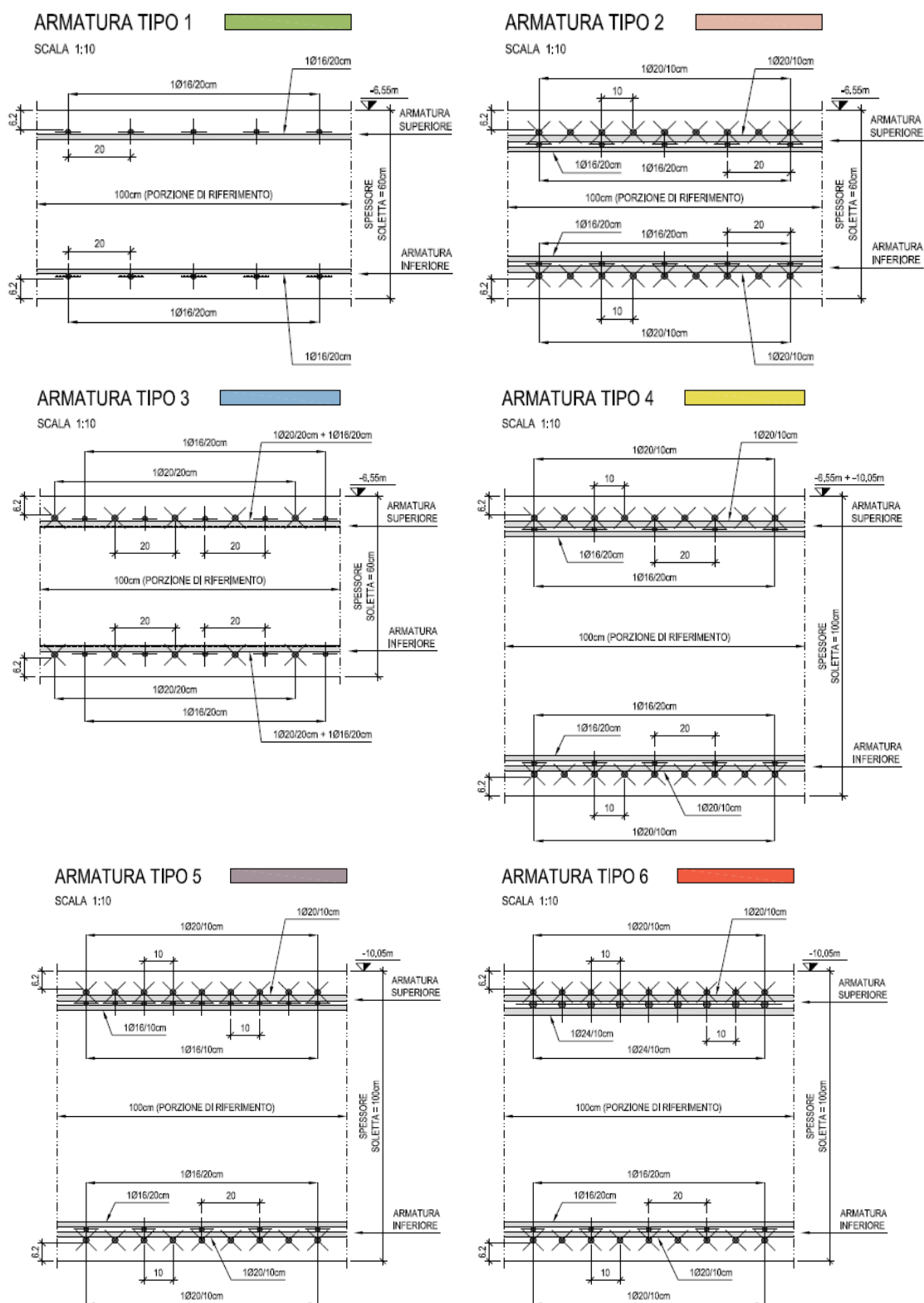
313

## PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA




**Figura 191** Divisione in aree della platea di fondazione per armatura tipica





**Figura 192 Sezioni tipiche di armatura della soletta di fondazione**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>238</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 8.5.1 VERIFICA ARMATURE A MOMENTO POSITIVO (ARMATURA INFERIORE)

Nelle tabelle che seguono è indicato il momento resistente allo Stato Limite Ultimo ed il momento limite allo Stato limite di Esercizio, che soddisfa tutte le verifiche (limitazione delle tensioni e limitazione dell'ampiezza delle fessure).


Armatura tipo 1 – soletta da 60cm 5 $\phi$ 16 per metro di soletta
$M_{Rd} = 220 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 170 kNm/m $\sigma_c = 6.46 \text{ MPa} - \sigma_s = 360 \text{ MPa}$ Verifica a fessurazione soddisfatta perché la tensione di trazione nel cls (calcolata con sezione interamente reagente) è 2.65 MPa, inferiore a $f_{ctm}/1.2$ .
Nella zona evidenziata in verde nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 170 kNm/m.

Armatura tipo 2 – soletta da 60cm 10 $\phi$ 20 per metro di soletta nello strato più esterno 5 $\phi$ 16 per metro di soletta nello strato di rinforzo
$M_{Rd} = 740 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 385 kNm/m $\sigma_c = 8.69 \text{ MPa} - \sigma_s = 221 \text{ MPa}$ L'armatura verifica la limitazione di apertura delle fessure senza effettuare il calcolo diretto secondo le tabelle C4.1.II e C4.1.III della circolare n.617/2009 del C.S.LL.P.
Nella zona evidenziata in rosa nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 385 kNm/m.

Armatura tipo 3 – soletta da 60cm 5 $\phi$ 16 + 5 $\phi$ 20 per metro di soletta
$M_{Rd} = 491 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 275 kNm/m $\sigma_c = 7.12 \text{ MPa} - \sigma_s = 236 \text{ MPa}$ $w_d = 0.292 \text{ mm}$
Nella zona evidenziata in azzurro nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 275 kNm/m.

Armatura tipo 4 – soletta da 100cm 10 $\phi$ 20 per metro di soletta nello strato più esterno 5 $\phi$ 16 per metro di soletta nello strato di rinforzo
$M_{Rd} = 1389 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 780 kNm/m $\sigma_c = 6.24 \text{ MPa} - \sigma_s = 236 \text{ MPa}$ $w_d = 0.296 \text{ mm}$
Nella zona evidenziata in giallo nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 780 kNm/m.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>239</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Le armature a momento positivo di “tipo 5” (evidenziata in grigio nella Figura 191) e di “tipo 6” (evidenziata in rosso nella Figura 191) sono equivalenti all’armatura di “tipo 4”.

### 8.5.2 VERIFICA ARMATURE A MOMENTO NEGATIVO (ARMATURA SUPERIORE)


Nelle tabelle che seguono è indicato il momento resistente allo Stato Limite Ultimo ed il momento limite allo Stato limite di Esercizio, che soddisfa tutte le verifiche (limitazione delle tensioni e limitazione dell’ampiezza delle fessure).

Armatura tipo 1 – soletta da 60cm 5 $\phi$ 16 per metro di soletta
$M_{Rd} = 220 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 170 kNm/m $\sigma_c = 6.46 \text{ MPa} - \sigma_s = 360 \text{ MPa}$ Verifica a fessurazione soddisfatta perché la tensione di trazione nel cls (calcolata con sezione interamente reagente) è 2.65 MPa, inferiore a $f_{ctm}/1.2$ .
Nella zona evidenziata in verde nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 170 kNm/m.

Armatura tipo 2 – soletta da 60cm 10 $\phi$ 20 per metro di soletta nello strato più esterno 5 $\phi$ 16 per metro di soletta nello strato di rinforzo
$M_{Rd} = 740 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 315 kNm/m $\sigma_c = 7.11 \text{ MPa} - \sigma_s = 181 \text{ MPa}$ L’armatura verifica la limitazione di apertura delle fessure senza effettuare il calcolo diretto secondo le tabelle C4.1.II e C4.1.III della circolare n.617/2009 del C.S.LL.P.
Nella zona evidenziata in rosa nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 315 kNm/m.

Armatura tipo 3 – soletta da 60cm 5 $\phi$ 16 + 5 $\phi$ 20 per metro di soletta
$M_{Rd} = 491 \text{ kNm/m}$
Momento limite SLE = 205 kNm/m $\sigma_c = 5.31 \text{ MPa} - \sigma_s = 176 \text{ MPa}$ $w_d = 0.199 \text{ mm}$
Nella zona evidenziata in azzurro nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 205 kNm/m.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>240</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

<p>Armatura tipo 4 – soletta da 100cm  10<math>\phi</math>20 per metro di soletta nello strato più esterno  5<math>\phi</math>16 per metro di soletta nello strato di rinforzo</p>
$M_{Rd} = 1389 \text{ kNm/m}$
<p>Momento limite SLE = 600 kNm/m  <math>\sigma_c = 4.80 \text{ MPa} - \sigma_s = 181 \text{ MPa}</math>  L'armatura verifica la limitazione di apertura delle fessure senza effettuare il calcolo diretto secondo le tabelle C4.1.II e C4.1.III della circolare n.617/2009 del C.S.LL.P.</p>
Nella zona evidenziata in giallo nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 600 kNm/m.

<p>Armatura tipo 5 – soletta da 100cm  10<math>\phi</math>20 per metro di soletta nello strato più esterno  10<math>\phi</math>16 per metro di soletta nello strato di rinforzo</p>
$M_{Rd} = 1700 \text{ kNm/m}$
<p>Momento SLE = 600 kNm/m  <math>\sigma_c = 5.52 \text{ MPa} - \sigma_s = 183 \text{ MPa}</math>  <math>w_d = 0.199 \text{ mm}</math></p>
Nella zona evidenziata in grigio nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 600 kNm/m.

<p>Armatura tipo 6 – soletta da 100cm  10<math>\phi</math>20 per metro di soletta nello strato più esterno  10<math>\phi</math>24 per metro di soletta nello strato di rinforzo</p>
$M_{Rd} = 2441 \text{ kNm/m}$
<p>Momento SLE = 975 kNm/m  <math>\sigma_c = 6.21 \text{ MPa} - \sigma_s = 172 \text{ MPa}</math>  <math>w_d = 0.198 \text{ mm}</math></p>
Nella zona evidenziata in rosso nella Figura 191 i momenti allo SLU sono inferiori a $M_{Rd}$ e i momenti allo SLE sono inferiori a 600 kNm/m.


### 8.5.3 VERIFICA A TAGLIO

La resistenza a taglio senza armature specifiche è sufficiente per soddisfare le verifiche a taglio nella soletta. Una specifica armatura a taglio sarà inserita solo nelle zone di introduzione dei carichi concentrati (connessioni con i barrette e con il diaframma perimetrale).

Di seguito è riportata la resistenza a taglio della soletta, senza armatura trasversale, valutata secondo il paragrafo 4.1.2.1.3.1 delle vigenti NTC 2008.

Armatura tipo 1:  $v_{Rd,c} = v_{rd,min} = 220 \text{ kN/m}$   
Armatura tipo 2:  $v_{Rd,c} = 276 \text{ kN/m}$   
Armatura tipo 3:  $v_{Rd,c} = 258 \text{ kN/m}$   
Armatura tipo 4:  $v_{Rd,c} = 403 \text{ kN/m}$   
Armatura tipo 5:  $v_{Rd,c} = 433 \text{ kN/m}$   
Armatura tipo 6:  $v_{Rd,c} = 494 \text{ kN/m}$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>241</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 9 VERIFICHE BARRETTE

Le strutture oggetto della presente relazione sono impostate su barrette di fondazione e diaframmi perimetrali.

I barrette ed a maggior ragione anche i diaframmi hanno la duplice funzione di essere soggetti sia alle massime sollecitazioni di compressione dovute ad i carichi, che alle eventuali sollecitazioni di trazioni che possono nascere in caso di azione della massima sottospinta idraulica a vasca vuota. Per tale motivo sono state condotte due analisi limite per la determinazione della massima sollecitazione di compressione e di trazione sulle diverse tipologie di palo previste; per le verifiche sulle relative portate delle fondazioni si rimanda alla *Relazione di calcolo delle fondazioni*.

Sono state analizzate quindi le due situazioni limite:

1. Vasca soggetta alla massima sottospinta con carichi verticali stabilizzanti dovuti ai soli pesi propri delle strutture.


Tale schematizzazione rappresenta la situazione limite con i pali che sono sottoposti alle sottospinte trasmesse dalla platea di fondazione in base alla area di influenza che compete a ciascuno di essi. E' quindi la situazione limite che deve essere comunque garantita anche nella configurazione in assenza di carichi fissi aggiunti sulla copertura della vasca, area in cui viene realizzata la piazza pubblica; si potrebbe verificare infatti durante la vita utile dell'opera, la necessità di procedere ad una ristrutturazione parziale o totale della piazza pubblica sovrastante con la necessità di rimozione degli strati di riempimento sovrastanti per lunghi periodi. Anche in questa situazione la sicurezza dell'opera nei confronti del galleggiamento deve essere sempre e comunque garantita in quanto il livello prestazionale dell'opera con riguardo alla sicurezza, deve essere una sua caratteristica intrinseca e non condizionata dalla presenza o meno di carichi riportati.

2. Vasca soggetta a tutti i massimi carichi verticali considerata la vasca piena fino al massimo livello di invaso.

Per la definizione delle combinazioni di carico considerate si rimanda al §8 della presente relazione.

Allo stato limite ultimo la massima trazione per i barrette 250x60cm è pari a 1756kN.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>242</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				


## 10 VERIFICHE DIAFRAMMI PERIMETRALI

### 10.1 SOLLECITAZIONI NON FATTORIZZATE

Nella seguente tabella sono riportati i valori delle sollecitazioni interne derivanti dall'applicazione dei carichi non fattorizzati.

TABELLA MOMENTI FLETTENTI E SFORZI DI TAGLIO CARICHI NON FATTORIZZATI				
Profondità	M-	M+	T-	T+
[metri da testa muro]	negativo	positivo	negativo	positivo
	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	-1.60	0.00	0.00	414.50
1.00	0.00	203.70	0.00	406.00
1.50	0.00	404.40	0.00	395.70
2.00	0.00	599.40	0.00	382.90
2.50	0.00	787.20	0.00	366.80
3.00	0.00	966.20	0.00	347.60
3.50	0.00	1134.80	0.00	325.20
4.00	0.00	1291.40	0.00	299.60
4.50	0.00	1434.40	0.00	270.80
5.00	0.00	1562.20	0.00	238.80
5.50	0.00	1673.20	0.00	203.70
6.00	0.00	1765.90	0.00	165.30
6.50	0.00	1838.50	0.00	123.80
7.00	0.00	1889.70	0.00	79.10
7.50	0.00	1917.60	0.00	31.20
8.00	0.00	1920.90	-20.50	0.00
8.50	0.00	1897.80	-74.70	0.00
9.00	0.00	1857.30	-131.00	0.00
9.50	0.00	1788.60	-178.90	0.00
10.00	0.00	1696.30	-212.90	0.00
10.50	0.00	1585.50	-237.10	0.00
11.00	0.00	1461.00	-257.70	0.00
11.50	0.00	1327.80	-270.30	0.00
12.00	0.00	1190.70	-275.40	0.00
12.50	0.00	1052.40	-276.40	0.00
13.00	0.00	914.30	-274.80	0.00
13.50	0.00	777.60	-270.80	0.00
14.00	0.00	647.20	-265.00	0.00
14.50	0.00	519.90	-258.00	0.00
15.00	0.00	395.40	-250.10	0.00
15.50	0.00	274.00	-241.70	0.00
16.00	0.00	156.10	-233.00	0.00
16.50	0.00	41.60	-225.30	0.00
17.00	-80.40	0.00	-218.30	0.00
17.50	-186.30	0.00	-211.70	0.00
18.00	-288.20	0.00	-168.10	0.00
18.50	-350.30	0.00	-90.00	0.00
19.00	-375.20	0.00	-17.10	0.00
19.50	-365.70	0.00	0.00	50.40
20.00	-324.80	0.00	0.00	83.60



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>243</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				


20.50	-282.60	0.00	0.00	84.60
21.00	-240.20	0.00	0.00	84.60
21.50	-198.10	0.00	0.00	82.90
22.00	-157.30	0.00	0.00	79.40
22.50	-118.70	0.00	0.00	74.10
23.00	-83.20	0.00	0.00	66.90
23.50	-51.80	0.00	0.00	57.60
24.00	-25.60	0.00	0.00	44.50
24.50	-7.20	0.00	0.00	25.60
25.00	0.00	0.00	0.00	0.00

### 10.1.1 SOLLECITAZIONI SLU - SLV

Nella seguente tabella sono riportati gli involuppi delle sollecitazioni interne derivanti dall'applicazione dei carichi in condizioni di Stato Limite Ultimo e di Stato Limite di salvaguardia della Vita.

TABELLA MOMENTI FLETTENTI E SFORZI DI TAGLIO SLU - SLV				
Profondità	M-	M+	T-	T+
[metri da testa muro]	negativo	positivo	negativo	positivo
	kNm/m	kNm/m	kN/m	kN/m
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.50	-7.80	0.00	0.00	676.00
1.00	0.00	322.00	0.00	642.40
1.50	0.00	634.60	0.00	606.70
2.00	0.00	928.70	0.00	568.20
2.50	0.00	1202.80	0.00	526.30
3.00	0.00	1455.10	0.00	481.10
3.50	0.00	1683.90	0.00	432.50
4.00	0.00	1887.60	0.00	390.13
4.50	0.00	2064.50	0.00	352.69
5.00	0.00	2213.00	0.00	311.09
5.50	0.00	2331.20	-44.70	265.46
6.00	0.00	2417.70	-105.40	218.90
6.50	0.00	2470.70	-167.80	172.20
7.00	0.00	2488.50	-232.60	122.20
7.50	0.00	2497.69	-301.20	68.80
8.00	0.00	2502.24	-374.30	12.10
8.50	0.00	2472.47	-96.46	619.20
9.00	0.00	2420.34	-169.65	538.20
9.50	0.00	2369.90	-231.92	457.60
10.00	0.00	2357.30	-276.12	380.50
10.50	0.00	2296.60	-307.58	306.70
11.00	0.00	2187.90	-334.36	236.10
11.50	0.00	2031.20	-361.40	168.60
12.00	0.00	1826.60	-413.30	114.20
12.50	0.00	1617.90	-418.30	72.80
13.00	0.00	1494.90	-417.70	34.30
13.50	0.00	1502.80	-411.50	0.00
14.00	0.00	1493.60	-399.60	0.00
14.50	0.00	1468.90	-382.00	0.00



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>244</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

15.00	0.00	1430.00	-360.20	0.00
15.50	0.00	1378.40	-336.70	0.00
16.00	0.00	1315.70	-313.10	0.00
16.50	0.00	1243.20	-295.23	0.00
17.00	-102.70	1162.50	-286.39	0.00
17.50	-241.54	1074.90	-278.07	0.00
18.00	-375.57	982.00	-221.00	0.00
18.50	-457.21	885.80	-193.90	0.00
19.00	-489.97	788.10	-195.00	0.00
19.50	-477.49	690.70	-192.50	66.43
20.00	-423.41	595.60	-188.20	110.11
20.50	-368.03	502.50	-182.60	111.15
21.00	-312.39	412.90	-174.10	110.76
21.50	-257.27	328.40	-162.60	108.29
22.00	-203.97	250.30	-148.20	103.61
22.50	-153.66	180.10	-130.90	96.46
23.00	-107.51	119.40	-110.60	86.84
23.50	-66.82	69.60	-87.40	74.49
24.00	-33.02	32.10	-61.20	57.46
24.50	-9.36	8.40	-32.10	33.02
25.00	0.00	0.00	0.00	0.00



# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

N° FG. (SH. N.)

DI (LAST)

11300273776

3

245

313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

## Inviluppo momenti SLU - SLV

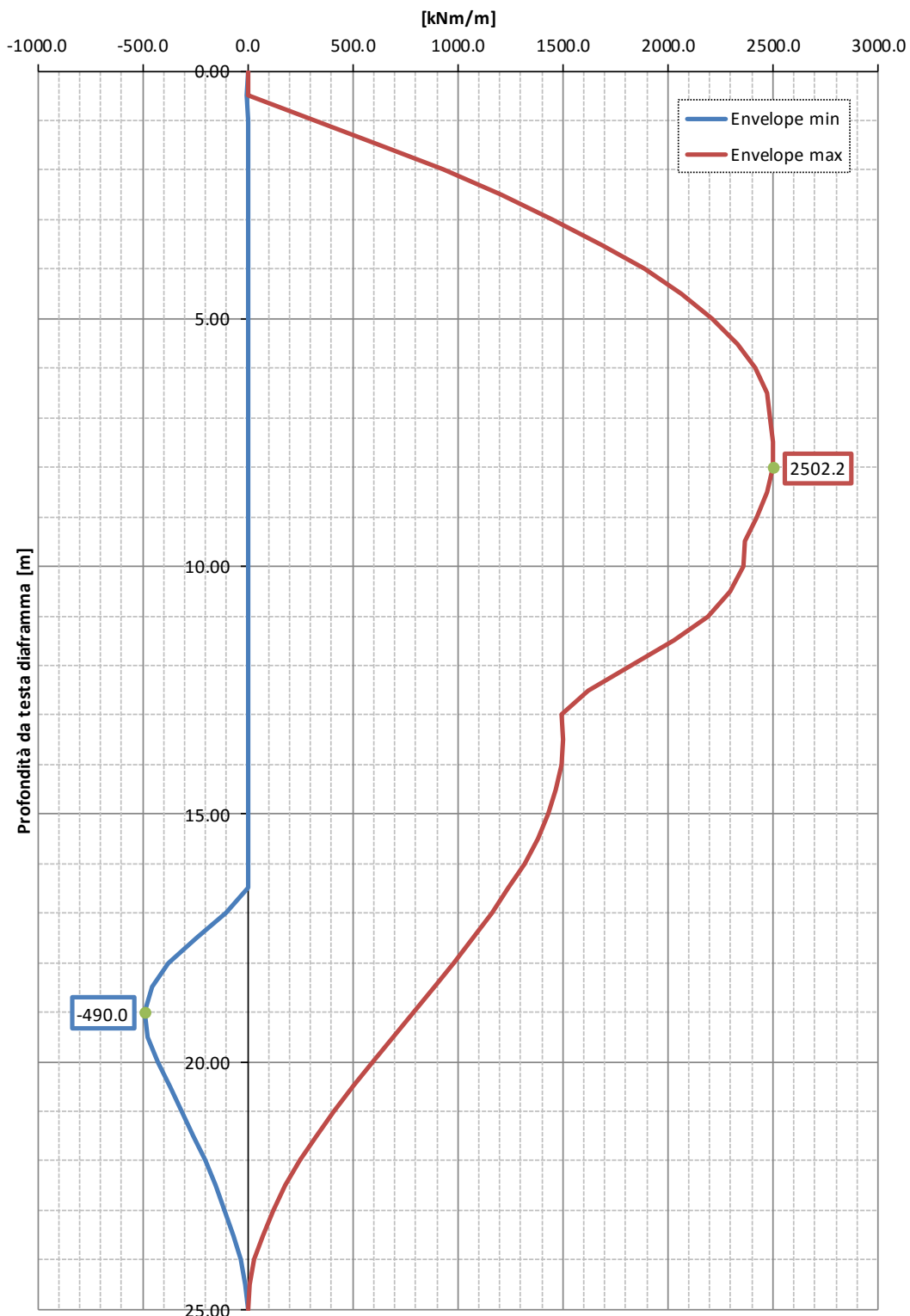


Figura 193 Inviluppo momenti flettenti SLU - SLV



# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

N° FG. (SH. N.)

DI (LAST)

11300273776

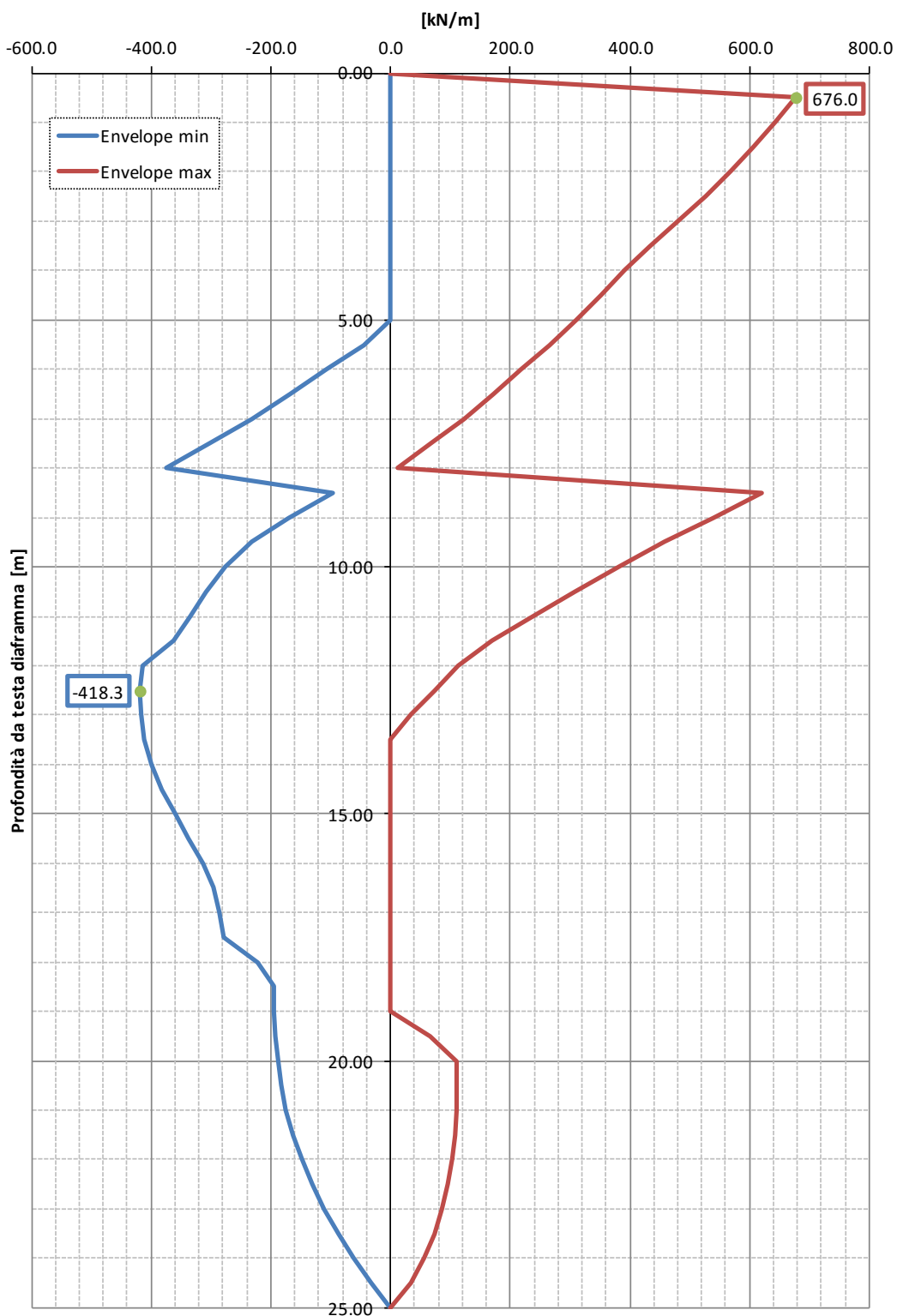
3

246

313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

## Inviluppo tagli SLU - SLV






	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	247
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Figura 194 Inviluppo sforzi di taglio SLU - SLV

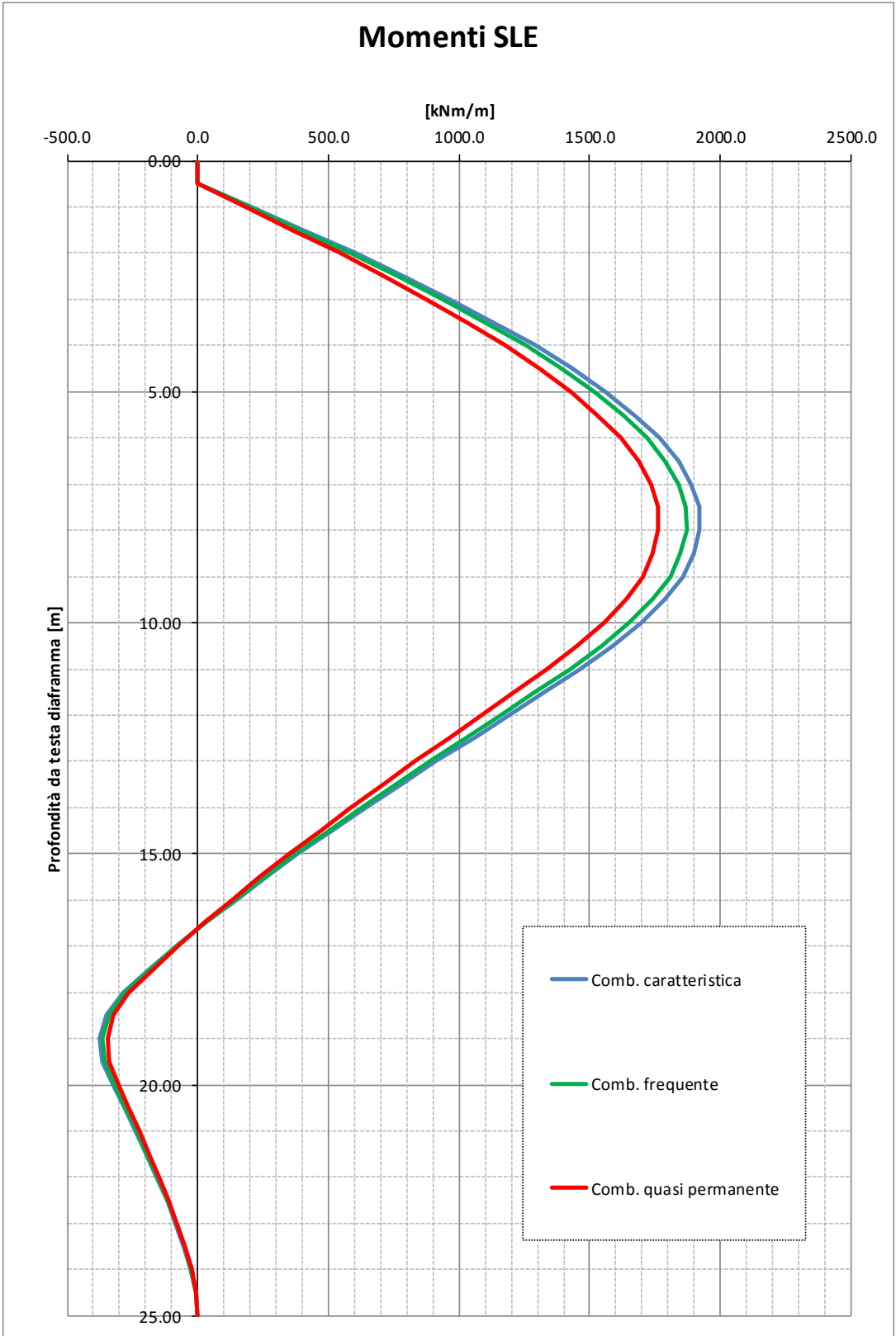



Figura 195 Momenti flettenti combinazioni SLE



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>248</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 10.2 VERIFICHE DIAFRAMMA

Le verifiche strutturali dei diaframmi vengono svolte per pannelli di larghezza pari a 2.80 metri.  
Le verifiche sono state effettuate per le 3 sezioni trasversali significative in termini di armatura longitudinale:

- Sezione A (dalla testa dei diaframmi alla profondità di 15.30m)  
Armature lato terra: 17Ø20  
Armature lato scavo: 17+17Ø30
- Sezione B (dalla profondità di 15.30m alla profondità di 22.00m)  
Armature lato terra: 17Ø20  
Armature lato scavo: 17Ø30
- Sezione C (dalla profondità di 22.00m al piede dei diaframmi)  
Armature lato terra: 17Ø20  
Armature lato scavo: 17Ø20

Le armature a taglio sono staffe diametro 12mm, passo 250mm; il numero totale di bracci per pannello è 6.

La classe di resistenza del calcestruzzo è C25/30.

La classe di resistenza dell'acciaio è B450C.

La classe di esposizione dei diaframmi è XC2, sia fuori che all'interno della vasca, dove è presente una controfodera che protegge i pannelli di diaframma dall'attacco dei liquami.

Il limite di apertura delle fessure è quindi pari a 0.400mm in combinazione frequente e 0.300mm in condizione quasi permanente.

### 10.2.1 VERIFICHE SLU - SLV

#### Sezione A (due strati di armature lato scavo diametro 30mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17+17Ø30

$$M_{Ed}^+ = 7006 \text{ kNm}$$

$$M_{Rd}^+ = 8154 \text{ kNm}$$

Verifica C.A. S.L.U. - File: PP\_top\_cage

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

Titolo: Vasca di prima pioggia - gabbia superiore

N° figure elementari: 1

Zoom

N° strati barre: 3

Zoom

N°	b [mm]	h [mm]
1	2800	1100

N°	As [mm²]	d [mm]
1	5341	100
2	12017	998
3	12017	928

Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N<sub>Ed</sub>

0

kN

M<sub>xEd</sub>

0

kNm

M<sub>yEd</sub>

0

kNm

P.to applicazione N

Centro

Baricentro cls

Coord. [mm]

xN: 0

yN: 0

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>Rd</sub>

8154

kN m

Materiali

B450C

C25/30

E <sub>su</sub>	67.5	%	E <sub>c2</sub>	2	%
f <sub>yd</sub>	391.3	N/mm²	E <sub>cu</sub>	3.5	%
E <sub>s</sub>	200 000	N/mm²	f <sub>cd</sub>	14.17	%
E <sub>s</sub> /E <sub>c</sub>	15		f <sub>cc</sub> /f <sub>cd</sub>	0.8	%
E <sub>syd</sub>	1.957	%	σ <sub>c,adm</sub>	9.75	%
σ <sub>s,adm</sub>	255	N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6	%
			τ <sub>c1</sub>	1.829	%

σ <sub>c</sub>	-14.17	N/mm²
σ <sub>s</sub>	391.3	N/mm²
ε <sub>c</sub>	3.5	%
ε <sub>s</sub>	11.84	%
d	998	mm
x	227.6	mm
x/d	0.2281	
δ	0.7251	

Metodo di calcolo

S.L.U. +

S.L.U. -

Metodo n

Tipo flessione

Retta

Devata

N° rett.

100

Calcola M<sub>Rd</sub>

Dominio M-N

L<sub>0</sub>


0

mm

Col. modello

Precompresso



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	249
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Sezione B (uno strato di armature lato scavo diametro 30mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17Ø30

$M_{Ed}^+ = 3932 \text{ kNm}$	$M_{Ed}^- = 1372 \text{ kNm}$
$M_{Rd}^+ = 4415 \text{ kNm}$	$M_{Rd}^- = 2065 \text{ kNm}$

Verifica C.A. S.L.U. - File: PP\_bottom\_cage

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

Titolo : Vasca di prima pioggia - gabbia inferiore

N° figure elementari

1

Zoom

N° strati barre

2

Zoom

N°	b [mm]	h [mm]
1	2800	1100

N°	As [mm²]	d [mm]
1	5341	100
2	12017	998

Tipo Sezione

☒ Rettan.re

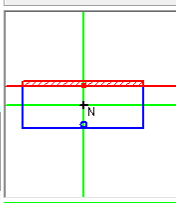
☐ Trapezi

☐ a T

☐ Circolare

☐ Rettangoli

☐ Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N <sub>Ed</sub>	0	0	kN
M <sub>Ed</sub>	0	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

P.to applicazione N

☒ Centro

☐ Baricentro cls

☐ Coord.[mm]

xN

yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>Rd</sub>

4 415

kN m

Metodo di calcolo

☒ S.L.U. +

☐ S.L.U. -

☐ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta

☐ Deviata

N° rett.

100

Calcola MRd

Dominio M-N

L<sub>0</sub>

0

mm

Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C

C25/30

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>	14.17	
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>	9.75	
σ <sub>s,adm</sub>	255	N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6	
			τ <sub>c1</sub>	1.829	

σ <sub>c</sub>	-14.17	N/mm²
σ <sub>s</sub>	391.3	N/mm²
ε <sub>c</sub>	3.5	‰
ε <sub>s</sub>	24.71	‰
d	998	mm
x	123.8	x/d
	0.1241	δ
	0.7	

Verifica C.A. S.L.U. - File: PP\_bottom\_cage

File

Materiali

Opzioni

Visualizza

Progetto Sez. Rett.

Sismica

Normativa: NTC 2008

Titolo : Vasca di prima pioggia - gabbia inferiore

N° figure elementari

1

Zoom

N° strati barre

2

Zoom

N°	b [mm]	h [mm]
1	2800	1100

N°	As [mm²]	d [mm]
1	5341	100
2	12017	998

Tipo Sezione

☒ Rettan.re

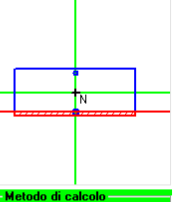
☐ Trapezi

☐ a T

☐ Circolare

☐ Rettangoli

☐ Coord.



Sollecitazioni

S.L.U.

Metodo n

N <sub>Ed</sub>	0	0	kN
M <sub>Ed</sub>	0	0	kNm
M <sub>yEd</sub>	0	0	

P.to applicazione N

☒ Centro

☐ Baricentro cls

☐ Coord.[mm]

xN

yN

Tipo rottura

Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>Rd</sub>

-2 065

kN m

Metodo di calcolo

☒ S.L.U. +

☐ S.L.U. -

☐ Metodo n

Tipo flessione

☒ Retta

☐ Deviata

N° rett.

100

Calcola MRd

Dominio M-N

L<sub>0</sub>

0

mm

Col. modello

Precompresso

Materiali

B450C

C25/30

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>	14.17	
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>	9.75	
σ <sub>s,adm</sub>	255	N/mm²	τ <sub>co</sub>	0.6	
			τ <sub>c1</sub>	1.829	

σ <sub>c</sub>	-14.17	N/mm²
σ <sub>s</sub>	391.3	N/mm²
ε <sub>c</sub>	3.5	‰
ε <sub>s</sub>	34.41	‰
d	1 000	mm
x	92.32	x/d
	0.09232	δ
	0.7	


Sezione C (uno strato di armature lato scavo diametro 20mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17Ø20

$M_{Ed}^+ = 701 \text{ kNm}$	$M_{Ed}^- = 568 \text{ kNm}$
$M_{Rd}^+ = 2057 \text{ kNm}$	$M_{Rd}^- = 2057 \text{ kNm}$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>250</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

Verifica C.A. S.L.U. - File: PP\_bottom\_cage

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

Titolo: Vasca di prima pioggia - gabbia intermedia

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

N°	b [mm]	h [mm]	N°	As [mm²]	d [mm]
1	2800	1100	1	5341	100
			2	5341	1000

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> -890 kNm  
N<sub>yEd</sub> 0 kN

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

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> 2.057 kNm

Materiali

B450C C25/30

$\epsilon_{su}$  67.5 ‰  $\epsilon_{c2}$  2 ‰  
 $f_{yd}$  391.3 N/mm²  $\epsilon_{cu}$  3.5 ‰  
 $E_s$  200 000 N/mm²  $f_{cd}$  14.17 N/mm²  
 $E_s/E_c$  15  $f_{cc}/f_{cd}$  0.8  
 $\epsilon_{syd}$  1.957 ‰  $\sigma_{c,adm}$  9.75 N/mm²  
 $\sigma_{s,adm}$  255 N/mm²  $\tau_{co}$  0.6  
 $\tau_{c1}$  1.829

$\sigma_c$  -14.17 N/mm²  
 $\sigma_s$  391.3 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3.5 ‰  
 $\epsilon_s$  37.61 ‰  
d 1 000 mm  
x 85.14 x/d 0.08514  
 $\delta$  0.7

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

Tipo flessione  
Retta Deviata

N° rett. 100

Calcola MRd Dominio M-N

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


Precompresso

### Verifica a taglio

$V_{Ed} = 1893$ kN
$V_{Rd} = 2385$ kN

DETERMINAZIONE DELLA RESISTENZA A TAGLIO DELLA SEZIONE			
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo	$V_{Ed}$	1893	[kN]
§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO			
Diametro delle staffe	$\phi_{sw}$	12	[mm]
Numero di braccia	$n_b$	6	[-]
Passo delle staffe	s	250	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave	$\theta$	21.8	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave	$\alpha$	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio	$A_{sw}$	679	[mm²]
Braccio della coppia interna	z	898.2	[mm]
Cotangente di $\theta$	$\cot\theta$	2.50	[-]
Cotangente di $\alpha$	$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di $\alpha$	$\sin\alpha$	1.00	[-]
Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)	$V_{Rsd}$	2385.02	[kN]
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima	$f'_{cd}$	7.08	[MPa]
Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)	$V_{Rcd}$	6142.54	[kN]
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$	$A_{sw,max}$	7602.78	[mm²]
Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente	$V_{Rd}$	2385.02	[kN]
§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE			
Resistenza massima a taglio della trave	$V_{Rd}$	9896.83	[kN]



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>251</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 10.2.2 VERIFICHE SLE – LIMITAZIONE TENSIONI

### Sezione A (due strati di armature lato scavo diametro 30mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17+17Ø30

#### Combinazione caratteristica

M = 5380 kNm		
Tensioni generate	CLS: 11.05 MPa	Acc.: 282 MPa
Tensioni ammesse	CLS: 15.00 MPa	Acc.: 360 MPa

#### Combinazione quasi permanente

M = 4940 kNm		
Tensioni generate	CLS: 10.15 MPa	
Tensioni ammesse	CLS: 11.25 MPa	

### Sezione B (uno strato di armature lato scavo diametro 30mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17Ø30

#### Combinazione caratteristica

M = 1085 kNm		
Tensioni generate	CLS: 2.67 MPa	Acc.: 102 MPa
Tensioni ammesse	CLS: 15.00 MPa	Acc.: 360 MPa

M = -1051 kNm		
Tensioni generate	CLS: 3.30 MPa	Acc.: 213 MPa
Tensioni ammesse	CLS: 15.00 MPa	Acc.: 360 MPa

#### Combinazione quasi permanente

M = 998 kNm		
Tensioni generate	CLS: 2.47 MPa	
Tensioni ammesse	CLS: 11.25 MPa	

M = -1033 kNm		
Tensioni generate	CLS: 3.22 MPa	
Tensioni ammesse	CLS: 11.25 MPa	

### Sezione C (uno strato di armature lato scavo diametro 20mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17Ø20


#### Combinazione caratteristica

M = -440 kNm		
Tensioni generate	CLS: 1.49 MPa	Acc.: 90 MPa
Tensioni ammesse	CLS: 15.00 MPa	Acc.: 360 MPa

#### Combinazione quasi permanente

M = -418 kNm		
Tensioni generate	CLS: 1.42 MPa	
Tensioni ammesse	CLS: 11.25 MPa	



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>252</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 10.2.3 VERIFICHE SLE – VERIFICA DI FESSURAZIONE


#### Sezione A (due strati di armature lato scavo diametro 30mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17+17Ø30

Combinazione frequente

M = 5065 kNm

<b>Project name</b> Diaframmi Rimini P.le Kennedy			
Calcolo dell'ampiezza delle fessure secondo il DM 14/01/2008 e la circolare n° 617 del C.S.LL.PP. Del 02/02/2009			
Altezza della sezione h	1 100	mm	
Base della sezione B	2 800	mm	
Ricoprimento dell'armatura adottato c	75	mm	
Ricoprimento minimo per durabilità $c_{min,dur} + \Delta c_{dev}$	40	mm	
Diametro delle staffe / ganci	12	mm	
Altezza utile della sezione d	963	mm	
Classe del calcestruzzo $f_{ck}$	25	MPa	
Valore medio della resistenza a trazione $f_{ct,eff} = f_{ct,m}$	2.56	MPa	
Armatura tipo 1: diametro barre $\phi_1$	30	mm	
Armatura tipo 1: numero barre $n_1$	17	-	
Copri ferro delle barre tipo 1 $c_1$	102	mm	
Armatura tipo 2: diametro barre $\phi_2$	30	mm	
Armatura tipo 2: numero barre $n_2$	17	-	
Copri ferro delle barre tipo 2 $c_2$	172	mm	
Diametro equivalente $\phi_{eq}$	30.00	mm	
Area di acciaio totale $A_s$	24 033	mm <sup>2</sup>	
Posizione dell'asse neutro dal lembo compresso x	370.3	mm	
Tensione nell'acciaio $\sigma_s$	265.0	MPa	
Modulo elastico dell'acciaio $E_s$	206 000	MPa	
Modulo elastico del calcestruzzo $E_{cm}$	31 476	MPa	

Il valore di apertura delle fessure che si ottiene dal calcolo è


$w_k = 0.293$  mm

Il valore ammesso in combinazione frequente è

$w_{max} = 0.400$  mm

Dato che  $w_k < w_{max}$  la verifica è soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>253</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Combinazione quasi permanente  $M = 4774 \text{ kNm}$

<b>Project name</b> Diaframmi Rimini P.le Kennedy			
Calcolo dell'ampiezza delle fessure secondo il DM 14/01/2008 e la circolare n° 617 del C.S.LL.PP. Del 02/02/2009			
Altezza della sezione <b>h</b>	1 100	mm	
Base della sezione <b>B</b>	2 800	mm	
Ricoprimento dell'armatura adottato <b>c</b>	75	mm	
Ricoprimento minimo per durabilità $c_{\min, \text{dur}} + \Delta c_{\text{dev}}$	40	mm	
Diametro delle staffe / ganci	12	mm	
Altezza utile della sezione <b>d</b>	963	mm	
Classe del calcestruzzo <b>f<sub>ck</sub></b>	25	MPa	
Valore medio della resistenza a trazione $f_{ct, \text{eff}} = f_{ct, m}$	2.56	MPa	
Armatura tipo 1: diametro barre <b>Ø<sub>1</sub></b>	30	mm	
Armatura tipo 1: numero barre <b>n<sub>1</sub></b>	17	-	
Copriferro delle barre tipo 1 <b>c<sub>1</sub></b>	102	mm	
Armatura tipo 2: diametro barre <b>Ø<sub>2</sub></b>	30	mm	
Armatura tipo 2: numero barre <b>n<sub>2</sub></b>	17	-	
Copriferro delle barre tipo 2 <b>c<sub>2</sub></b>	172	mm	
Diametro equivalente <b>Ø<sub>eq</sub></b>	30.00	mm	
Area di acciaio totale <b>A<sub>s</sub></b>	24 033	mm <sup>2</sup>	
Posizione dell'asse neutro dal lembo compresso <b>x</b>	370.3	mm	
Tensione nell'acciaio <b>σ<sub>s</sub></b>	250.0	MPa	
Modulo elastico dell'acciaio <b>E<sub>s</sub></b>	206 000	MPa	
Modulo elastico del calcestruzzo <b>E<sub>cm</sub></b>	31 476	MPa	

Il valore di apertura delle fessure che si ottiene dal calcolo è

$$w_k = 0.274 \text{ mm}$$

Il valore ammesso in combinazione quasi permanente è

$$w_{\max} = 0.300 \text{ mm}$$

Dato che  $w_k < w_{\max}$  la verifica è soddisfatta.

### Sezione B (uno strato di armature lato scavo diametro 30mm)

Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17Ø30


Combinazione frequente  $M = 1060 \text{ kNm}$

Dall'analisi elastica considerando il calcestruzzo reagente a trazione si ottiene una trazione massima nel calcestruzzo pari a 1.58MPa inferiore al valore  $f_{ctm}/1.2 = 2.13\text{MPa}$ , per cui la verifica di fessurazione è soddisfatta.

Combinazione frequente  $M = -1033 \text{ kNm}$

Dall'analisi elastica considerando il calcestruzzo reagente a trazione si ottiene una trazione massima nel calcestruzzo pari a 1.62MPa inferiore al valore  $f_{ctm}/1.2 = 2.13\text{MPa}$ , per cui la verifica di fessurazione è soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>254</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

**Sezione C (uno strato di armature lato scavo diametro 20mm)**


Armature lato terra: 17Ø20

Armature lato scavo: 17Ø20

Combinazione frequente  $M = -405 \text{ kNm}$

Dall'analisi elastica considerando il calcestruzzo reagente a trazione si ottiene una trazione massima nel calcestruzzo pari a  $0.65 \text{ MPa}$  inferiore al valore  $f_{ctm}/1.2 = 2.13 \text{ MPa}$ , per cui la verifica di fessurazione è soddisfatta.

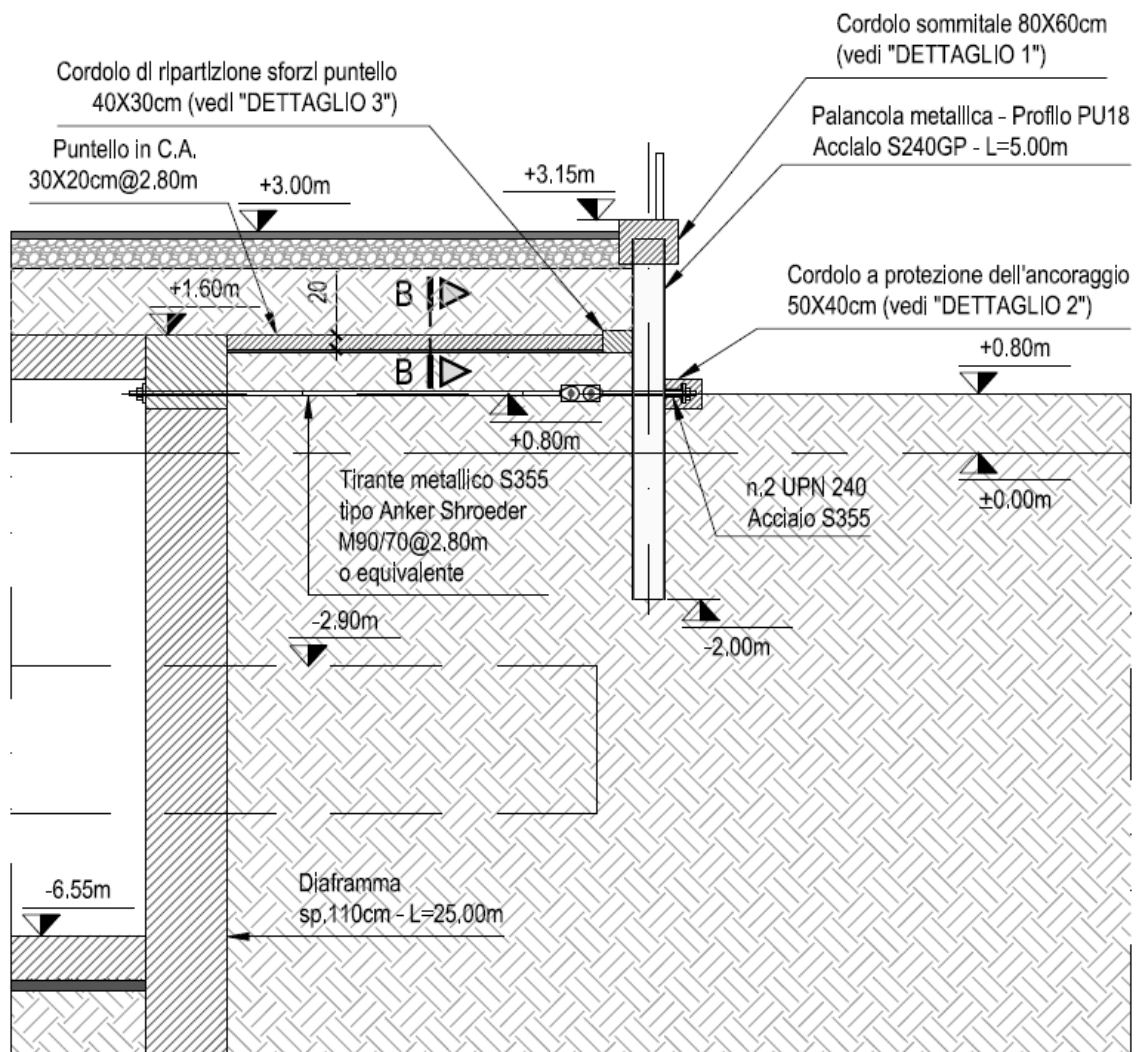


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>255</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 11 PARATIA DI SOSTEGNO DEL LUNGOMARE

### SEZIONE A-A (TIPICA)

SCALA 1:100




**Figura 196 Sezione tipica della paratia di sostegno del lungomare**

L'opera di sostegno del lungomare consiste in una paratia ancorata metallica (palancole PU18 lunghe 5.00m) ancorata alla vasca per mezzo di un tirante metallico.

Insistendo la paratia, per buona parte del tratto interrato, in terreno sabbioso immerso in falda, si è tenuto conto della possibilità di liquefazione della sabbia. I coefficienti di spinta attiva e passiva di terreni liquefatti assumono valore unitario; per questo motivo la paratia tenderebbe a ruotare rigidamente attorno al tirante (movimento del piede della paratia verso la spiaggia) qualora non fosse inserito un puntone a quota superiore a quello del tirante metallico. Il puntone in c.a. è quindi sollecitato solo in caso di liquefazione dei terreni (combinazione di carico di tipo SLV); in condizione di spinta statica o sismica il carico sul puntone è nullo.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	256
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

11.1 SOLLECITAZIONI SLU - SLV

Nei seguenti grafici sono riportate le sollecitazioni interne derivanti dall'applicazione dei carichi in condizioni di Stato Limite Ultimo e di Stato Limite di salvaguardia della Vita.

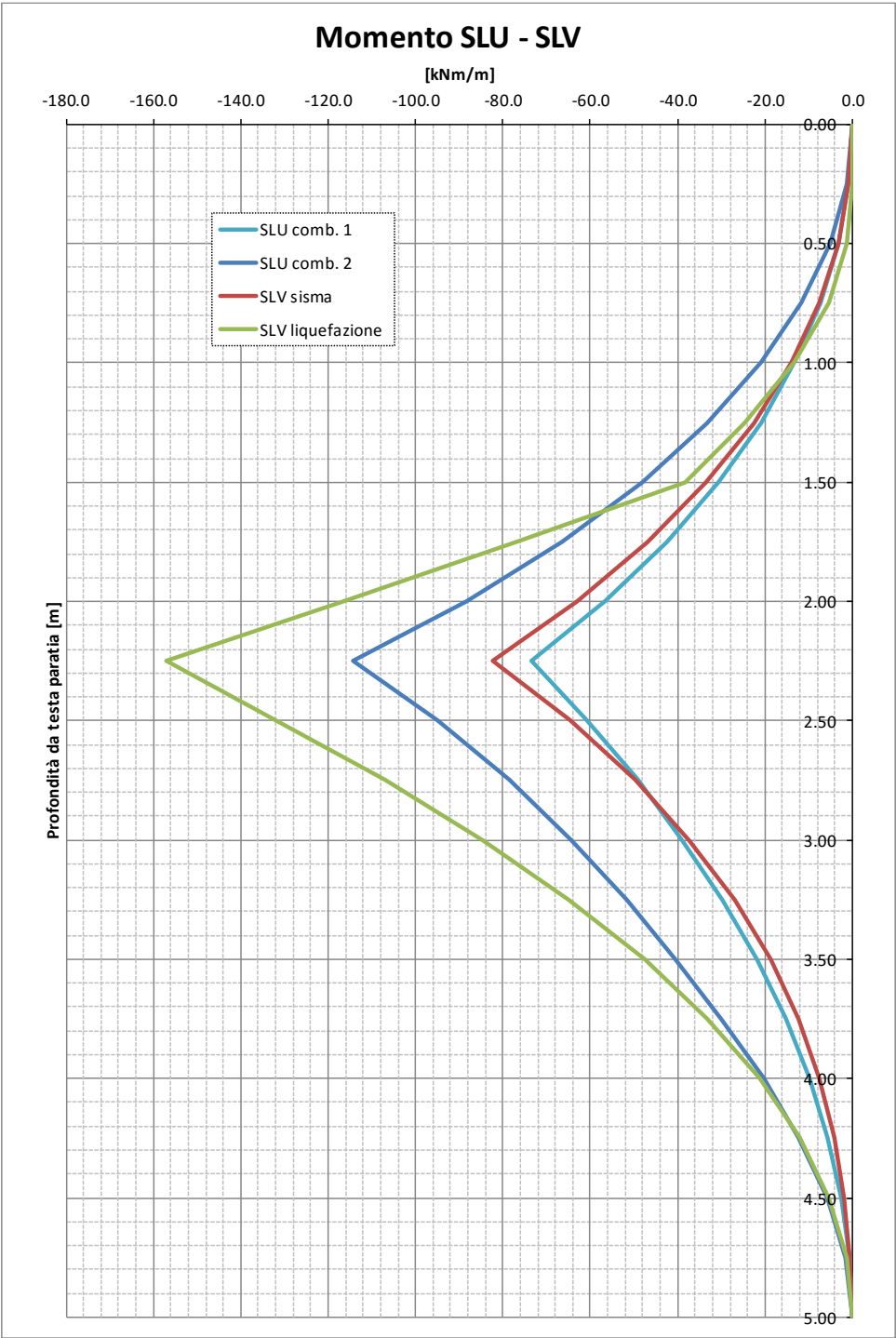
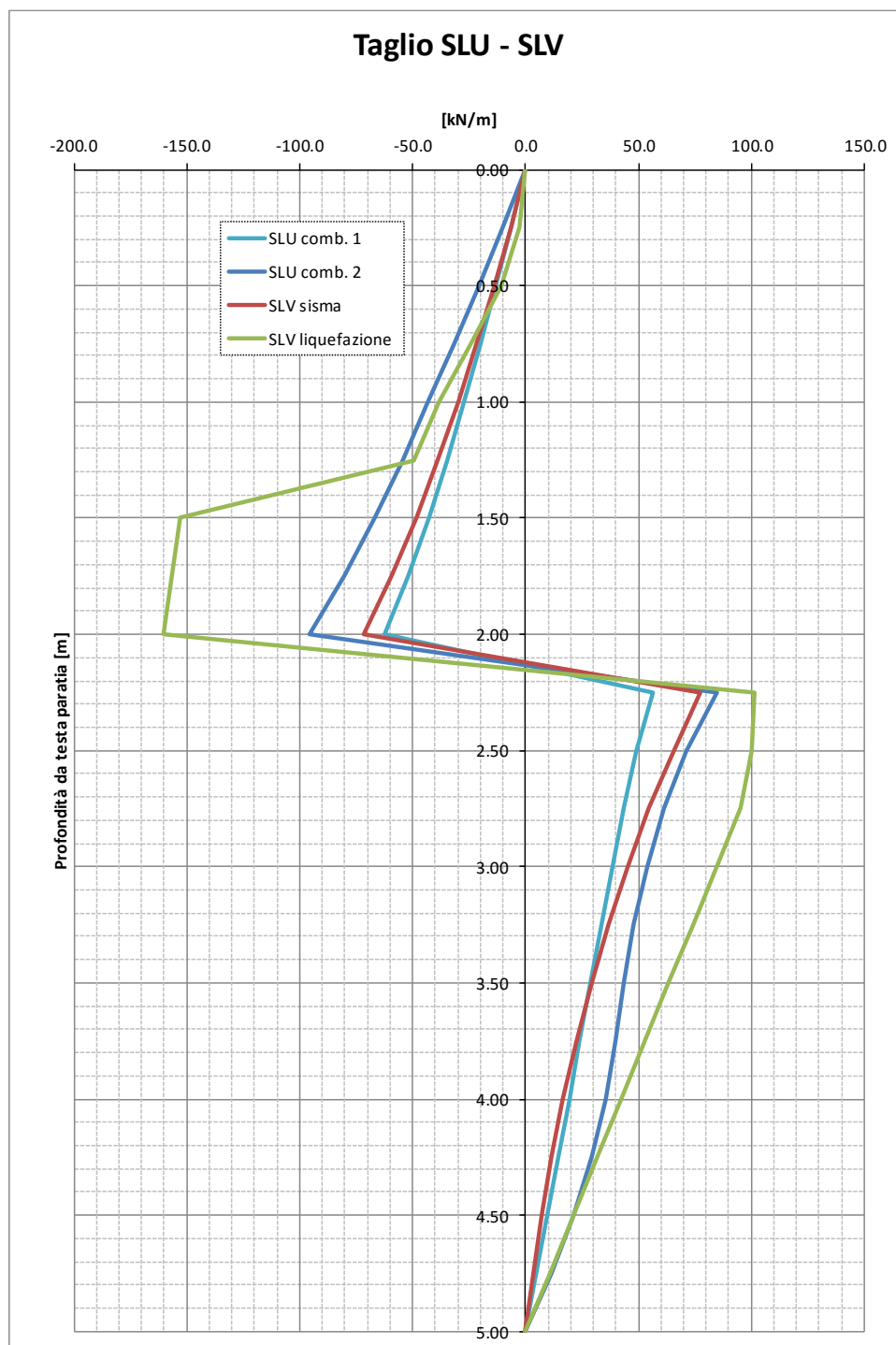


Figura 197 Momenti flettenti combinazioni SLU – SLV





**Figura 198 Sforzi di taglio combinazioni SLU – SLV**

I valori di sollecitazione per le verifiche delle palancole sono:


- $M_{Ed} = 157.1 \text{ kNm/m}$
- $V_{Ed} = 160.2 \text{ kN/m}$

La massima compressione sul puntello in c.c.a. che si trova alla quota +1.50m slm è  $N_{Ed} = 270 \text{ kN}$ .

Il massimo tiro sul tirante che si trova a quota +0.80m slm è  $F_{Ed} = 743 \text{ kN}$ .

Tutte le sollecitazioni di progetto derivano dalla combinazione SLV che tiene conto degli effetti dovuti alla liquefazione dei terreni granulari sotto falda.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>258</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 11.2 VERIFICA DELLE PALANCOLE PU18

La verifica è svolta con riferimento all'Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio" parte 5 "Pali e palancole" (EN 1993-5:2007).

Le palancole sono del tipo PU18.  
La classe di acciaio è S240GP.

La perdita di sezione dovuta alla corrosione è calcolata secondo le indicazioni della tabella riportata di seguito.

**Tabella 1 - Perdita di sezione dovuta alla corrosione, valori suggeriti dalla norma EN 1993-5:2007**

<b>Table 4-1: Recommended value for the loss of thickness [mm] due to corrosion for piles and sheet piles in soils, with or without groundwater</b>					
Required design working life	5 years	25 years	50 years	75 years	100 years
Undisturbed natural soils (sand, silt, clay, schist, ...)	0,00	0,30	0,60	0,90	1,20
Polluted natural soils and industrial sites	0,15	0,75	1,50	2,25	3,00
Aggressive natural soils (swamp, marsh, peat, ...)	0,20	1,00	1,75	2,50	3,25
Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt, ...)	0,18	0,70	1,20	1,70	2,20
Non-compacted and aggressive fills (ashes, slag, ....)	0,50	2,00	3,25	4,50	5,75
<b>Notes:</b>  1) Corrosion rates in compacted fills are lower than those in non-compacted ones. In compacted fills the figures in the table should be divided by two.  2) The values given for 5 and 25 years are based on measurements, whereas the other values are extrapolated.					


Considerata la vita di riferimento di 75 anni, la perdita di sezione dovuta alla corrosione è pari a 1.70mm per lato ("non-compacted and non-aggressive fills" ovvero "terreni di riempimento non compattati e non aggressivi").

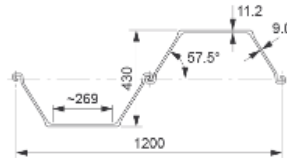
Modulo di resistenza elastico a fine vita di riferimento:  
 $W_{el} = 1255 \cdot 10^3 \text{ mm}^3/\text{m}$

Area a taglio a fine vita di riferimento:  
 $A_v = 3908 \text{ mm}^3/\text{m}$

I dettagli relativi alle caratteristiche geometriche ed inerziali prima e dopo l'applicazione della corrosione sono riportati nella figura seguente.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>259</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Actions ... Sheet pile section: PU 18 Steel grade: S 240 GP   $f_y = 240$ MPa Reduction factors for U-type: 0.90   1.00 Partial safety factors: 1.05   1.15 Service life: 75 years   Loss of steel: 3.40 mm <div> <div>Service Life (years)</div> <div>75</div> </div> <div> <div>Protection (years)</div> <div>Front: 0</div> <div>Back: 0</div> </div> Steel quantities ...	PU 18 	Classification $\varepsilon$ 0.990 $(b/t_f)/\varepsilon$ 26 Class ini. 2 $(b/t_{f,red})/\varepsilon$ 37 Class red. 2 $f_y(Class\ 3)$ ... $\sigma_y(Class\ 3)$ ...																																																												
	Section properties <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>ini.</th> <th>red.</th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>W<sub>el,y</sub></td><td>1800</td><td>1255</td><td>cm<sup>3</sup>/m</td></tr> <tr><td>W<sub>pl,y</sub></td><td>2134</td><td>1470</td><td>cm<sup>3</sup>/m</td></tr> <tr><td>I<sub>y</sub></td><td>38650</td><td>26910</td><td>cm<sup>4</sup>/m</td></tr> <tr><td>A</td><td>163.3</td><td>115.4</td><td>cm<sup>2</sup>/m</td></tr> <tr><td>t<sub>f</sub></td><td>11.20</td><td>7.80</td><td>mm</td></tr> <tr><td>t<sub>w</sub></td><td>9.00</td><td>5.60</td><td>mm</td></tr> <tr><td>h</td><td>430.0</td><td>426.6</td><td>mm</td></tr> <tr><td>alpha</td><td>57.5</td><td>...</td><td>°</td></tr> <tr><td>b</td><td>288.5</td><td>...</td><td>mm</td></tr> <tr><td>c</td><td>248.3</td><td>...</td><td>mm</td></tr> <tr><td>A<sub>v</sub></td><td>62.8</td><td>39.1</td><td>cm<sup>2</sup>/m</td></tr> <tr><td>S<sub>y</sub></td><td>1055</td><td>...</td><td>cm<sup>3</sup>/m</td></tr> <tr><td>r<sub>0</sub></td><td>15.0</td><td>...</td><td>mm</td></tr> <tr><td>mass</td><td>128.2</td><td>...</td><td>kg/m<sup>2</sup></td></tr> </tbody> </table>		ini.	red.		W <sub>el,y</sub>	1800	1255	cm <sup>3</sup> /m	W <sub>pl,y</sub>	2134	1470	cm <sup>3</sup> /m	I <sub>y</sub>	38650	26910	cm <sup>4</sup> /m	A	163.3	115.4	cm <sup>2</sup> /m	t <sub>f</sub>	11.20	7.80	mm	t <sub>w</sub>	9.00	5.60	mm	h	430.0	426.6	mm	alpha	57.5	...	°	b	288.5	...	mm	c	248.3	...	mm	A <sub>v</sub>	62.8	39.1	cm <sup>2</sup> /m	S <sub>y</sub>	1055	...	cm <sup>3</sup> /m	r <sub>0</sub>	15.0	...	mm	mass	128.2	...	kg/m <sup>2</sup>	Loss of steel: 3.40 mm Front: 1.70 mm Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt,...) Back: 1.70 mm Non-compacted and non-aggressive fills (clay, schist, sand, silt,...)
	ini.	red.																																																												
W <sub>el,y</sub>	1800	1255	cm <sup>3</sup> /m																																																											
W <sub>pl,y</sub>	2134	1470	cm <sup>3</sup> /m																																																											
I <sub>y</sub>	38650	26910	cm <sup>4</sup> /m																																																											
A	163.3	115.4	cm <sup>2</sup> /m																																																											
t <sub>f</sub>	11.20	7.80	mm																																																											
t <sub>w</sub>	9.00	5.60	mm																																																											
h	430.0	426.6	mm																																																											
alpha	57.5	...	°																																																											
b	288.5	...	mm																																																											
c	248.3	...	mm																																																											
A <sub>v</sub>	62.8	39.1	cm <sup>2</sup> /m																																																											
S <sub>y</sub>	1055	...	cm <sup>3</sup> /m																																																											
r <sub>0</sub>	15.0	...	mm																																																											
mass	128.2	...	kg/m <sup>2</sup>																																																											

**Figura 199 Caratteristiche geometriche ed inerziali delle palancole PU18**

Nonostante sia possibile sfruttare la resistenza plastica delle palancole (dato che ricadono in classe 2), nel calcolo del momento resistente di progetto viene utilizzato il modulo di resistenza elastico delle palancole PU18.

$$M_{c,Rd} = \beta_B \cdot W_{pl} \cdot f_y / \gamma_{M0} = 0.9 \cdot 1255 \cdot 10^{-3} \cdot 240 \cdot 10^6 / 1.05 = 381.8 \text{ kNm/m}$$

$$V_{pl,Rd} = A_v \cdot f_y / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 3908 \cdot 240 \cdot 10^{-3} / (\sqrt{3} \cdot 1.05) = 515 \text{ kN/m}$$

Dato che il rapporto fra taglio sollecitante e taglio resistente è inferiore al 50%, non c'è influenza del taglio sulla resistenza a flessione della palanca.

Non ci sono carichi verticali agenti sul palancolato, se non il peso proprio del palancolato stesso, del cordolo in testa e del parapetto. Il carico assiale agente, allo Stato limite Ultimo, può essere stimato in  $N_{Ed} = 40 \text{ kN/m}$ .

Considerato la sezione trasversale e lo schema statico della paratia si ha

$$N_{cr} \approx 28 \cdot 10^3 \text{ kN/m}$$

$$N_{pl,Rd} = 2637 \text{ kN/m}$$

Gli effetti dovuti allo sforzo assiale sono trascurabili dato che  $N_{Ed} / N_{cr} < 0.04$  e  $N_{Ed} / N_{pl,Rd} < 0.25$ .

L'unica verifica significativa è quindi quella flessionale.

Dato che la sollecitazione  $M_{Ed} = 157.1 \text{ kNm/m}$  è inferiore alla resistenza  $M_{c,Rd} = 381.8 \text{ kNm/m}$ , si può concludere che le verifiche di resistenza sono soddisfatte.

Per quanto riguarda le verifiche di funzionalità dell'opera, si rimanda alla configurazione deformata riportata nella Relazione di calcolo delle fondazioni. Dato che lo spostamento massimo in testa del palancolato, soggetto ai carichi da traffico in combinazione caratteristica, è inferiore ad 1 cm, la funzionalità dell'opera e l'estetica della stessa sono garantite.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>260</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 11.3 VERIFICA DEI TIRANTI

La verifica è svolta con riferimento all'Eurocodice 3 "Progettazione delle strutture di acciaio" parte 5 "Pali e palcole" (EN 1993-5:2007).

È previsto l'utilizzo di tiranti di tipo Anker Schroeder M90/70 o equivalenti con spaziatura pari a 2.80 metri posti alla quota +0.80m slm. Il grado di acciaio previsto è ASDO355.

Analogamente alle palancole PU18, considerata la vita di riferimento di 75 anni, la perdita di sezione dovuta alla corrosione è pari a 1.70mm per lato ("non-compacted and non-aggressive fills" ovvero "terreni di riempimento non compattati e non aggressivi" secondo quanto riportato in Tabella 1).

La resistenza del tirante è definita come la minima fra la resistenza delle estremità filettate  $F_{tt,Rd}$  e la resistenza del fusto  $F_{tg,Rd}$ , calcolate tenendo in conto la perdita di sezione dovuta alla corrosione.

$$F_{tt,Rd} = k_t \cdot f_{ua} \cdot A_s / \gamma_{M2} = 1261 \text{ kN}$$

$$F_{tg,Rd} = A_g \cdot f_y / \gamma_{M0} = 1178 \text{ kN}$$


Per il significato dei simboli e i valori dei coefficienti si faccia riferimento a EN 1993-5:2007 (§ 7.2.3) ed alla tabella riportata di seguito.

**Tabella 2 – Dettagli della verifica di resistenza dei tiranti, secondo la norma EN 1993-5:2007**

VERIFICATION OF TIE ROD ACCORDING TO EN1993-5:2007		
$k_t$	0.60	-
Tie rod	M90/70	-
Steel class	ASDO355	-
$f_y$	355	MPa
$f_{ua}$	510	MPa
$\varnothing D_g$	70	mm
$A_g$ (shaft area)	3 848	mm <sup>2</sup>
$\varnothing D_t$	90	mm
$A_s$ (thread area)	5 591	mm <sup>2</sup>
$\varnothing_{eq}$	84.37	mm
$\gamma_{M0}$	1.05	-
$\gamma_{M2}$	1.25	-
Shaft resistance $F_{tg,Rd}$	1 301	kN
Thread resistance $F_{tt,Rd}$	1 369	kN
<b><math>F_{tRd}</math></b>	<b>1 301</b>	<b>kN</b>
Loss of thickness per each side	1.70	mm
$\varnothing D_{g, \text{reduced}}$	66.60	mm
$A_{g, \text{reduced}}$	3 484	mm <sup>2</sup>
$\varnothing_{eq, \text{reduced}}$	80.97	mm
$A_{s, \text{reduced}}$	5 149	mm <sup>2</sup>
Shaft resistance reduced $F_{tg,Rd \text{ reduced}}$	1 178	kN
Thread resistance reduced $F_{tt,Rd \text{ reduced}}$	1 261	kN
<b><math>F_{tRd, \text{reduced}}</math></b>	<b>1 178</b>	<b>kN</b>
% loss of resistance	9.48%	-
Design force $F_{t,Ed}$	743	kN
<b>Verification</b>	<b>SATISFIED</b>	

Il carico agente sul tirante allo SLU/SLV è  $F_{Ed} = 743\text{kN}$ ; la resistenza è  $F_{Rd} = 1178 \text{ kN}$ .



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>261</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Dato che  $F_{Ed} < F_{Rd}$  la verifica di resistenza allo SLU è soddisfatta.

Allo Stato Limite di Esercizio il carico vale  $F_{E,ser} = 351$  kN.

Lo sforzo limite previsto dalla norma EN 1993-5:2007 (§ 7.2.4) è

$F_{t,ser} = f_y \cdot A_s / \gamma_{Mt,ser} = 1124$  kN

Anche la verifica SLE è soddisfatta.

#### 11.4 VERIFICA DEI PUNTONI IN C.C.A. E DEL CORDOLO DI RIPARTIZIONE

È prevista la costruzione di puntoni in c.c.a. alla quota +1.50m slm; la sezione di calcolo è 30cm x 20cm; la spaziatura è 2.80m.

Il carico di compressione di progetto SLU/SLV è  $N_{Ed} = 270$  kN.

La tensione nel calcestruzzo vale  $\sigma_c = N_{Ed} / A_c = 270000 / (300 \cdot 200) = 4.50$  MPa.

Dato il modesto valore di tensione nel calcestruzzo, la verifica è soddisfatta qualunque sia la classe di resistenza adottata per l'elemento strutturale.

Viene comunque disposta una armatura minima, ai sensi delle Norme Tecniche per le Costruzioni.

Agli Stati limite di Esercizio il puntello in c.c.a. è scarico.

Per distribuire in maniera uniforme sulle palancole la reazione del puntone in c.c.a. sarà costruito un cordolo di ripartizione.

Per il calcolo è considerata una base di 30cm e una altezza di 40cm.

L'armatura è costituita da 8 barre di diametro 16mm e da staffe di diametro 12mm a passo 25cm (2 bracci). Il calcestruzzo è di classe C25/30, l'acciaio è di tipo B450C.

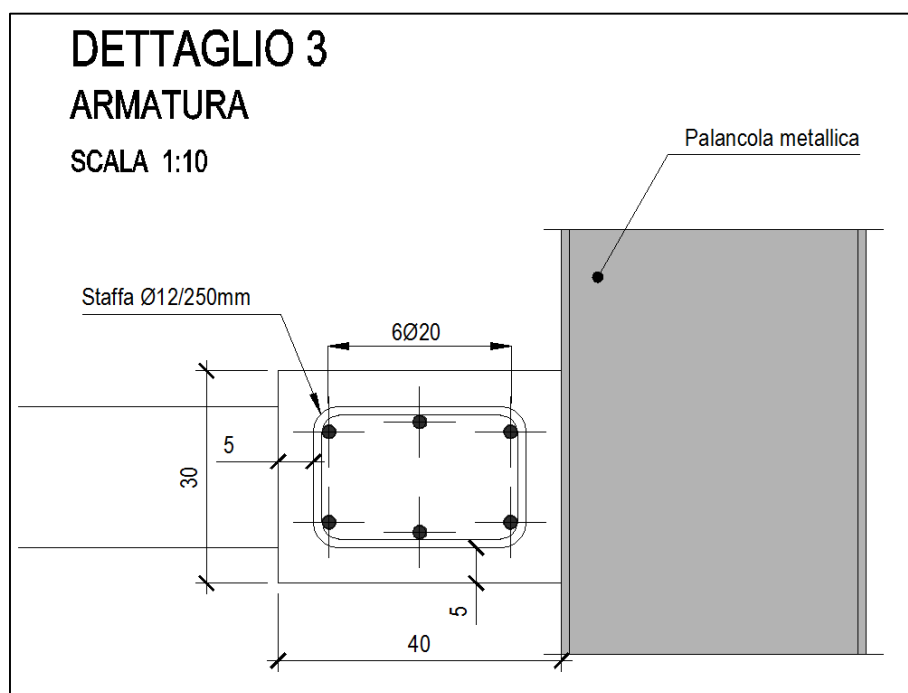


Figura 200 Dettaglio del cordolo di ripartizione


Allo SLU/SLV la sollecitazione trasmessa dal puntone è  $N_{Ed} = 270$  kN.

Se si considera il passo dei puntoni  $i = 2.80$  m, si può dedurre la sollecitazione per unità di lunghezza della trave  $q_{Ed} = 96.5$  kN/m.







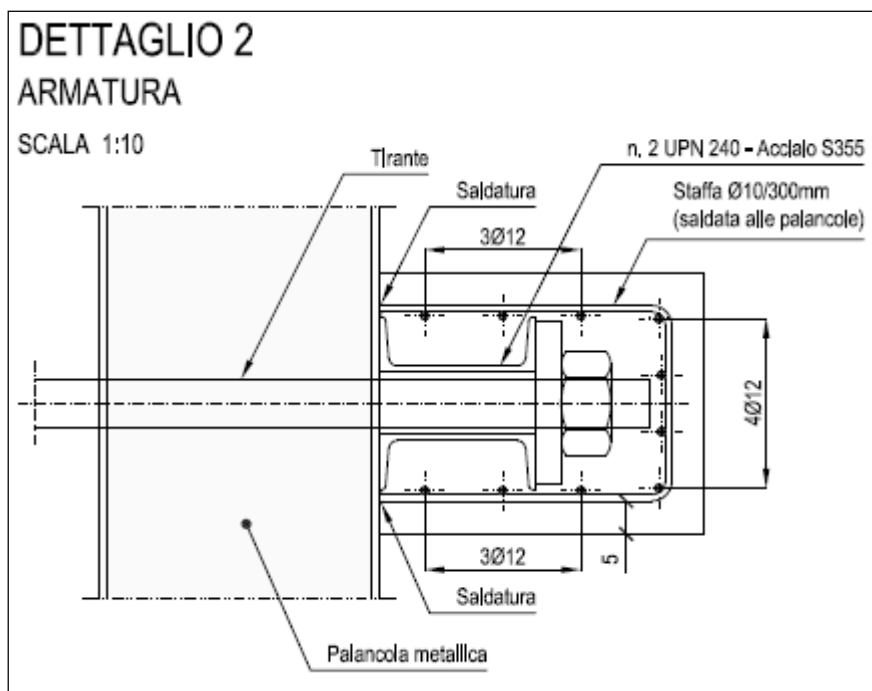
	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>263</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 11.5 VERIFICA DELLA TRAVE DI RIPARTIZIONE

I tiranti posti alla quota +0.80m s.l.m. sono collegati fra loro da una trave di ripartizione in acciaio. La trave di ripartizione è formata da due profili UPN 240; la classe di acciaio è S355.


Non si considerano perdite di sezione dovute alla corrosione, dato che i profili metallici sono protetti da una trave in calcestruzzo.

A favore di sicurezza, per quanto riguarda le verifiche di resistenza della trave di ripartizione è trascurato il contributo della trave in c.c.a.



**Figura 203 Dettaglio della trave di ripartizione**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>264</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Allo SLU/SLV la sollecitazione trasmessa dal tirante è  $N_{Ed} = 743 \text{ kN}$ .

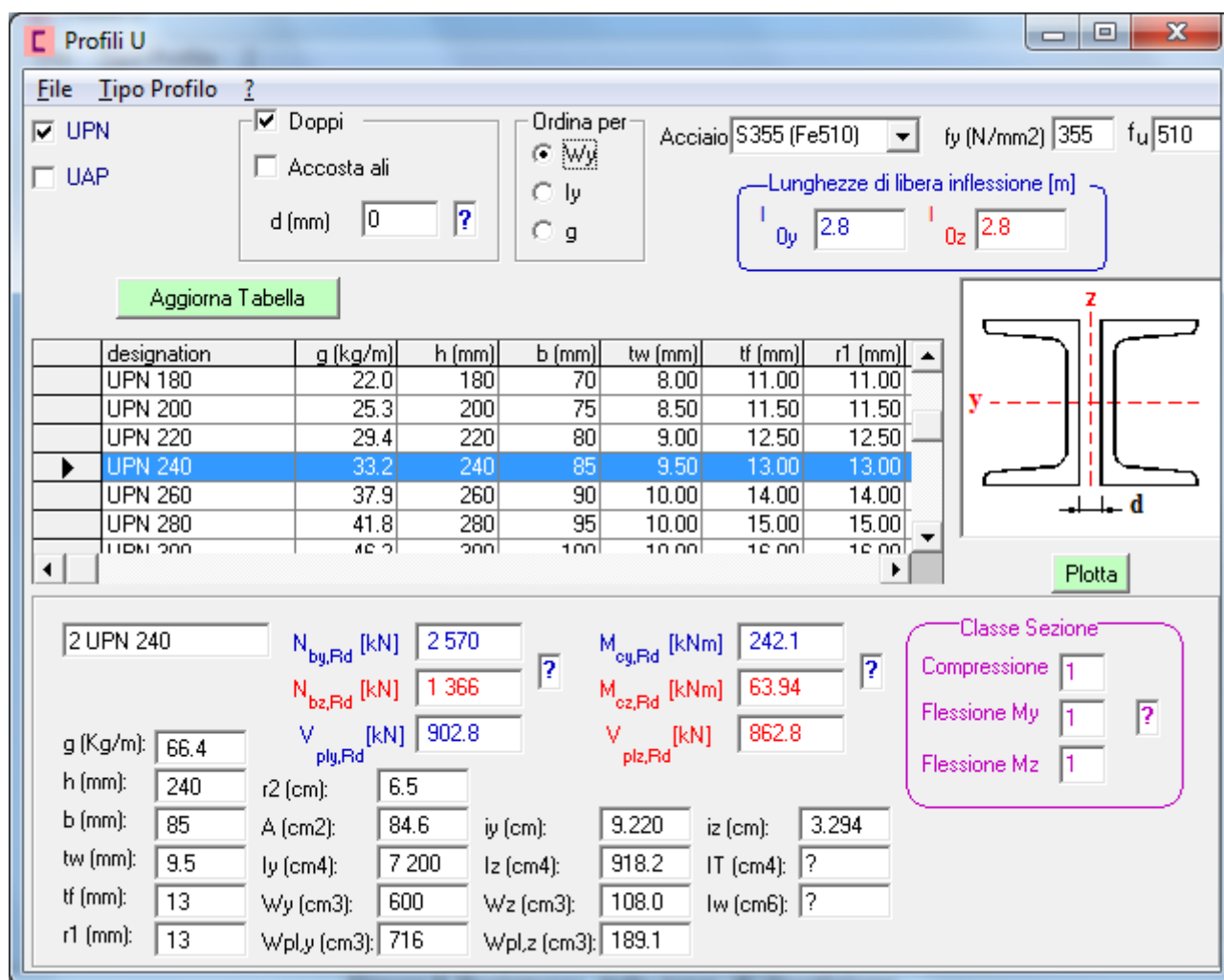
Se si considera il passo dei tiranti  $i = 2.80\text{m}$ , si può dedurre la sollecitazione per unità di lunghezza della trave  $q_{Ed} = 265.5 \text{ kN/m}$ .

Dato che lo schema statico è quello di una trave su numerosi appoggi, i valori delle sollecitazioni interni si possono stimare come segue

$$V_{Ed} \approx q_{Ed} \cdot i / 2 = 372 \text{ kN}$$

$$M_{Ed} \approx q_{Ed} \cdot i^2 / 10 = 209 \text{ kNm}$$

In Figura 204 sono riportate le caratteristiche geometriche ed inerziali della trave di ripartizione insieme ai valori di progetto della resistenza.



**Profili U**

File Tipo Profilo ?

☒ UPN ☒ Doppio ☐ Accosta ali

Ordina per: ☒ Wy ☐ ly ☐ g

Acciaio: S355 (Fe510)  $f_y$  (N/mm<sup>2</sup>): 355  $f_u$ : 510

Lunghezze di libera inflessione [m]:  $l_{0y}$  2.8  $l_{0z}$  2.8

Aggiorna Tabella

designation	g (kg/m)	h (mm)	b (mm)	tw (mm)	tf (mm)	r1 (mm)
UPN 180	22.0	180	70	8.00	11.00	11.00
UPN 200	25.3	200	75	8.50	11.50	11.50
UPN 220	29.4	220	80	9.00	12.50	12.50
<b>UPN 240</b>	<b>33.2</b>	<b>240</b>	<b>85</b>	<b>9.50</b>	<b>13.00</b>	<b>13.00</b>
UPN 260	37.9	260	90	10.00	14.00	14.00
UPN 280	41.8	280	95	10.00	15.00	15.00
UPN 300	46.2	300	100	10.00	16.00	16.00

Plotta

2 UPN 240

$N_{by,Rd}$  [kN]: 2 570  $M_{cy,Rd}$  [kNm]: 242.1

$N_{bz,Rd}$  [kN]: 1 366  $M_{cz,Rd}$  [kNm]: 63.94

$V_{ply,Rd}$  [kN]: 902.8  $V_{plz,Rd}$  [kN]: 862.8

g (Kg/m): 66.4  $r_2$  (cm): 6.5

h (mm): 240 A (cm<sup>2</sup>): 84.6  $i_y$  (cm): 9.220  $i_z$  (cm): 3.294

b (mm): 85  $I_y$  (cm<sup>4</sup>): 7 200  $I_z$  (cm<sup>4</sup>): 918.2  $I_T$  (cm<sup>4</sup>): ?

tw (mm): 9.5  $W_y$  (cm<sup>3</sup>): 600  $W_z$  (cm<sup>3</sup>): 108.0  $I_w$  (cm<sup>6</sup>): ?

tf (mm): 13  $W_{pl,y}$  (cm<sup>3</sup>): 716  $W_{pl,z}$  (cm<sup>3</sup>): 189.1

r1 (mm): 13

Classe Sezione: Compressione 1 Flessione My 1 Flessione Mz 1

**Figura 204 Resistenza della trave di ripartizione**


Si ha  $V_{pl,Rd} = 902 \text{ kN}$  e  $M_{c,Rd} = 242 \text{ kNm}$ .

Dato che il rapporto fra taglio sollecitante e taglio resistente è inferiore al 50%, non c'è influenza del taglio sulla resistenza a flessione della palanca.

L'unica verifica significativa è quindi quella flessionale.

Dato che la sollecitazione  $M_{Ed} = 209 \text{ kNm}$  è inferiore alla resistenza  $M_{c,Rd} = 242 \text{ kNm}$ , si può concludere che le verifiche di resistenza sono soddisfatte.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	265
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 11.6 VERIFICA DELLA TRAVE DI CORONAMENTO

I carichi flessionali e taglianti sulla trave di coronamento sono trascurabili, tranne che nel caso di liquefazione dei terreni granulari. In quel caso, la trave di coronamento deve sostenere il peso delle palancole di lunghezza pari a 5 metri che si “appendono” al cordolo in testa, il quale deve poter trasferire il carico alle palancole di lunghezza pari a 18 metri che sono opportunamente intestate negli strati coesivi e sono in grado di portare il peso dell'intera paratia (per i dettagli si veda la Relazione di calcolo delle fondazioni).

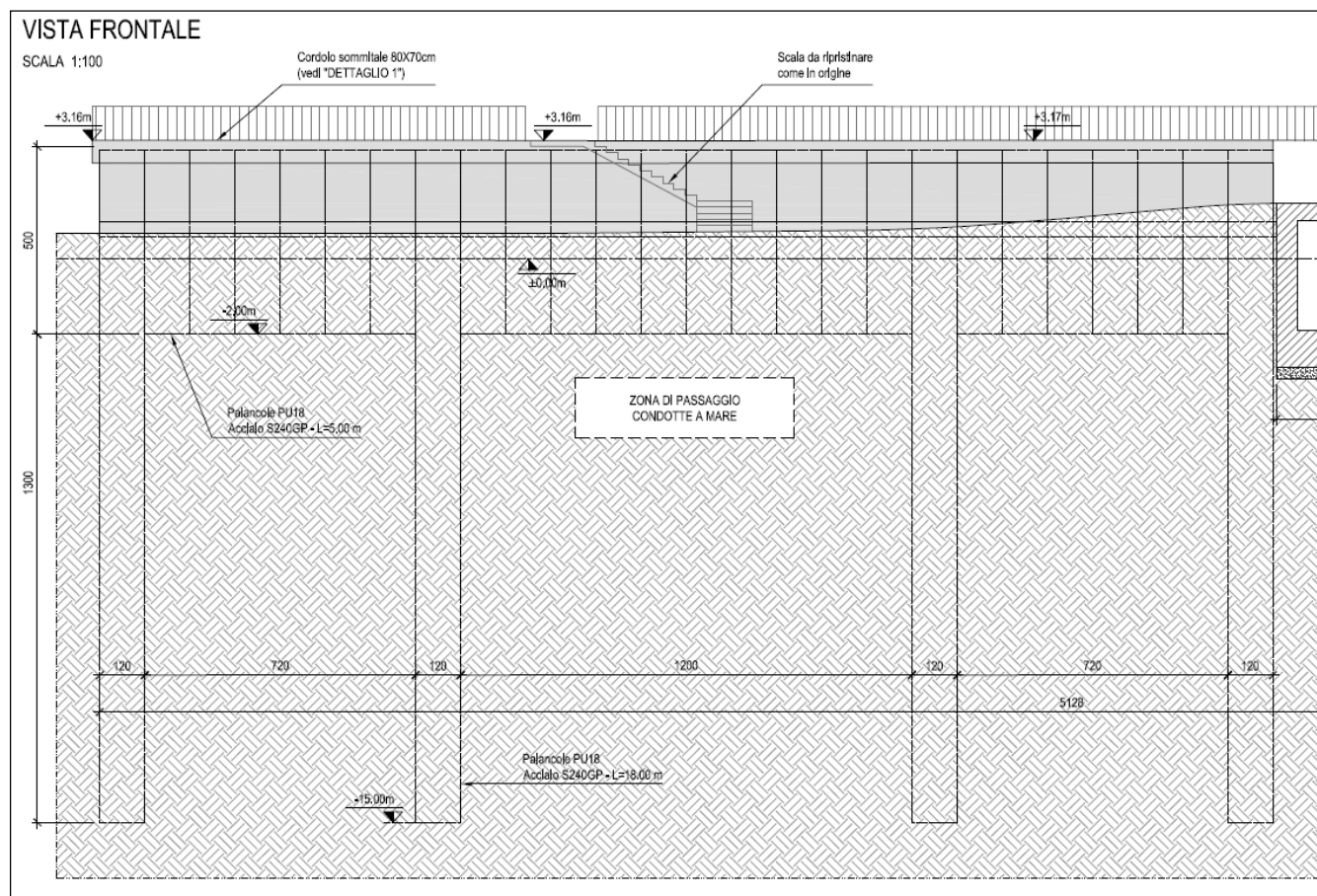
Il peso del muro di palancole PU18, di lunghezza pari a 5 metri, è pari a 7 kN/m.

La sezione complessiva dei cordoli in calcestruzzo in testa e in corrispondenza del tirante è pari a circa 0.80mq, per un peso di 20kN/m.

Il peso del parapetto e del pannello di finitura del muro possono essere stimati cautelativamente in 5 kN/m.

Il carico totale da sostenersi è quindi pari a 32kN/m.

Non si applicano coefficienti amplificativi sui carichi, trattandosi di una combinazione di calcolo SLV.



**Figura 205 Vista frontale paratia su lungomare**



# RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

N° FG. (SH. N.)

DI (LAST)

11300273776

3

266

313

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

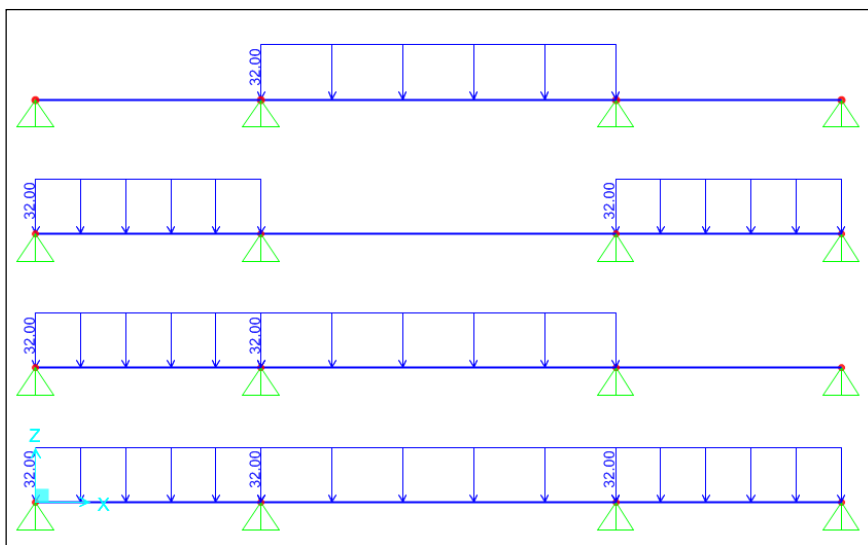


Figura 206 Modello di calcolo ed applicazione dei carichi

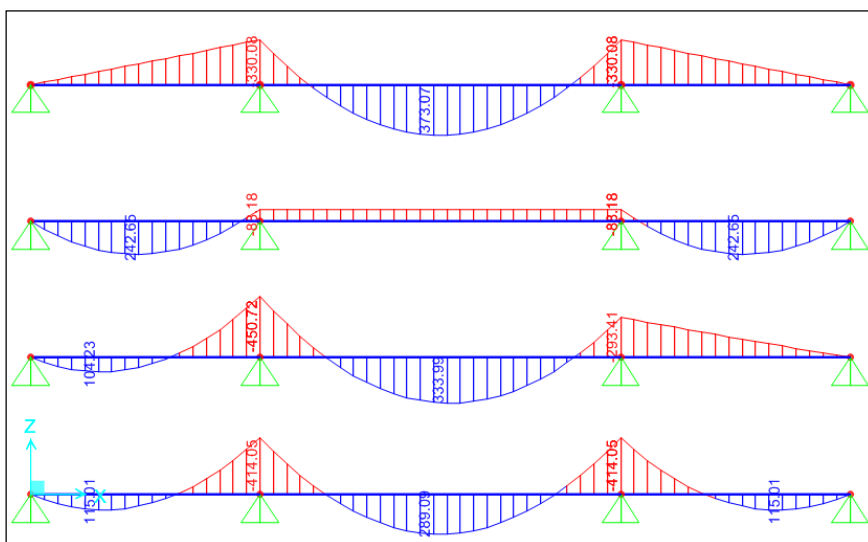


Figura 207 Momenti flettenti

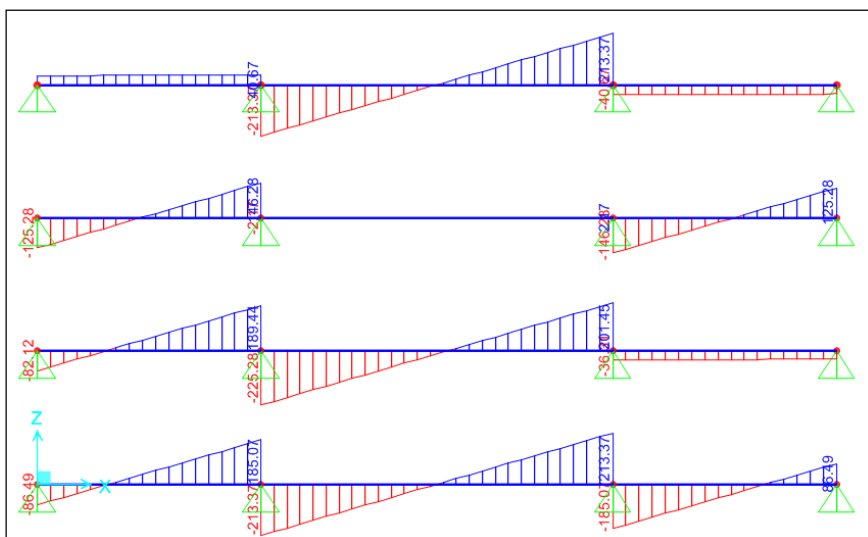



Figura 208 Sforzi di taglio



### Figura 210 Calcolo dei momenti resistenti



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>268</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

**Tabella 3 – Dettagli della verifica a taglio**


§ 4.1.2.1.3.1 - ELEMENTI SENZA ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO					
Azione di Taglio sollecitante a Stato Limite Ultimo			$V_{Ed}$	191	[kN]
§ 4.1.2.1.3.2 - ELEMENTI CON ARMATURE TRASVERSALI RESISTENTI A TAGLIO					
Diametro delle staffe			$\phi_{sw}$	8	[mm]
Numero di braccia			$n_b$	4	[-]
Passo delle staffe			$s$	200	[mm]
Inclinazione tra il puntone compresso e l'asse della trave			$\theta$	21.8	[°]
Inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave			$\alpha$	90	[°]
Area della sezione trasversale dell'armatura a taglio			$A_{sw}$	201	[mm <sup>2</sup> ]
Braccio della coppia interna			$z$	648	[mm]
Cotangente di $\theta$			$\cot\theta$	2.50	[-]
				2.50	[-]
Cotangente di $\alpha$			$\cot\alpha$	0.00	[-]
Seno di $\alpha$			$\sin\alpha$	1.00	[-]
<b>Resistenza offerta dall'armatura a taglio (meccanismo taglio - trazione)</b>			$V_{Rsd}$	<b>637.28</b>	<b>[kN]</b>
Resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima			$f'_{cd}$	7.08	[MPa]
<b>Resistenza offerta dai puntoni (meccanismo taglio - compressione)</b>			$V_{Rcd}$	<b>633.07</b>	<b>[kN]</b>
Massima area efficace di armatura a taglio per $\cot\theta = 1$			$A_{sw,max}$	868.89	[mm]
<b>Resistenza a taglio della sezione armata trasversalmente</b>			$V_{Rd}$	<b>633.07</b>	<b>[kN]</b>
§ 4.1.2.1.3.3 - TAGLIO MASSIMO SOPPORTABILE DALLA TRAVE					
<b>Resistenza massima a taglio della trave</b>			$V_{Rd}$	<b>1020.00</b>	<b>[kN]</b>

La resistenza di progetto è:

- Momento positivo  $M_{Rd}^+ = 422 \text{ kNm}$
- Momento negativo  $M_{Rd}^- = 457 \text{ kNm}$
- Taglio  $V_{Rd} = 633 \text{ kN}$

Sia per il momento flettente (positivo e negativo) sia per il taglio, la resistenza di progetto è superiore alla sollecitazione di progetto, per cui le verifiche di resistenza sono soddisfatte.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	269
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

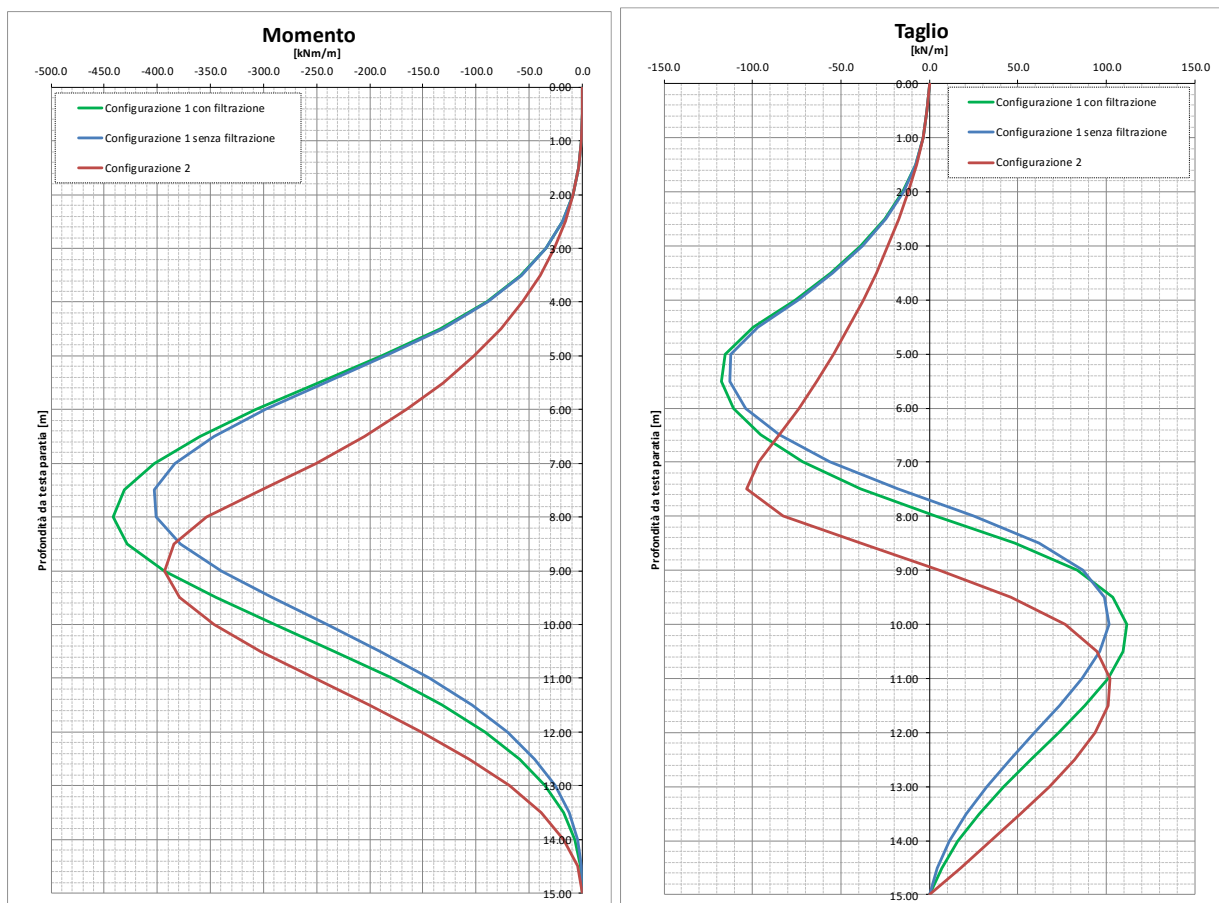
## 12 OPERE PROVVISORIALI

### 12.1 PALANCOLATI DI SOSTEGNO DEGLI SCAVI

Per il sostegno temporaneo degli scavi per demolizioni, deviazioni del Canale Ausa e rifacimento dello scatolare è previsto l'utilizzo di palancole di tipo PU32, di lunghezza 15.00m; la classe di acciaio prevista è S240GP.

Trattandosi di opere temporanee, un'analisi semplificata con carichi non fattorizzati è stata effettuata.

Nei grafici seguenti sono riportate le sollecitazioni interne nei palancole di sostegno degli scavi. Per la definizione dei casi di carico si faccia riferimento alla *Relazione di calcolo delle fondazioni*. Nel calcolo è stato considerato un sovraccarico di cantiere pari a 5kPa.



**Figura 211 Sollecitazioni nelle palancole di sostegno degli scavi**

Dalla Figura 211 si possono desumere i massimi valori di taglio e momento flettente:

$$M = 442 \text{ kNm/m}$$

$$V = 118 \text{ kN/m}$$


Le caratteristiche geometriche della palanca PU32 sono:

$$W = 3.2 \cdot 10^6 \text{ mm}^3/\text{m}$$

$$A_v = 7.93 \cdot 10^3 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Data il breve tempo di impiego delle palancole, gli effetti della corrosione sono trascurati.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>270</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Le tensioni nella sezione possono essere calcolate come segue:

$$\sigma = M / (0.9 \cdot W) = 153.5 \text{ MPa}$$

$$\tau = V / A_v = 14.9 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{id} = (\sigma^2 + 3 \cdot \tau^2)^{0.5} = 156 \text{ MPa}$$


Il valore della tensione ideale, calcolata secondo il metodo di Von Mises, è minore della tensione ammissibile nell'acciaio S240GP, che vale

$$\sigma_{amm} = 160 \text{ MPa}$$

La verifica di resistenza dell'opera di sostegno temporaneo agli scavi può ritenersi soddisfatta.

La massima deformazione che si ottiene dal calcolo è di poco inferiore ai 15cm; questo valore è accettabile per una struttura di sostegno temporaneo degli scavi.




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA ( <i>JOB N°</i> )	ID DOC. ( <i>DOC. ID</i> )	REV.	N° FG. ( <i>SH. N.</i> )	DI ( <i>LAST</i> )
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>271</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					



Momento flettente sollecitante a SLU



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>273</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

L'armatura prevista nella soletta è composta da  $1 + 1\phi 12/20$  in entrambe le direzioni, la verifica a flessione è riportata in seguito:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	20	1	5.65	4
			2	5.65	16

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

M<sub>xRd</sub>  kN m

Materiali: B450C C32/40

$\epsilon_{su}$   ‰  $\epsilon_{c2}$   ‰  
 $f_{yd}$   N/mm²  $\epsilon_{cu}$   ‰  
 $E_s$   N/mm²  $f_{cd}$   ‰  
 $E_s/E_c$    $f_{cc}/f_{cd}$   ?  
 $\epsilon_{syd}$   ‰  $\sigma_{c,adm}$   ‰  
 $\sigma_{s,adm}$   N/mm²  $\tau_{co}$    $\tau_{c1}$

$\sigma_c$   N/mm²  
 $\sigma_s$   N/mm²  
 $\epsilon_c$   ‰  
 $\epsilon_s$   ‰  
d  cm  
x  x/d   
 $\delta$

Tipo Sezione: ☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

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

Tipo flessione: ☒ Retta ☐ Deviata

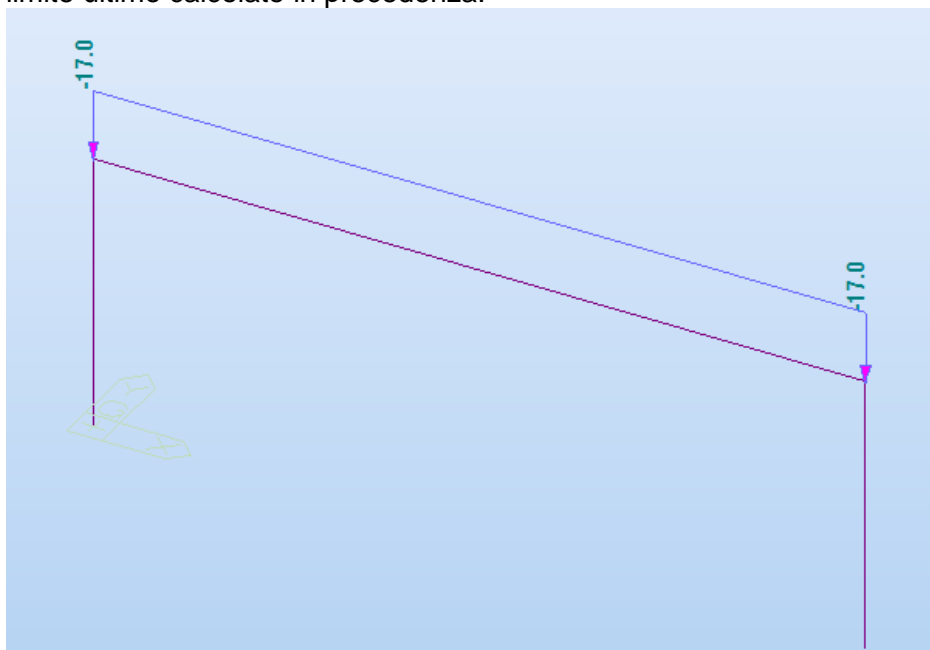
N° rett.

Calcola MRd Dominio M-N

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

☐ Precompresso


Per le sollecitazioni sui gradoni è stato utilizzato un modello di calcolo semplificato, che rappresenta una striscia unitaria di gradonata, a cui è stato applicato il carico lineare allo stato limite ultimo calcolato in precedenza:



**Figura 212. Modello di calcolo Gradonate esterne**

Si riportano in seguito i momenti flettenti ottenuti:



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>274</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

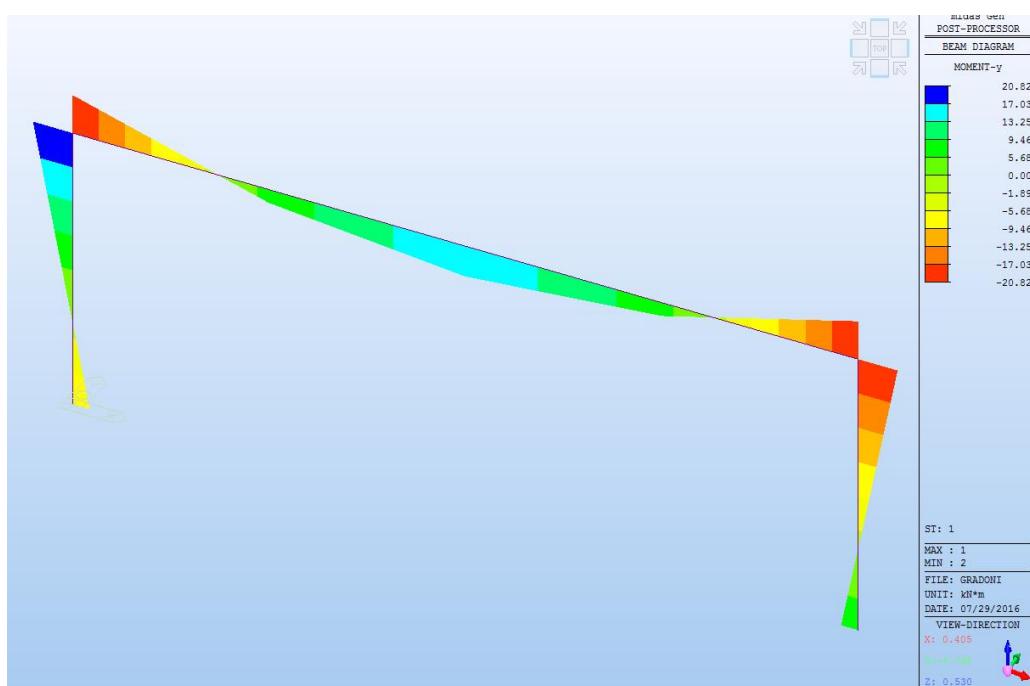


Figura 213. Modello di calcolo Gradonate esterne – Momenti Flettenti

Il momento massimo ottenuto sui muretti di sostegno è pari a 21 kN\*m.

In corrispondenza dei muretti sono previste armature verticali composte da 1 + 1φ14/20. In seguito si riporta la verifica a flessione:

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre  Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	30	1	7.70	4
			2	7.70	16

Sollecitazioni  
S.L.U. ☒ Metodo n ☐

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

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

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub>  kN m

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

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> 14.53 ‰  
d 16 cm  
x 3.106 x/d 0.1941  
δ 0.7

Tipo Sezione  
☒ Rettan.re ☐ Trapezi  
☐ a T ☐ Circolare  
☐ Rettangoli ☐ Coord.

Metodo di calcolo  
☒ S.L.U.+ ☐ S.L.U.-  
☐ Metodo n


Tipo flessione  
☒ Retta ☐ Deviata

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

☐ Precompresso

La verifica a flessione è quindi soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>275</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 13.2 STRUTTURE VANO ASCENSORE

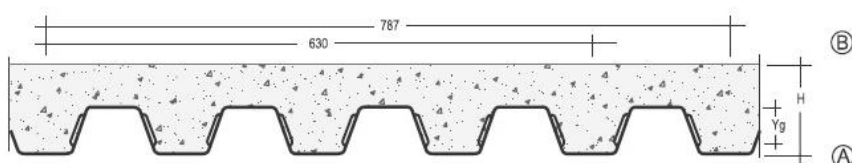
### 13.2.1 LAMIERA GRECATATA

#### Caratteristiche Tecniche mod. E/S 4000 AM

Aderenza migliorata



CARATTERISTICHE DELLA SOLETTA																					
SPESSORE LAMIERA	mm	0,70				0,80				1,00				1,25				1,50			
SPESSORE SOLETTA "H"	mm	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120	90	100	110	120
PESO GETTO	Kg/m <sup>2</sup>	153	177	201	225	153	177	201	225	153	177	201	225	153	177	201	225	153	177	201	225
PESO TOTALE SOLETTA	Ka/m <sup>2</sup>	162	186	210	234	163	187	211	235	166	190	214	230	169	193	217	241	172	196	220	244

Le tabelle riportate sono da considerarsi di massima e con semplice valore indicativo. Sarà onere e cura del cliente e/o progettista la redazione del calcolo inerente la corretta interpretazione per il singolo caso di impiego.




CARATTERISTICHE STATICHE DELLA LAMIERA							
SPESSORE		mm	0,70	0,80	1,00	1,25	1,50
PESO		Kg/m <sup>2</sup>	8,62	9,85	12,31	15,40	18,48
PESO		Kg/m	6,78	7,75	9,69	12,11	14,54
LAMIERA TOTALMENTE REAGENTE	Yg	cm	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
	J	cm <sup>4</sup> /m	49,03	56,46	71,31	89,89	108,46
	W superiore	cm <sup>3</sup> /m	17,52	20,17	25,48	32,12	38,76
	W inferiore	cm <sup>3</sup> /m	20,41	23,50	29,69	37,42	45,15
LAMIERA PARZIALIZZATA	W superiore	cm <sup>3</sup> /m	12,88	15,61	21,51	29,52	37,97
	W inferiore	cm <sup>3</sup> /m	19,10	22,26	28,68	36,80	44,97
	W superiore	cm <sup>3</sup> /m	16,46	19,18	24,68	31,63	38,62
	W inferiore	cm <sup>3</sup> /m	14,77	17,95	24,86	34,26	44,19
J deformazione		cm <sup>4</sup> /m	42,24	50,40	67,38	89,30	108,46

I valori con puntellatura sono indicati in grassetto.

CARICO UTILE UNIFORMEMENTE DISTRIBUITO IN Kg/m <sup>2</sup>												
SPESSORE LAMIERA mm	SPESSORE SOLETTA mm	INTERASSE in metri										
		2,000	2,250	2,500	2,750	3,000	3,250	3,500	3,750	4,000	4,250	4,500
0,70	90 	774	687	501	<b>503</b>	<b>390</b>	<b>302</b>	<b>232</b>	<b>176</b>	---	---	---
		774	688	619	539	411	<b>476</b>	<b>442</b>	<b>413</b>	<b>387</b>	<b>351</b>	<b>253</b>
	100 	899	799	<b>719</b>	<b>615</b>	<b>480</b>	<b>374</b>	<b>290</b>	<b>223</b>	<b>168</b>	---	---
		899	799	719	614	405	<b>553</b>	<b>514</b>	<b>479</b>	<b>449</b>	<b>423</b>	<b>334</b>
	110 	1026	912	<b>821</b>	<b>746</b>	<b>660</b>	<b>523</b>	<b>415</b>	<b>327</b>	<b>256</b>	<b>197</b>	---
		1026	912	821	624	<b>684</b>	<b>631</b>	<b>586</b>	<b>547</b>	<b>513</b>	<b>483</b>	<b>456</b>
	120 	1153	1025	<b>922</b>	<b>839</b>	<b>763</b>	<b>607</b>	<b>483</b>	<b>383</b>	<b>301</b>	<b>233</b>	<b>176</b>
		1153	1025	922	608	<b>769</b>	<b>709</b>	<b>659</b>	<b>615</b>	<b>576</b>	<b>542</b>	<b>512</b>



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	276
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 13.2.2 VERIFICA BALLATOIO

Il solaio del ballatoio di accesso all'ascensore è costituito da lamiera grecata e soletta collaborante in c.a. Ai fini del dimensionamento dei profili metallici si considerando agenti i seguenti carichi:

carico permanente strutturale 200 kg/m<sup>2</sup>

carico permanente non strutturale 100 kg/m<sup>2</sup>

carico variabile – cat C2 400 kg/m<sup>2</sup>

Il ballatoio ha una larghezza costante pari a 1.50 m: ogni profilo longitudinale ha quindi una larghezza di influenza pari a 75 cm.

#### Caratteristiche del profilo metallico HEA180

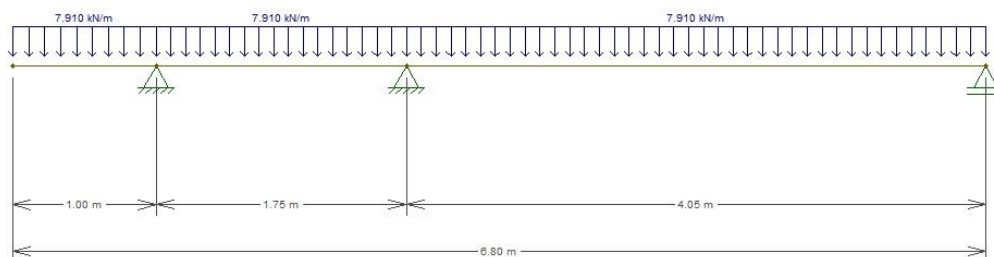
Peso proprio	Area	Area resistente a taglio $A_v$ [4.2.19 NTC]	Modulo di resistenza $W$	Momento d'inerzia $J$
25.50 kg/m	45.30 cm <sup>2</sup>	12.81 cm <sup>2</sup>	294 cm <sup>3</sup>	2510 cm <sup>4</sup>

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 45.30 - 2 \cdot 18 \cdot 0.95 + (0.60 + 2 \cdot 0.60) \cdot 0.95 = 12.81 \text{ cm}^2$$

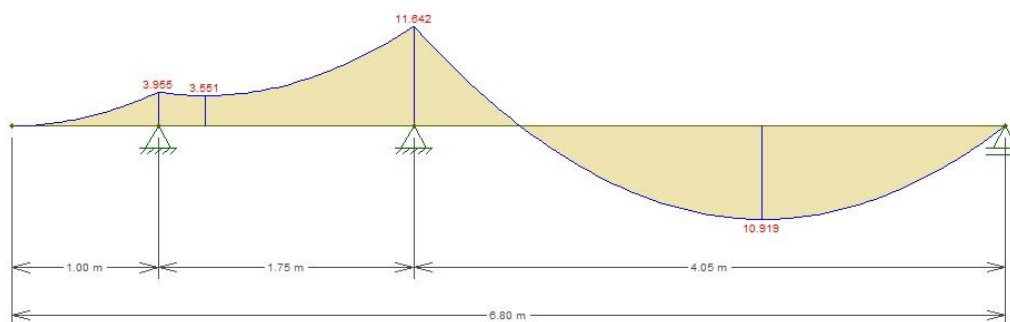
#### Verifica a flessione e taglio

Il carico lineare agente sul profilo allo SLU vale:

$$q_{SLU} = 1.3 \cdot 25.50 + 1.3 \cdot 200 \cdot 0.75 + 1.5 \cdot 100 \cdot 0.75 + 1.5 \cdot 400 \cdot 0.75 = 791 \text{ kg/m}$$




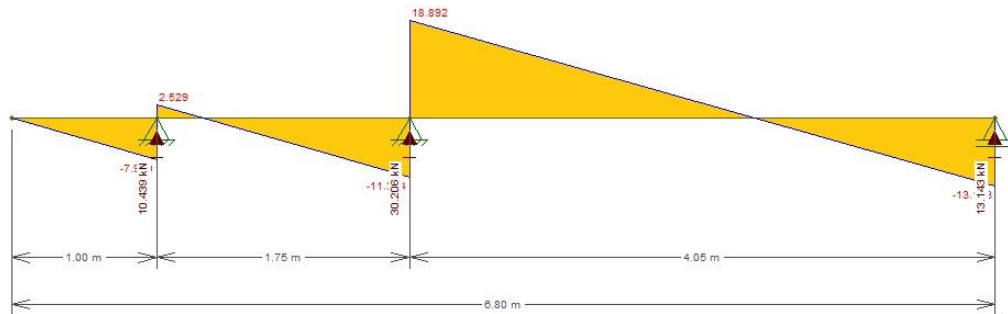
Profilo longitudinale – SLU – Schema di calcolo



Profilo longitudinale – SLU – Diagramma del momento flettente



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	277
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				



Profilo longitudinale – SLU – Diagramma del taglio e Reazioni Vincolari

Le sollecitazioni massime agenti allo SLU valgono:

$$M_{Ed} = 11.65 \text{ kNm} \approx 1165 \text{ kgm}$$

$$V_{Ed} = 18.90 \text{ kN} \approx 1890 \text{ kg}$$

La resistenza di calcolo a taglio  $V_{c,Rd}$ , vale:

$$V_{c,Rd} = (A_v \cdot f_{yk}) / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 16552 \text{ kg} > V_{Ed}$$

**Verifica a taglio**  $V_{Ed,max} / V_{c,Rd} = 0.11$

Se il taglio di calcolo  $V_{Ed}$  è inferiore a metà della resistenza di calcolo a taglio  $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,Rd}$  si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione della sezione (§ 4.2.4.1.2 NTC).

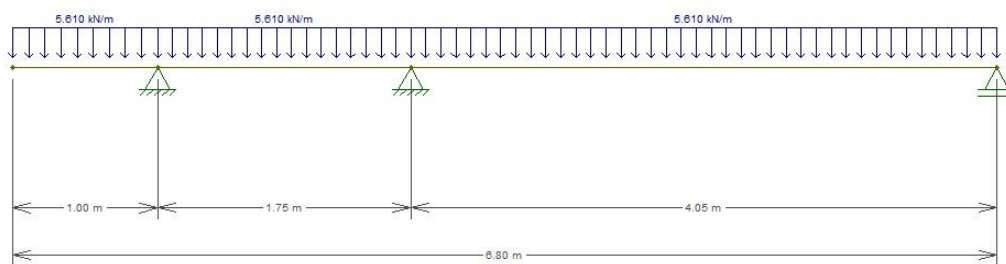
$$M_{c,Rd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 6580 \text{ kgm} > M_{Ed}$$

**Verifica a flessione**  $M_{Ed,max} / M_{c,Rd} = 0.18$

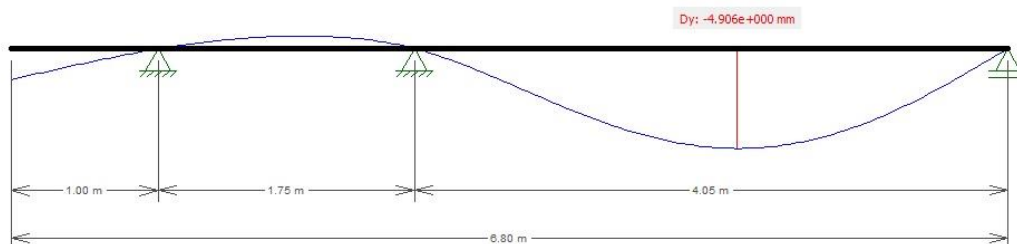
Verifica di deformabilità – combinazione rara

La combinazione delle azioni caratteristica (rara) è la seguente:  $G_1 + G_2 + Q_{k1}$

$$q_{SLE,R} = 35.5 + 200 \cdot 0.75 + 100 \cdot 0.75 + 400 \cdot 0.75 = 561 \text{ kg/m}$$




Profilo longitudinale – Verifiche SLE combinazione Rara



$$f_{max} = 0.49 \text{ cm} \approx L/826$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	278
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 13.2.3 VERIFICA MENSOLA

Per il dimensionamento della mensola si considerano le reazioni vincolari ricavate dallo schema di calcolo precedente.

#### Caratteristiche del profilo metallico HEB240

Peso proprio	Area	Area resistente a taglio $A_v$ [4.2.19 NTC]	Modulo di resistenza $W$	Momento d'inerzia $J$
83.20 kg/m	106.00 cm <sup>2</sup>	29.50 cm <sup>2</sup>	938 cm <sup>3</sup>	11259 cm <sup>4</sup>

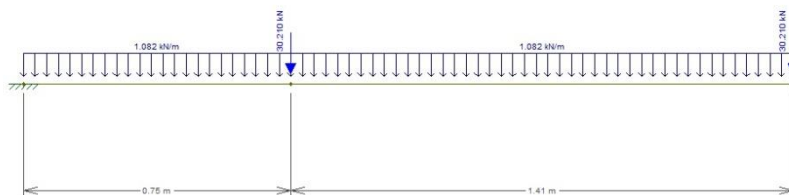
$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 106.00 - 2 \cdot 24 \cdot 1.70 + (1.00 + 2 \cdot 1.00) \cdot 1.70 = 29.50 \text{ cm}^2$$

#### Verifica a flessione e taglio

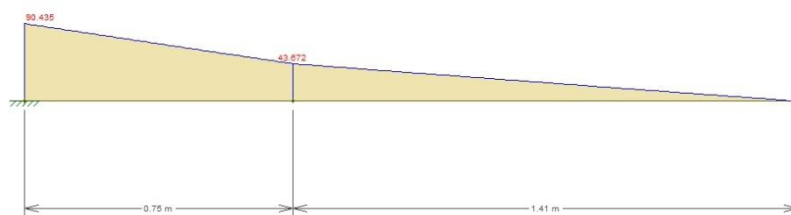
$$q_{SLU} = 1.3 \cdot 83.20 = 108.16 \text{ kg/m}$$

Il valore massimo allo SLU si ha in corrispondenza dell'appoggio intermedio e vale:

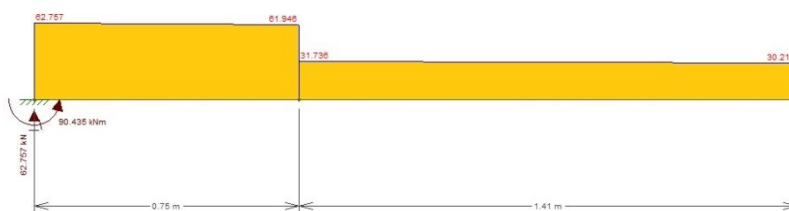
$$F_{SLU} = 30.21 \text{ kN}$$



Mensola – Verifiche SLU – Schema di calcolo




Mensola – Verifiche SLU – Diagramma del momento flettente



Mensola – Verifiche SLU – Diagramma del taglio e Reazioni Vincolari



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>279</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Le sollecitazioni massime agenti allo SLU valgono:

$$M_{Ed} = 90.44 \text{ kNm} \approx 9044 \text{ kgm}$$

$$V_{Ed} = 62.76 \text{ kN} \approx 6276 \text{ kg}$$

La resistenza di calcolo a taglio  $V_{c,Rd}$ , vale:

$$V_{c,Rd} = (A_v \cdot f_{yk}) / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 38118 \text{ kg} > V_{Ed}$$

**Verifica a taglio  $V_{Ed,max} / V_{c,Rd} = 0.17$**

Se il taglio di calcolo  $V_{Ed}$  è inferiore a metà della resistenza di calcolo a taglio  $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,Rd}$  si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione della sezione (§ 4.2.4.1.2 NTC).

$$M_{c,Rd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 20993 \text{ kgm} > M_{Ed}$$

**Verifica a flessione  $M_{Ed,max} / M_{c,Rd} = 0.43$**

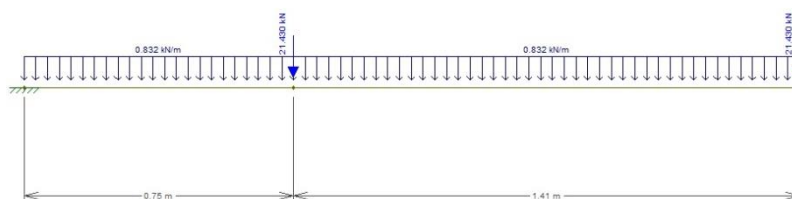
#### Verifica di deformabilità – combinazione rara

La combinazione delle azioni caratteristica (rara) è la seguente:  $G_1 + G_2 + Q_{k1}$

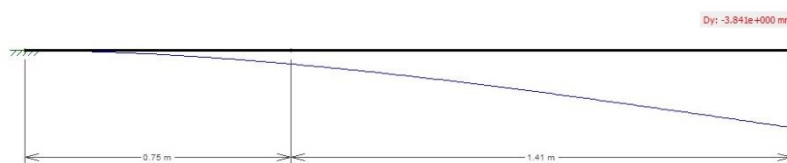
$$q_{SLE,R} = 83.20 \text{ kg/m}$$

Il valore massimo allo  $SLE_{rara}$  si ha in corrispondenza dell'appoggio intermedio e vale:

$$F_{SLE,R} = 21.43 \text{ kN}$$




Profilo longitudinale – Verifiche SLE combinazione Rara



$$f_{max} = 0.39 \text{ cm} \approx L/361$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>280</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 13.2.4 VERIFICA PARAPETTO

Per il dimensionamento del parapetto si considera un carico variabile orizzontale pari a  $H_k = 200$  kg/m, come indicato dalle NTC per la categoria C2.

#### Verifica montanti

I montanti sono costituiti da 2 piatti metallici di sezione 100x15 mm, posti ad interasse medio  $i = 1.10$  m. La distanza tra il corrimano e il collegamento dei montanti ai profili del ballatoio è pari a  $h = 1.50$  m.

#### Caratteristiche meccaniche del montante metallico

Peso proprio	Area	Area resistente a taglio $A_v$ [4.2.19 NTC]	Modulo di resistenza $W$	Momento d'inerzia $J$
23.55 kg/m	30.00 cm <sup>2</sup>	30.00 cm <sup>2</sup>	50 cm <sup>3</sup>	250.00 cm <sup>4</sup>

#### Verifica a flessione e taglio

$$H_{SLU} = 1.5 \cdot 200 \cdot 1.10 = 330 \text{ kg}$$

$$M_{Ed} = H \cdot h = 495 \text{ kgm}$$

$$V_{Ed} = H = 330 \text{ kg}$$

La resistenza di calcolo a taglio  $V_{c,Rd}$ , vale:

$$V_{c,Rd} = (A_v \cdot f_{yk}) / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 67142 \text{ kg} > V_{Ed}$$

**Verifica a taglio  $V_{Ed,max} / V_{c,Rd} = 0.005$**

Se il taglio di calcolo  $V_{Ed}$  è inferiore a metà della resistenza di calcolo a taglio  $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,Rd}$  si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione della sezione (§ 4.2.4.1.2 NTC).

$$M_{c,Rd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1119 \text{ kgm} > M_{Ed}$$

**Verifica a flessione  $M_{Ed,max} / M_{c,Rd} = 0.44$**


#### Verifica di deformabilità – combinazione rara

La combinazione delle azioni caratteristica (rara) è la seguente:  $G_1 + G_2 + Q_{k1}$

$$H_{SLE,R} = 200 \cdot 1.10 = 220 \text{ kg}$$

$$f_{max} = H \cdot l^3 / E \cdot J = 1.41 \approx L/106$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>281</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 13.2.5 VERIFICA BARACCATURA LATERALE

La pressione del vento è data dall'espressione (§3.3.4 NTC):

$$p^+ = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 0.85 \text{ kN/m}^2 \text{ per elementi sopravento e } 2.80 \text{ m} < z < 4.00 \text{ m}$$

$$p^+ = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 1.14 \text{ kN/m}^2 \text{ per elementi sopravento e } 4.00 \text{ m} < z < 9.00 \text{ m}$$

$$p^- = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = -0.57 \text{ kN/m}^2 \text{ per elementi sottovento}$$

dove:

$q_b = 390.63 \text{ N/m}^2$  è la pressione cinetica di riferimento pari a  $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$  dove  $v_b = 25 \text{ m/s}$  è la velocità di riferimento del vento per la regione Emilia Romagna (Zona II) e  $\rho$  è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a  $1.25 \text{ kg/m}^3$

$C_e = 1.800$  è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con  $2.80 \text{ m} < z < 4.00 \text{ m}$  e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)

$C_e = 2.425$  è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con  $z = 11.20 \text{ m}$  (altezza massima della baraccatura) e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)

$C_d = 1$  è il coefficiente dinamico

#### Corpi cilindrici § C3.3.10.6

La baraccatura laterale ha forma cilindrica, diametro  $d = 3.75 \text{ m}$  ed altezza  $h = 11.20 \text{ m}$ . Per i corpi cilindrici a sezione circolare di diametro  $d$  ed altezza  $h$  il coefficiente  $c_p$  è definito in funzione del coefficiente  $d \cdot \sqrt{q}$ , dove  $q = q_b \cdot C_e = 947.28 \text{ N/mm}^2$

Si assume  $c_p = 1.2$  a favore di sicurezza

L'altezza massima dei profili metallici che costituiscono la baraccatura laterale del rivestimento in lamiera stirata è pari a  $3.30 \text{ m}$ . I profili sono posti ad interasse massimo pari a  $1.50 \text{ m}$ . Si considera, a favore di sicurezza uno schema statico di trave incernierata alle due estremità.

#### Caratteristiche del profilo metallico 100X80X7

Peso proprio	Area	Area resistente a taglio $A_v$ [4.2.19 NTC]	Modulo di resistenza $W$	Momento d'inerzia $J$
16.92 kg/m	21.56 cm <sup>2</sup>	11.97 cm <sup>2</sup>	55.18 cm <sup>3</sup>	402.06 cm <sup>4</sup>

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 10.30 - 2 \cdot 5.5 \cdot 0.57 + (0.41 + 2 \cdot 0.41) \cdot 0.57 = 4.73 \text{ cm}^2$$

#### Verifica a flessione e taglio

Il carico lineare agente sul profilo allo SLU vale:

$$q_{SLU, z > 4.00 \text{ m}} = 1.5 \cdot 1.14 \cdot 1.50 = 2.57 \text{ kN/m}$$

Le sollecitazioni massime agenti allo SLU valgono:

$$M_{Ed} = q \cdot l^2 / 8 = 3.50 \text{ kNm} \approx 350 \text{ kgm}$$

$$V_{Ed} = q \cdot l / 2 = 4.25 \text{ kN} \approx 425 \text{ kg}$$

La resistenza di calcolo a taglio  $V_{c,Rd}$ , vale:

$$V_{c,Rd} = (A_v \cdot f_{yk}) / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 15467 \text{ kg} > V_{Ed}$$

**Verifica a taglio  $V_{Ed, max} / V_{c,Rd} = 0.03$**

Se il taglio di calcolo  $V_{Ed}$  è inferiore a metà della resistenza di calcolo a taglio  $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,Rd}$  si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione della sezione (§ 4.2.4.1.2 NTC).

$$M_{c,Rd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1234.98 \text{ kgm} > M_{Ed}$$

**Verifica a flessione  $M_{Ed, max} / M_{c,Rd} = 0.28$**

#### Verifica di deformabilità – combinazione rara


La combinazione delle azioni caratteristica (rara) è la seguente:  $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2}$

Si pone il vento come azione variabile principale e il carico concentrato orizzontale come azione secondaria.

$$q_{SLER, z > 4.00 \text{ m}} = 114 \cdot 1.50 = 171 \text{ kg/m}$$

$$f_{max} = 0.40 \text{ cm} \approx L/825$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>282</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 13.3 VERIFICA BARACCATURA PER SOSTEGNO LAMIERA STIRATA

#### Azione del Vento

La pressione del vento è data dall'espressione (§3.3.4 NTC):

$$p^+ = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 0.60 \text{ kN/m}^2 \text{ per elementi sopravvento e } 2.80 \text{ m} < z < 4.00 \text{ m}$$

$$p^+ = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = 0.90 \text{ kN/m}^2 \text{ per elementi sopravvento e } 4.00 \text{ m} < z < 9.00 \text{ m}$$

$$p^- = q_b \cdot C_e \cdot C_p \cdot C_d = -0.45 \text{ kN/m}^2 \text{ per elementi sottovento}$$

dove:

$q_b = 390.63 \text{ N/m}^2$	è la pressione cinetica di riferimento pari a $q_b = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot v_b^2$ dove $v_b = 25 \text{ m/s}$ è la velocità di riferimento del vento per la regione Emilia Romagna (Zona II) e $\rho$ è la densità dell'aria assunta convenzionalmente costante e pari a $1.25 \text{ kg/m}^3$
$C_e = 1.800$	è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con $2.80 \text{ m} < z < 4.00 \text{ m}$ e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)
$C_e = 2.286$	è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con $z = 9.00 \text{ m}$ (altezza massima dell'edificio) e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)
$C_e = 2.286$	è il coefficiente di esposizione calcolato con la formula 3.3.5 delle NTC con $z = 9.00 \text{ m}$ (altezza massima dell'edificio) e Categoria di esposizione del sito II (classe di rugosità C entro 10 km dalla costa)
$C_p = +0.8$	è il coefficiente di forma per elementi sopravvento con inclinazione sull'orizzontale $\alpha \geq 60^\circ$
$C_p = -0.4$	è il coefficiente di forma per elementi sottovento con inclinazione sull'orizzontale $0^\circ \leq \alpha \leq 30^\circ$ e per elementi sottovento
$C_d = 1$	è il coefficiente dinamico

#### Carichi variabili orizzontali § 3.1.4.1 NTC

I carichi orizzontali lineari  $H_k$  devono essere applicati alla quota di 1.20 m dal rispettivo piano di calpestio.

$$H_k = 3.00 \text{ kN/m} \quad (\text{cat. C3})$$

#### Verifica baraccatura laterale

L'altezza massima dei profil metallici che costituiscono la baraccatura laterale del rivestimento in lamiera stirata è pari a 6.00 m. I profili sono posti ad interasse massimo pari a 1.50 m. Si considera uno schema statico di trave incernierata alle due estremità.

#### Caratteristiche del profilo metallico 80x150x6

Peso proprio	Area	Area resistente a taglio $A_v$ [4.2.19 NTC]	Modulo di resistenza $W$	Momento d'inerzia $J$
10.40 kg/m	13.20 cm <sup>2</sup>	5.96 cm <sup>2</sup>	53 cm <sup>3</sup>	318 cm <sup>4</sup>

$$A_v = A - 2 \cdot b \cdot t_f + (t_w + 2 \cdot r) \cdot t_f = 13.20 - 2 \cdot 6.4 \cdot 0.63 + (0.44 + 2 \cdot 0.44) \cdot 0.63 = 5.96 \text{ cm}^2$$

#### Verifica a flessione e taglio


Il carico lineare agente sul profilo allo SLU vale:

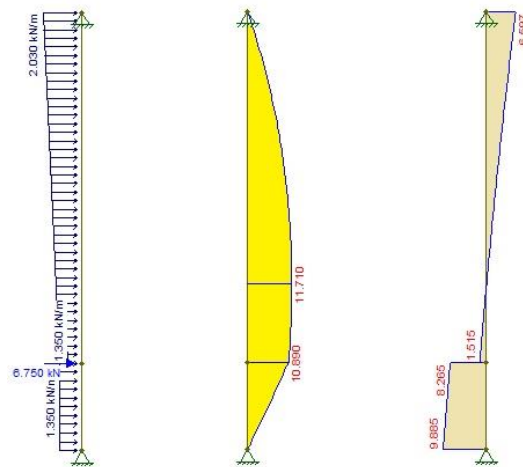
$$q_{SLU, z < 4.00 \text{ m}} = 1.5 \cdot 60 \cdot 1.50 = 135 \text{ kg/m}$$

$$q_{SLU, z < 4.00 \text{ m}} = 1.5 \cdot 90 \cdot 1.50 = 203 \text{ kg/m}$$

$$H_{SLU} = 1.5 \cdot 300 \cdot 1.50 = 675 \text{ kg}$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>283</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					



SLU – Schema di calcolo, diagramma del momento flettente e diagramma del taglio

Le sollecitazioni massime agenti allo SLU valgono:

$$M_{Ed} = 11.71 \text{ kNm} \approx 1171 \text{ kgm}$$

$$V_{Ed} = 9.88 \text{ kN} \approx 988 \text{ kg}$$

La resistenza di calcolo a taglio  $V_{c,Rd}$ , vale:

$$V_{c,Rd} = (A_v \cdot f_{yk}) / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 9012 \text{ kg} > V_{Ed}$$

**Verifica a taglio**  $V_{Ed,max} / V_{c,Rd} = 0.11$

Se il taglio di calcolo  $V_{Ed}$  è inferiore a metà della resistenza di calcolo a taglio  $V_{Ed} \leq 0.5 \cdot V_{c,Rd}$  si può trascurare l'influenza del taglio sulla resistenza a flessione della sezione (§ 4.2.4.1.2 NTC).

$$M_{c,Rd} = W \cdot f_{yk} / \gamma_{M0} = 1388 \text{ kgm} > M_{Ed}$$

**Verifica a flessione**  $M_{Ed,max} / M_{c,Rd} = 0.85$

#### Verifica di deformabilità – combinazione rara

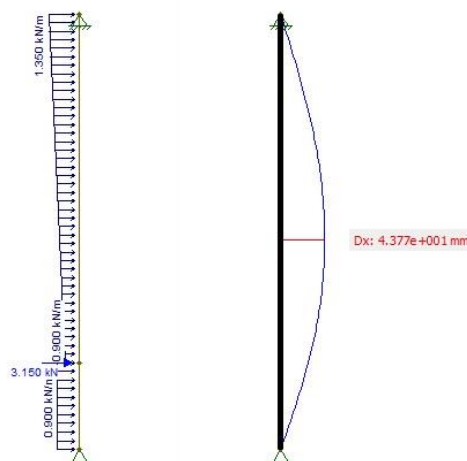
La combinazione delle azioni caratteristica (rara) è la seguente:  $G_1 + G_2 + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2}$

Si pone il vento come azione variabile principale e il carico concentrato orizzontale come azione secondaria.

$$q_{SLER,z < 4.00 \text{ m}} = 60 \cdot 1.50 = 90 \text{ kg/m}$$

$$q_{SLER,z < 4.00 \text{ m}} = 90 \cdot 1.50 = 135 \text{ kg/m}$$


$$H_{SLER} = 0.7 \cdot 300 \cdot 1.50 = 315 \text{ kg}$$



$$f_{max} = 4.38 \text{ cm} \approx L/136 \quad [IPE140 \ f_{max} = 2.28 \text{ cm} \approx L/263]$$

#### Verifica di deformabilità – combinazione frequente



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>284</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

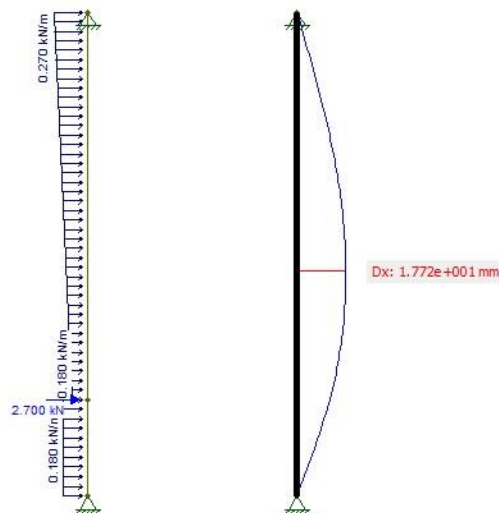
La combinazione delle azioni frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio reversibili è così definita:  $G_1 + G_2 + \psi_{11} \cdot Q_{k2} + \psi_{22} \cdot Q_{k2}$

Si pone il vento come azione variabile principale e il carico concentrato orizzontale come azione secondaria.

$$q_{SLER, z < 4.00 \text{ m}} = 0.2 \cdot 60 \cdot 1.50 = 18 \text{ kg/m}$$

$$q_{SLER, z < 4.00 \text{ m}} = 0.2 \cdot 90 \cdot 1.50 = 27 \text{ kg/m}$$

$$H_{SLER} = 0.6 \cdot 300 \cdot 1.50 = 270 \text{ kg}$$



$$f_{\max} = 1.77 \text{ cm} \approx L/338$$



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	285
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 13.4 VERIFICA GRIGLIATO METALLICO VASCA DI LAMINAZIONE A QUOTA Q = -1.88

Si riporta, di seguito, il modello locale predisposto, costituito da un grigliato di travi metalliche con struttura principale in profili HEB240 e secondaria (a supporto grigliati) in profili HEA160. Sono state considerate colonne di sostegno HEB240, impostate sulla platea a quota Q = -6.55m. Il vincolamento considerato è quello di semplici cerniere perimetralmente lungo le pareti; analogo vincolo di cerniera è stato considerato alla base della colonne.

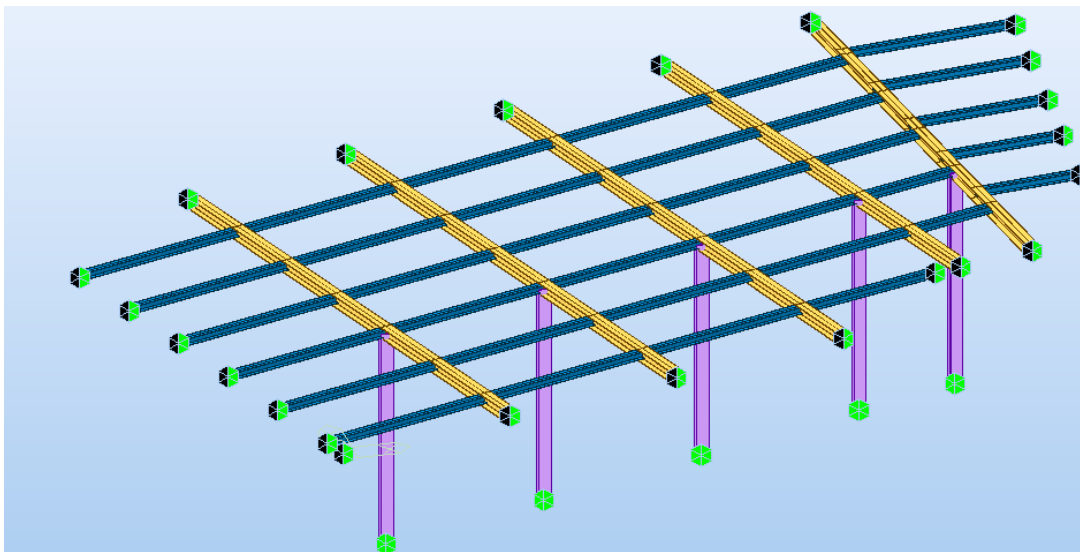


Figura 214. Grigliato Metallico – Modello Estruso

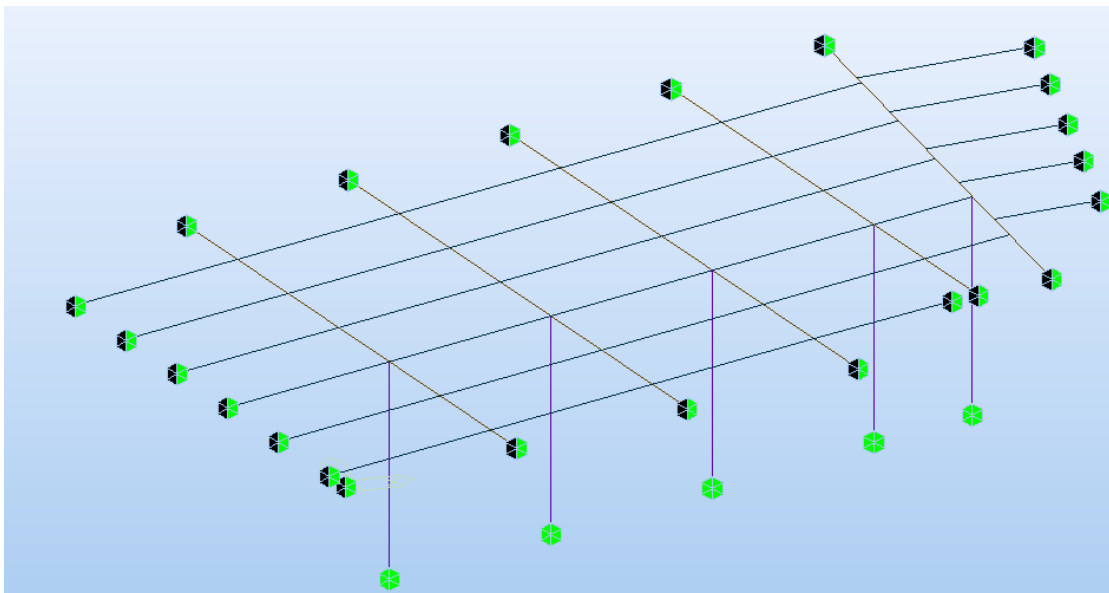



Figura 215. Grigliato Metallico – Modello Numerico



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	286	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Oltre al peso proprio degli elementi per il solaio in oggetto sono stati considerati i seguenti carichi:

Tipo solaio	Descrizione solaio		
<b>3</b>	Solaio livello -1.88 - Grigliato metallico		
Permanenti strutturali			1.00 kN/mq
Carico accidentale	Categoria azione	E	6.00 kN/mq

Il carico accidentale previsto è quello massimo per grigliati relativi a locali impiantistici.

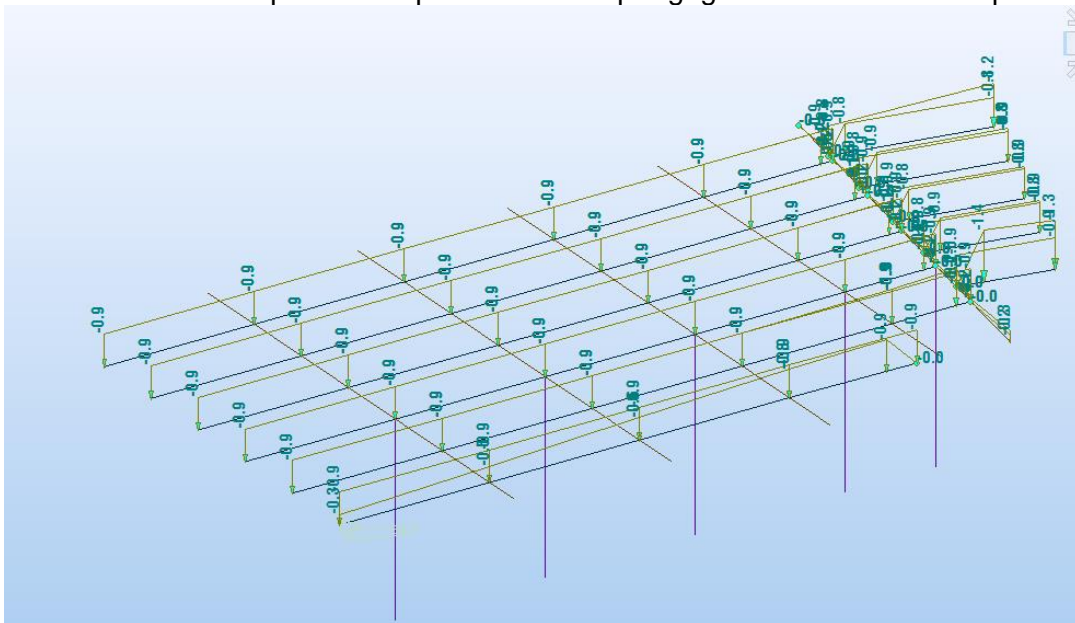


Figura 216. Grigliato Metallico – Carichi Permanenti Portati [kN/m]

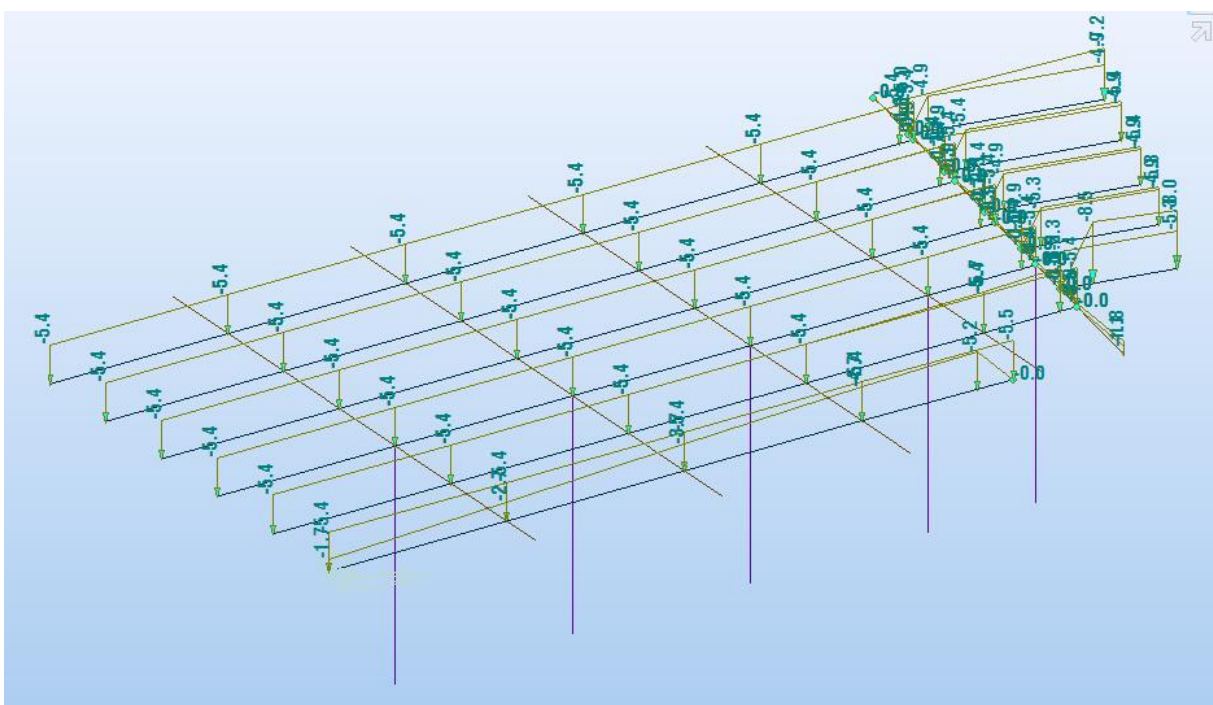



Figura 217. Grigliato Metallico – Carichi Variabili [kN/m]



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>287</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riportano i risultati ottenuti agli stati limite ultimo:

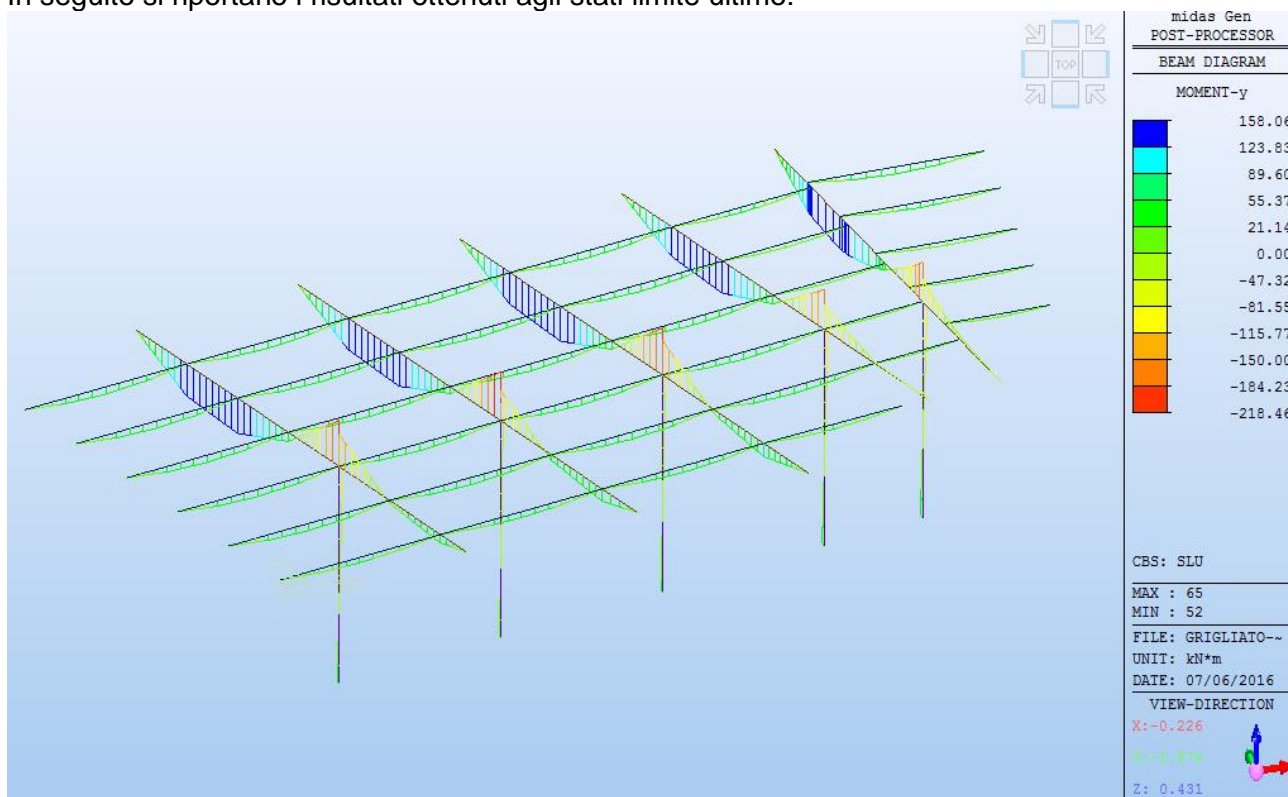


Figura 218. Grigliato Metallico – Momenti Flettenti My – Comb. SLU

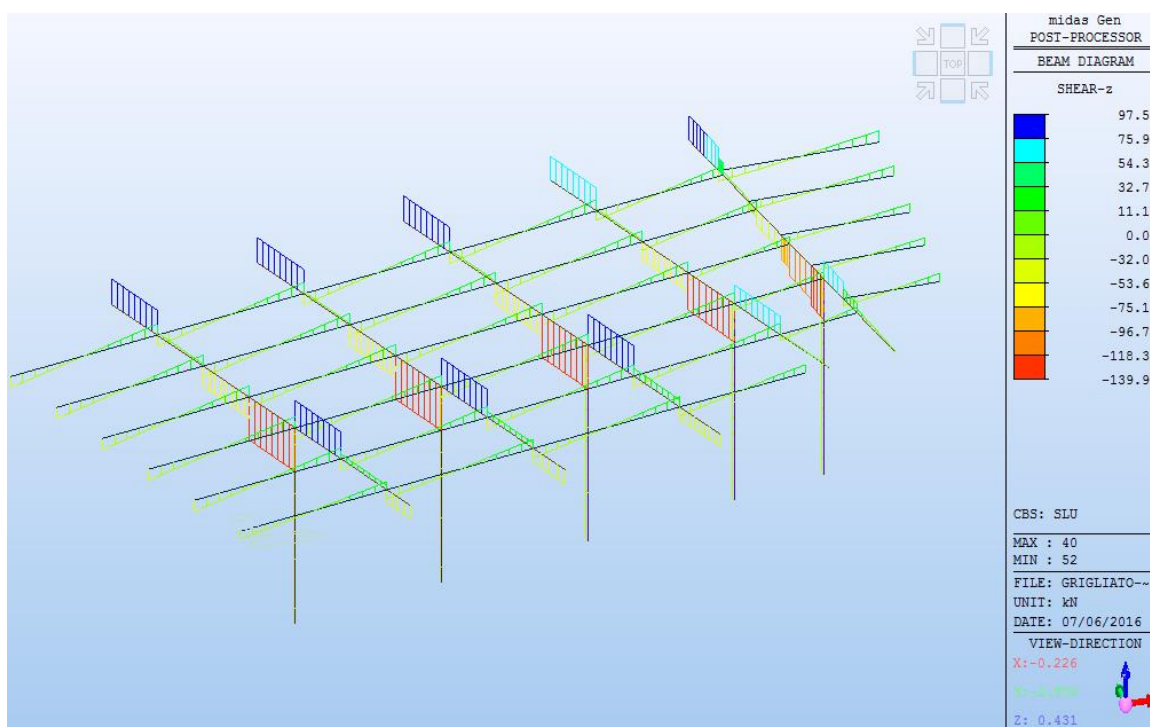



Figura 219. Grigliato Metallico – Tagli Fz – Comb. SLU







	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	11300273776		3	289	313
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riportano le verifiche degli elementi:

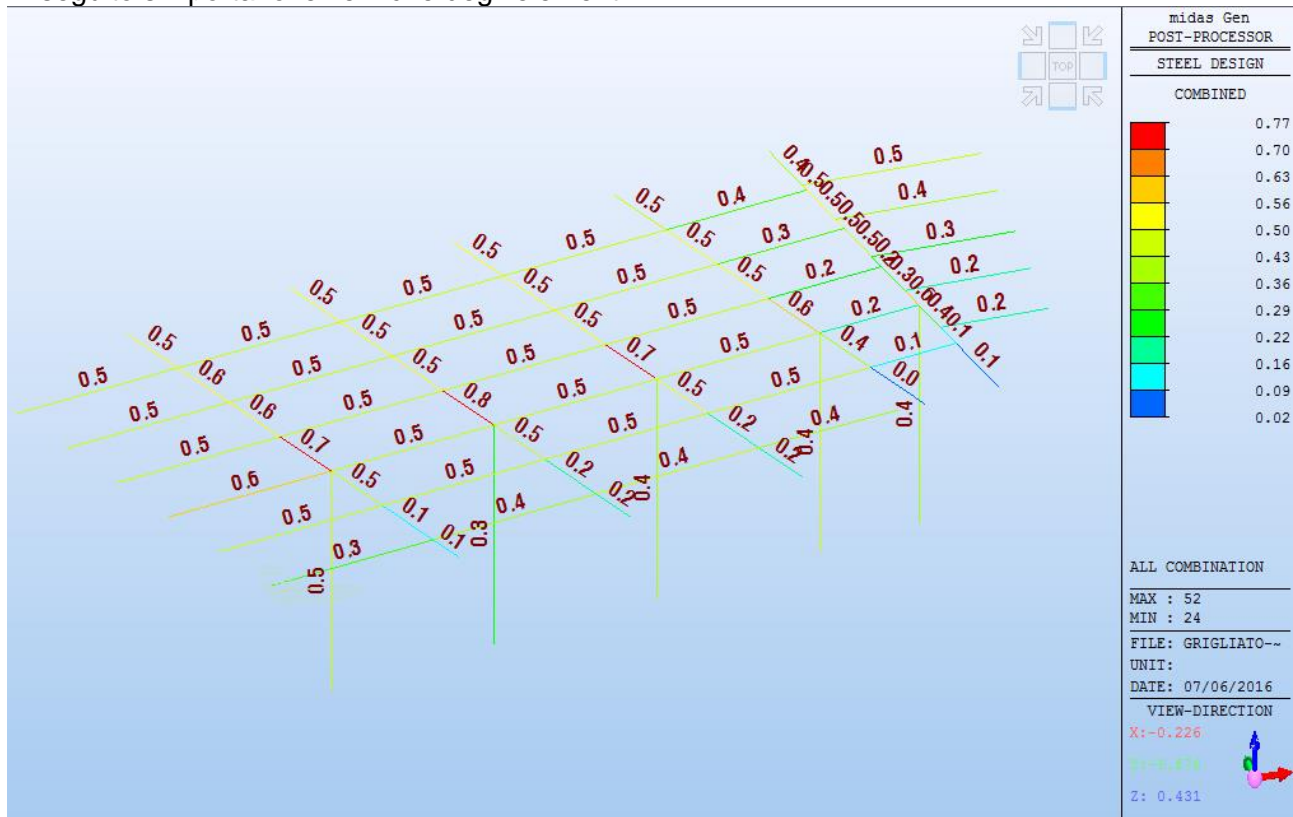


Figura 221. Grigliato Metallico – Tasso di sfruttamento degli elementi

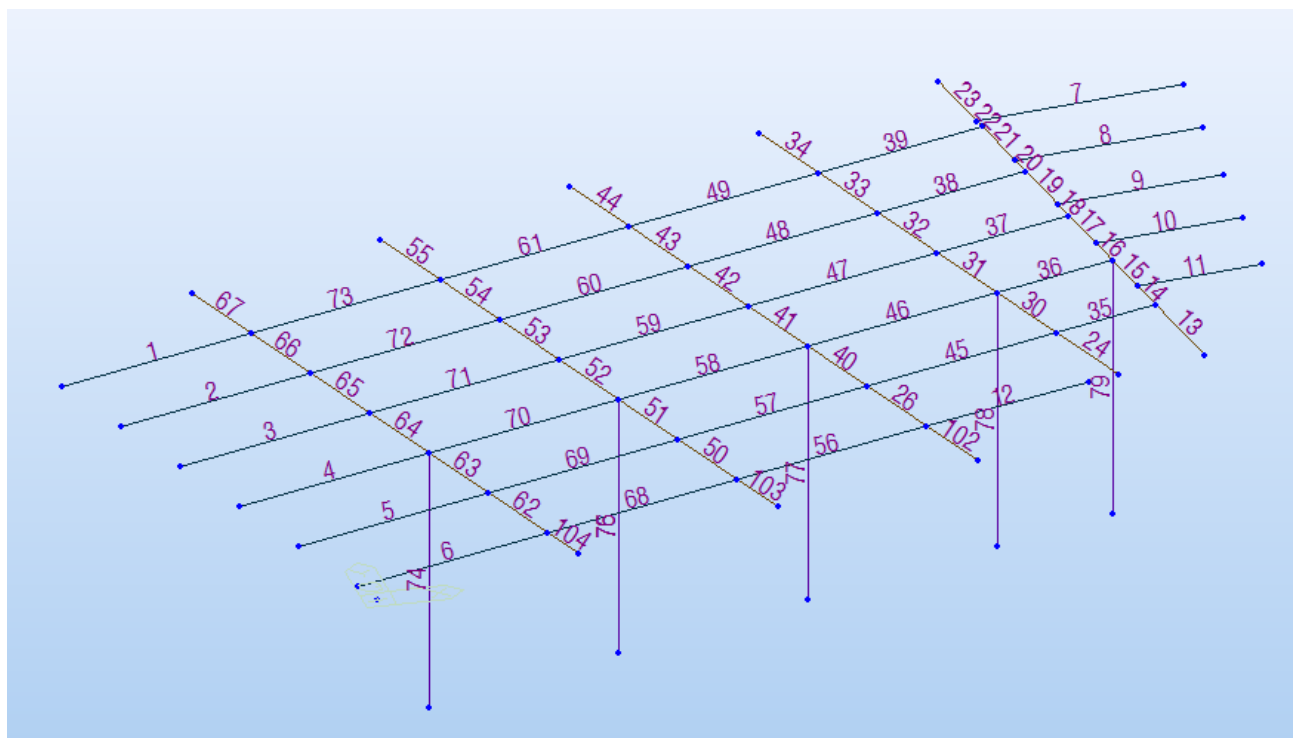



Figura 222. Grigliato Metallico – Numerazione degli elementi


CHK	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N Ed	MbEd	MyEd	MzEd	Def
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N_Rd	Mb_Rd	My_Rd	Mz_Rd	Defa



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>290</b>	<b>313</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>					


CHK	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N_Ed	MbEd	MyEd	MzEd	Def
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N_Rd	Mb_Rd	My_Rd	Mz_Rd	Defa
OK	1	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.04614	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275	275000		3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117	0.01480
OK	2	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.10117	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275	275000		3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117	0.01480
OK	3	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.12278	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275	275000		3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117	0.01480
OK	4	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	-0.0182	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275	275000		3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117	0.01480
OK	5	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.06085	32.5743	32.5743	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275	275000		3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117	0.01480
OK	6	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.01661	23.2267	23.2267	0.00000	-0.0066
	0.418	0.122		S275	275000		3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117	0.01480
OK	7	2	0	HEA160		1	3.67591	3.67591	1.000	1.000	0.03793	32.6545	32.6545	0.00000	-0.0092
	0.587	0.175		S275	275000		3.67591	3.67591	1.000	1.000	1067.00	55.6674	67.6500	32.0117	0.01470
OK	8	2	0	HEA160		1	3.32404	3.32404	1.000	1.000	0.07001	24.8733	24.8733	0.00000	-0.0058
	0.433	0.143		S275	275000		3.32404	3.32404	1.000	1.000	1067.00	57.4056	67.6500	32.0117	0.01330
OK	9	2	0	HEA160		1	2.93879	2.93879	1.000	1.000	0.12059	19.3840	19.3840	0.00000	-0.0035
	0.287	0.126		S275	275000		2.93879	2.93879	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.01176
OK	10	2	0	HEA160		1	2.58931	2.58931	1.000	1.000	0.24383	14.8981	14.8981	0.00000	-0.0021
	0.220	0.110		S275	275000		2.58931	2.58931	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.01036
OK	11	2	0	HEA160		1	2.20935	2.20935	1.000	1.000	0.20824	14.1535	14.1535	0.00000	-0.0015
	0.209	0.123		S275	275000		2.20935	2.20935	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.00884
OK	12	2	0	HEA160		1	3.13332	3.13332	1.000	1.000	-0.0036	22.2631	22.2631	0.00000	-0.0046
	0.382	0.135		S275	275000		3.13332	3.13332	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.01253
OK	13	3	0	HEB240		1	2.08816	2.08816	1.000	1.000	15.4128	-17.709	-17.709	-0.0170	0.00011
	0.067	0.023		S275	275000		2.08816	2.08816	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00835
OK	14	3	0	HEB240		1	0.75403	0.75403	1.000	1.000	15.4316	-41.017	-41.017	0.05221	0.00006
	0.147	0.060		S275	275000		0.75403	0.75403	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00302
OK	15	3	0	HEB240		1	1.07671	1.07671	1.000	1.000	15.4329	-101.48	-101.48	-0.0732	0.00029
	0.356	0.109		S275	275000		1.07671	1.07671	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00431
OK	16	3	0	HEB240		1	0.68526	0.68526	1.000	1.000	-8.2879	-175.69	-175.69	-0.0732	0.00022
	0.610	0.243		S275	275000		0.68526	0.68526	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00274
OK	17	3	0	HEB240		1	1.14548	1.14548	1.000	1.000	-8.2863	-88.347	-88.347	0.04834	0.00015
	0.308	0.199		S275	275000		1.14548	1.14548	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00458
OK	18	3	0	HEB240		1	0.47511	0.47511	1.000	1.000	-8.2561	67.0545	67.0545	0.01794	-0.0000
	0.234	0.149		S275	275000		0.47511	0.47511	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00190
OK	19	3	0	HEB240		1	1.35563	1.35563	1.000	1.000	-8.2553	135.003	135.003	-0.0150	-0.0007
	0.469	0.099		S275	275000		1.35563	1.35563	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00542
OK	20	3	0	HEB240		1	0.43085	0.43085	1.000	1.000	-8.2400	144.390	144.390	0.00000	-0.0001
	0.501	0.042		S275	275000		0.43085	0.43085	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00172
OK	21	3	0	HEB240		1	1.39989	1.39989	1.000	1.000	-8.2395	144.399	144.399	0.00000	-0.0010
	0.502	0.021		S275	275000		1.39989	1.39989	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00560
OK	22	3	0	HEB240		1	0.23179	0.23179	1.000	1.000	-8.2305	131.255	131.255	0.00000	-0.0000
	0.456	0.077		S275	275000		0.23179	0.23179	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00093
OK	23	3	0	HEB240		1	1.59895	1.59895	1.000	1.000	-8.2303	121.930	121.930	0.00000	-0.0006
	0.427	0.148		S275	275000		1.59895	1.59895	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00640
OK	24	3	0	HEB240		1	1.90979	1.90979	1.000	1.000	13.9674	-3.9925	-3.9925	0.00416	0.00002
	0.019	0.006		S275	275000		1.90979	1.90979	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00764
OK	26	3	0	HEB240		1	1.80005	1.80005	1.000	1.000	10.1338	60.3692	60.3692	0.00000	-0.0005
	0.212	0.047		S275	275000		1.80005	1.80005	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720
OK	30	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	13.9673	-110.64	-110.64	0.00000	0.00068
	0.387	0.114		S275	275000		1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720
OK	31	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.1964	-176.62	-176.62	0.00000	0.00084
	0.621	0.229		S275	275000		1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720
OK	32	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.1965	144.275	144.275	0.00000	-0.0011
	0.508	0.112		S275	275000		1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720
OK	33	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.1964	144.273	144.273	0.00000	-0.0016
	0.508	0.014		S275	275000		1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720
OK	34	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.1965	132.981	132.981	0.00000	-0.0008
	0.468	0.142		S275	275000		1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720
OK	35	2	0	HEA160		1	1.94153	1.94153	1.000	1.000	0.10279	9.33449	9.33449	0.00000	-0.0008
	0.138	0.091		S275	275000		1.94153	1.94153	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.00777
OK	36	2	0	HEA160		1	2.25611	2.25611	1.000	1.000	0.30354	12.0332	12.0332	0.00000	-0.0013
	0.178	0.102		S275	275000		2.25611	2.25611	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.00902
OK	37	2	0	HEA160		1	2.57069	2.57069	1.000	1.000	0.16551	15.6457	15.6457	0.00000	-0.0022
	0.231	0.116		S275	275000		2.57069	2.57069	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.01028
OK	38	2	0	HEA160		1	2.88527	2.88527	1.000	1.000	0.08382	19.7291	19.7291	0.00000	-0.0035
	0.292	0.130		S275	275000		2.88527	2.88527	1.000	1.000	1067.00	0.00000	67.6500	32.0117	0.01154
OK	39	2	0	HEA160		1	3.19985	3.19985	1.000	1.000	0.04948	24.2834	24.2834	0.00000	-0.0052
	0.419	0.145		S275	275000		3.19985	3.19985	1.000	1.000	1067.00	58.0000	67.6500	32.0117	0.01280
OK	40	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	10.1337	-156.13	-156.13	0.00000	0.00083
	0.542	0.185		S275	275000		1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00720



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>291</b>	<b>313</b>
<b>PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA</b>					


CHK	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N_Ed	MbEd	MyEd	MzEd	Def
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N_Rd	Mb_Rd	My_Rd	Mz_Rd	Defa
OK	41	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.2814	-210.42	-210.42	0.00000	0.00105
	0.740	0.263		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	42	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.2815	155.477	155.477	0.00000	-0.0011
	0.547	0.126		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	43	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.2815	155.476	155.476	0.00000	-0.0017
	0.547	0.015		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	44	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.2815	142.911	142.911	0.00000	-0.0009
	0.503	0.152		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	45	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.09525	33.0599	33.0599	0.00000	-0.0094
	0.595	0.171		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	46	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.22020	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	47	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.15621	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	48	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.08876	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	49	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.04806	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	50	3	0	HEB240		1	1.80007	1.80007	1.000	1.000	15.8127	55.2715	55.2715	0.00000	-0.0005
	0.196	0.034		S275			275000	1.80007	1.80007	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	51	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	15.8126	-135.94	-135.94	0.00000	0.00067
	0.474	0.171		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	52	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-10.634	-218.46	-218.46	0.00000	0.00113
	0.769	0.265		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	53	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-10.634	151.462	151.462	0.00000	-0.0011
	0.534	0.128		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	54	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-10.634	151.462	151.462	0.00000	-0.0017
	0.534	0.013		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	55	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-10.634	140.904	140.904	0.00000	-0.0008
	0.497	0.150		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	56	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.00457	29.0997	29.0997	0.00000	-0.0083
	0.524	0.152		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	57	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.08273	32.5740	32.5740	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	58	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.15861	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	59	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.14423	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	60	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.09363	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	61	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.04711	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	62	3	0	HEB240		1	1.80009	1.80009	1.000	1.000	12.4671	37.5334	37.5334	0.00000	-0.0003
	0.134	0.028		S275			275000	1.80009	1.80009	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	63	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	12.4670	-141.98	-141.98	0.00000	0.00077
	0.494	0.165		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	64	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.8098	-205.20	-205.20	0.00000	0.00100
	0.722	0.262		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	65	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.8099	158.061	158.061	0.00000	-0.0012
	0.556	0.124		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	66	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.8098	158.057	158.057	0.00000	-0.0018
	0.556	0.016		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	67	3	0	HEB240		1	1.80011	1.80011	1.000	1.000	-7.8098	144.198	144.198	0.00000	-0.0009
	0.508	0.154		S275			275000	1.80011	1.80011	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	68	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.01184	26.1632	26.1632	0.00000	-0.0075
	0.471	0.137		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	69	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.06974	32.5742	32.5742	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	70	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.06918	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	71	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.13158	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	72	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.09815	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	73	2	0	HEA160		1	3.70022	3.70022	1.000	1.000	0.04650	32.5744	32.5744	0.00000	-0.0093
	0.586	0.168		S275			275000	3.70022	3.70022	1.000	1.000	1067.00	55.5446	67.6500	32.0117
OK	74	1	0	HEB240		1	4.60000	4.60000	1.000	0.850	-295.59	-51.054	-60.064	-19.708	0.00002
	0.453	0.036		S275			275000	4.60000	4.60000	1.000	0.850	1799.86	0.00000	289.850	136.056
OK	75	1	0	HEB240		1	4.60000	4.60000	1.000	0.850	-150.34	-33.336	-39.219	-12.823	0.00002
	0.281	0.024		S275			275000	4.60000	4.60000	1.000	0.850	2915.00	0.00000	289.850	136.056
OK	76	1	0	HEB240		1	4.60000	4.60000	1.000	0.850	-150.34	-33.336	-39.219	-12.823	0.00002
	0.281	0.024		S275			275000	4.60000	4.60000	1.000	0.850	2915.00	0.00000	289.850	136.056



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>292</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

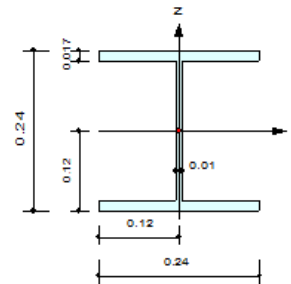
CHK	MEMB	SECT	SEL	Section		LCB	Len	Ly	Ky	Bmy	N_Ed	MbEd	MyEd	MzEd	Def
	COM	SHR		Material	Fy		Lb	Lz	Kz	Bmz	N_Rd	Mb_Rd	My_Rd	Mz_Rd	Defa
OK	77	1	0	HEB240		1	4.60000	4.60000	1.000	0.850	-306.76	-43.861	-51.601	-16.900	0.00002
	0.407	0.031		S275	275000		4.60000	4.60000	1.000	0.850	1799.86	0.00000	289.850	136.056	0.01533
OK	78	1	0	HEB240		1	4.60000	4.60000	1.000	0.850	-237.78	-53.292	-62.697	-20.536	0.00002
	0.449	0.038		S275	275000		4.60000	4.60000	1.000	0.850	1799.86	0.00000	289.850	136.056	0.01533
OK	79	1	0	HEB240		1	4.60000	4.60000	1.000	0.850	-206.12	-62.447	-73.467	-10.485	0.00002
	0.401	0.045		S275	275000		4.60000	4.60000	1.000	0.850	1799.86	0.00000	289.850	136.056	0.01533
OK	102	3	0	HEB240		1	1.57360	1.57360	1.000	1.000	10.1338	60.3727	60.3727	0.00000	-0.0003
	0.212	0.074		S275	275000		1.57360	1.57360	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00629
OK	103	3	0	HEB240		1	1.24201	1.24201	1.000	1.000	15.8126	55.2730	55.2730	0.00000	-0.0002
	0.196	0.086		S275	275000		1.24201	1.24201	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00497
OK	104	3	0	HEB240		1	0.91041	0.91041	1.000	1.000	12.4671	37.5342	37.5342	0.00000	-0.0001
	0.134	0.079		S275	275000		0.91041	0.91041	1.000	1.000	2915.00	0.00000	289.850	136.056	0.00364



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>293</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	74
Material	S275 (No:1) ( $F_y = 275000$ , $E_s = 210000000$ )
Section Name	HEB240 (No:1) (Rolled : HEB240).
Member Length	: 4.60000



## 2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = -295.59$ (LCB: 1, POS:I)
Bending Moments	$M_y = -60.064$ , $M_z = -19.708$
End Moments	$M_{yi} = -60.064$ , $M_{yj} = 28.4215$ (for Lb) $M_{yi} = -60.064$ , $M_{yj} = 28.4215$ (for Ly) $M_{zi} = -19.708$ , $M_{zj} = 9.78187$ (for Lz)
Shear Forces	$F_{yy} = -6.4109$ (LCB: 1, POS:J) $F_{zz} = -19.236$ (LCB: 1, POS:I)

Depth	0.24000	Web Thick	0.01000
Top F Width	0.24000	Top F Thick	0.01700
Bot.F Width	0.24000	Bot.F Thick	0.01700
Area	0.01000	A <sub>zz</sub>	0.00240
I <sub>yy</sub>	0.05080	I <sub>zz</sub>	0.00720
I <sub>yy</sub>	0.00011	I <sub>zz</sub>	0.00004
Ybar	0.12000	Zbar	0.12000
W <sub>ely</sub>	0.00094	W <sub>elz</sub>	0.00033
r <sub>y</sub>	0.10300	r <sub>z</sub>	0.00080

## 3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 4.60000$ , $L_z = 4.60000$ , $L_b = 4.60000$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$ , $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 0.85$ , $C_{mz} = 0.85$ , $C_{mLT} = 1.00$

## 4. Checking Results

### Slenderness Ratio

$KL/r = 75.7 < 200.0$  (Memb:74, LCB: 1)..... O.K

### Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 295.59/1799.86 = 0.164 < 1.000$  ..... O.K

### Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 60.064/289.850 = 0.207 < 1.000$  ..... O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 19.708/136.056 = 0.145 < 1.000$  ..... O.K

### Combined Resistance

$R_{NRd} = MAX[ M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd} ]$

$R_{max1} = (M_{Edy}/M_{ny,Rd})^{\alpha} + (M_{Edz}/M_{nz,Rd})^{\beta}$

$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$ ,  $R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$

$R_{cLT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{bLT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{cLT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{bLT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{iLT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{max} = MAX[ R_{NRd}, R_{max1}, (R_{oom} + R_{bend}), MAX(R_{cLT1} + R_{bLT1}, R_{cLT2} + R_{bLT2}) ] = 0.453 < 1.000$  .. O.K

### Shear Resistance


$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.005 < 1.000$  ..... O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.036 < 1.000$  ..... O.K

## 5. Deflection Checking Results

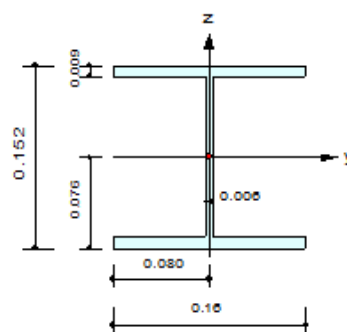
$L/300.0 = 0.0153 > 0.0000$  (Memb:76, LCB: 2, Dir-Y)..... O.K



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	294
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## 1. Design Information

Design Code	Eurocode3:05
Unit System	kN, m
Member No	45
Material	S275 (No:1) ( $F_y = 275000$ , $E_s = 210000000$ )
Section Name	HEA160 (No:2) (Rolled : HEA160).
Member Length	: 3.70022



## 2. Member Forces

Axial Force	$F_{xx} = 0.09525$ (LCB: 1, POS:1/2)
Bending Moments	$M_y = 33.0599$ , $M_z = 0.00000$
End Moments	$M_{yi} = 0.00000$ , $M_{yj} = 0.00000$ (for Lb) $M_{yi} = 0.00000$ , $M_{yj} = 0.00000$ (for Ly) $M_{zi} = 0.00000$ , $M_{zj} = 0.00000$ (for Lz)
Shear Forces	$F_{yy} = 0.00000$ (LCB: 3, POS:I) $F_{zz} = 35.9134$ (LCB: 1, POS:J)

Depth	0.16200	Web Thick	0.00800
Top F Width	0.16000	Top F Thick	0.00900
Bot.F Width	0.16000	Bot.F Thick	0.00900
Area	0.00388	Asz	0.00091
Qyb	0.01940	Qzb	0.00320
Iyy	0.00002	Izz	0.00001
Ybar	0.08000	Zbar	0.07600
Wely	0.00022	Welz	0.00008
ry	0.00570	rz	0.03980

## 3. Design Parameters

Unbraced Lengths	$L_y = 3.70022$ , $L_z = 3.70022$ , $L_b = 3.70022$
Effective Length Factors	$K_y = 1.00$ , $K_z = 1.00$
Equivalent Uniform Moment Factors	$C_{my} = 1.00$ , $C_{mz} = 1.00$ , $C_{mLT} = 1.00$

## 4. Checking Results

### Slenderness Ratio

$KL/r = 93.0 < 200.0$  (Memb:4, LCB: 1)..... O.K

### Axial Resistance

$N_{Ed}/N_{Rd} = 0.10/1067.00 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

### Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 33.0599/55.5446 = 0.595 < 1.000$  ..... O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.0000/32.0117 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

### Combined Resistance

$RNRd = \max[M_{Edy}/M_{Ny\_Rd}, M_{Edz}/M_{Nz\_Rd}]$

$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$ ,  $R_{bend} = M_{Edy}/M_{y\_Rd} + M_{Edz}/M_{z\_Rd}$

$R_{max} = \max[RNRd, (R_{oom} + R_{bend})] = 0.489 < 1.000$  ..... O.K

### Shear Resistance


$V_{Edy}/V_{y\_Rd} = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

$V_{Edz}/V_{z\_Rd} = 0.171 < 1.000$  ..... O.K

## 5. Deflection Checking Results

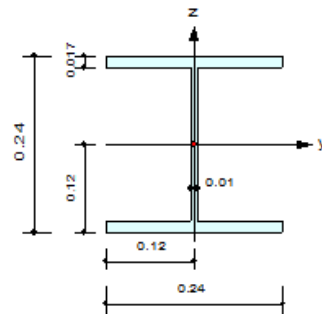
$L/250.0 = 0.0148 > 0.0094$  (Memb:45, LCB: 2, POS: 1.9m, Dir-Z)..... O.K



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>295</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 1. Design Information

Design Code Eurocode3:05  
 Unit System kN, m  
 Member No 52  
 Material S275 (No:1)  
 (Fy = 275000, Es = 210000000)  
 Section Name HEB240 (No:3)  
 (Rolled : HEB240).  
 Member Length : 1.80011



## 2. Member Forces

Axial Force Fxx = -10.634 (LCB: 1, POS:I)  
 Bending Moments My = -218.46, Mz = 0.00000  
 End Moments Myi = -218.46, Myj = 31.6716 (for Lb)  
 Myi = -218.46, Myj = 31.6716 (for Ly)  
 Mzi = 0.00000, Mzj = 0.00667 (for Lz)  
 Shear Forces Fyy = -0.0085 (LCB: 1, POS:I)  
 Fzz = -139.95 (LCB: 1, POS:I)

Depth	0.24000	Web Thick	0.01000
Top F Width	0.24000	Top F Thick	0.01700
Bot.F Width	0.24000	Bot.F Thick	0.01700
Area	0.01060	Asz	0.00240
Qyb	0.05080	Qzb	0.00720
Iyy	0.00011	Izz	0.00004
Ybar	0.12000	Zbar	0.12000
Wely	0.00094	Welz	0.00033
ry	0.10300	rz	0.00080

## 3. Design Parameters

Unbraced Lengths Ly = 1.80011, Lz = 1.80011, Lb = 1.80011  
 Effective Length Factors Ky = 1.00, Kz = 1.00  
 Equivalent Uniform Moment Factors Cmy = 1.00, Cmz = 1.00, CmLT = 1.00

## 4. Checking Results

### Slenderness Ratio

$KL/r = 29.6 < 200.0$  (Memb:52, LCB: 1)..... O.K

### Axial Resistance

$N_{Ed}/MIN[N_{c,Rd}, N_{b,Rd}] = 10.63/2915.00 = 0.004 < 1.000$  ..... O.K

### Bending Resistance

$M_{Edy}/M_{Rdy} = 218.463/289.850 = 0.754 < 1.000$  ..... O.K

$M_{Edz}/M_{Rdz} = 0.000/136.056 = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

### Combined Resistance

$RNRd = MAX[M_{Edy}/M_{ny,Rd}, M_{Edz}/M_{nz,Rd}]$

$R_{oom} = N_{Ed}/(A \cdot f_y / \gamma_{M0})$ ,  $R_{bend} = M_{Edy}/M_{y,Rd} + M_{Edz}/M_{z,Rd}$

$R_{c\_LT1} = N_{Ed}/(X_{iy} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{b\_LT1} = (k_{yy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i\_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (k_{yz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{c\_LT2} = N_{Ed}/(X_{iz} \cdot A \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{b\_LT2} = (K_{zy} \cdot M_{Edy}) / (X_{i\_LT} \cdot W_{ply} \cdot f_y / \gamma_{M1}) + (K_{zz} \cdot M_{sdz}) / (W_{plz} \cdot f_y / \gamma_{M1})$

$R_{max} = MAX[RNRd, (R_{oom} + R_{bend}), MAX(R_{c\_LT1} + R_{b\_LT1}, R_{c\_LT2} + R_{b\_LT2})] = 0.769 < 1.000$  .. O.K

### Shear Resistance


$V_{Edy}/V_{y,Rd} = 0.000 < 1.000$  ..... O.K

$V_{Edz}/V_{z,Rd} = 0.265 < 1.000$  ..... O.K

## 5. Deflection Checking Results

$L/250.0 = 0.0072 > 0.0018$  (Memb:66, LCB: 2, POS: 0.9m, Dir-Z)..... O.K



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>296</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

### 13.4.1 VERIFICA DEI NODI PRINCIPALI

In seguito si riporta la verifica dei collegamenti del collegamento Arcarecci-Travi principali per il quale è prevista una piastra saldata ai profili HEB240 connessa ai profili HEA160 mediante 2M16.

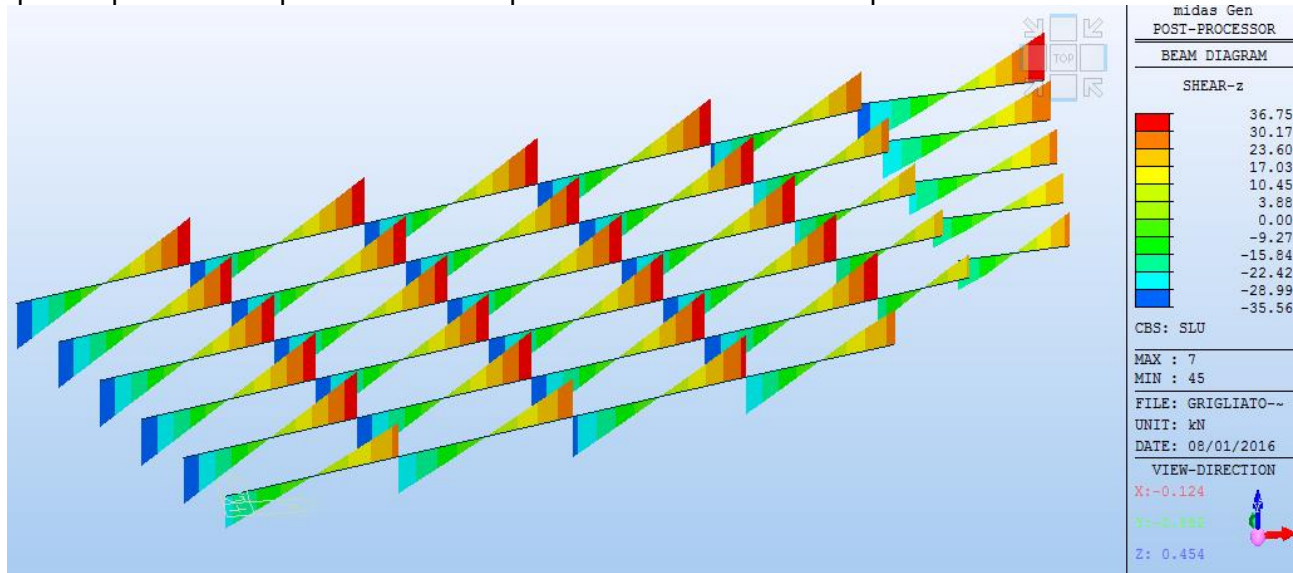


Figura 223. Grigliato Metallico – Taglio Agente sugli Arcarecci in HEA160 – Comb. SLU

$V_{Ed,TOT} := 37 \text{ kN}$	$n_b := 2$	Numero Bulloni
$V_{Ed} := \frac{V_{Ed,TOT}}{n_b} = 18.5 \text{ kN}$ Taglio agente sul singolo bullone		
<b>VERIFICA A RIFOLLAMENTO</b>		
$d := 16 \text{ mm}$	Diametro ancoranti	
$d_0 := 18 \text{ mm}$	Diametro fori	
$t := 6 \text{ mm}$	Min fra Spessore Piastra e spessore anima HEA	
$e_1 := 25 \text{ mm}$	Distanza dal bordo nella direzione dello sforzo	
$e_2 := 40 \text{ mm}$	Distanza dal bordo nella direzione ortogonale allo sforzo	
$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 0.463$		
$k_1 := \min \left( 2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5 \right) = 2.5$		
$f_u := 430 \text{ MPa}$	Tensione a rottura della piastra	
$F_{b,Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_d \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 38.222 \text{ kN}$ Resistenza a rifollamento [4.2.61]		
<b>VERIFICA A TAGLIO BULLONE</b>		
$A_{res} := 157 \text{ mm}^2$	Area resistente	
$f_{tb} := 800 \text{ MPa}$		
$F_{v,Rd} := \frac{0.6 \cdot f_{tb} \cdot A_{res}}{1.25} = 60.288 \text{ kN}$ Resistenza a taglio bullone CL 8.8 [4.2.57]		
$R_{isultato} := \begin{cases} \text{if } V_{Ed} < \min(F_{b,Rd}, F_{v,Rd}) \\ \quad \text{"VERIFICA SODDISFATTA"} \\ \text{else} \\ \quad \text{"VERIFICA NON SODDISFATTA"} \end{cases}$		
$R_{isultato} = \text{"VERIFICA SODDISFATTA"}$		



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>297</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

In seguito si riporta la verifica del collegamento fra la trave principale e i muri perimetrali. E' prevista una piastra di testata nei profili HEB240 collegata ai muri perimetrali mediante n.4 ancoranti meccanici M16 tipo HILTI HST o equivalenti.

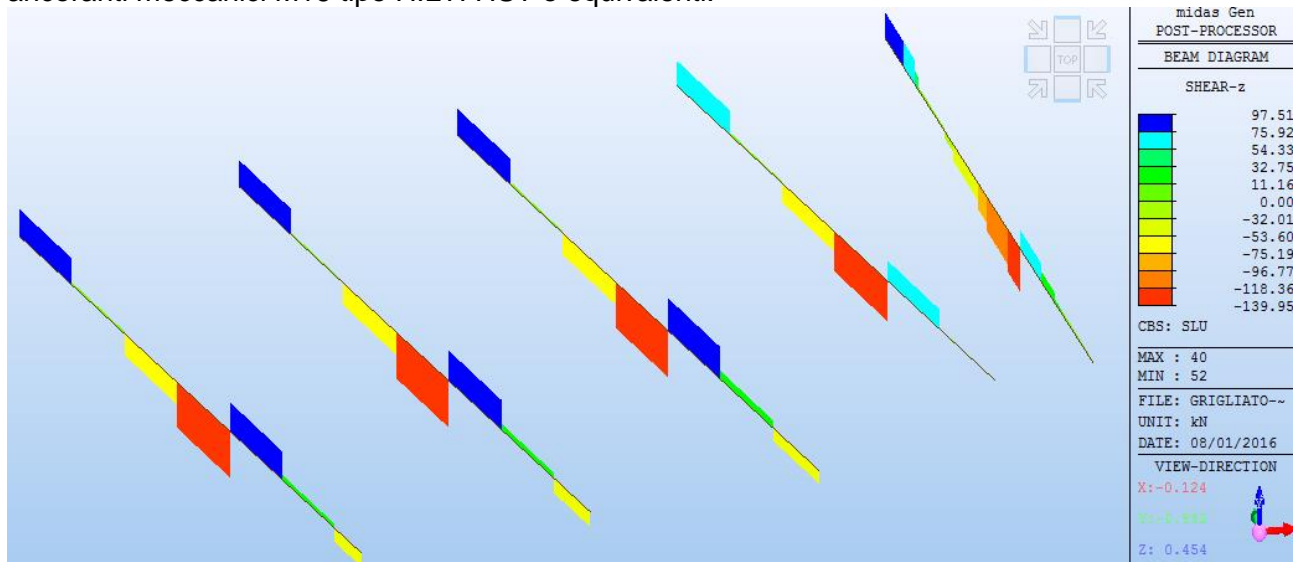



Figura 224. Grigliato Metallico – Taglio Agente sulle travi principali in HEB240 – Comb. SLU

$V_{Ed.TOT} := 100 \text{ kN}$	$n_b := 4$	Numero Ancoranti
$V_{Ed} := \frac{V_{Ed.TOT}}{n_b} = 25 \text{ kN}$ Taglio agente sul singolo bullone		
<b>VERIFICA A RIFOLLAMENTO</b>		
$d := 16 \text{ mm}$	Diametro ancoranti	
$d_0 := 18 \text{ mm}$	Diametro fori	
$t := 10 \text{ mm}$	Spessore Piastra	
$e_1 := 70 \text{ mm}$	Distanza dal bordo nella direzione dello sforzo	
$e_2 := 50 \text{ mm}$	Distanza dal bordo nella direzione ortogonale allo sforzo	
$\alpha_d := \frac{e_1}{3 \cdot d_0} = 1.296$		
$k_1 := \min\left(2.8 \cdot \frac{e_2}{d_0} - 1.7, 2.5\right) = 2.5$		
$f_u := 430 \text{ MPa}$	Tensione a rottura della piastra	
$F_{b.Rd} := \frac{k_1 \cdot \alpha_d \cdot f_u \cdot d \cdot t}{1.25} = 178.37 \text{ kN}$ Resistenza a rifollamento [4.2.61]		

Per la tipologia di ancoranti scelta si ha una resistenza a taglio pari a 40 kN, per cui la verifica del collegamento risulta soddisfatta.

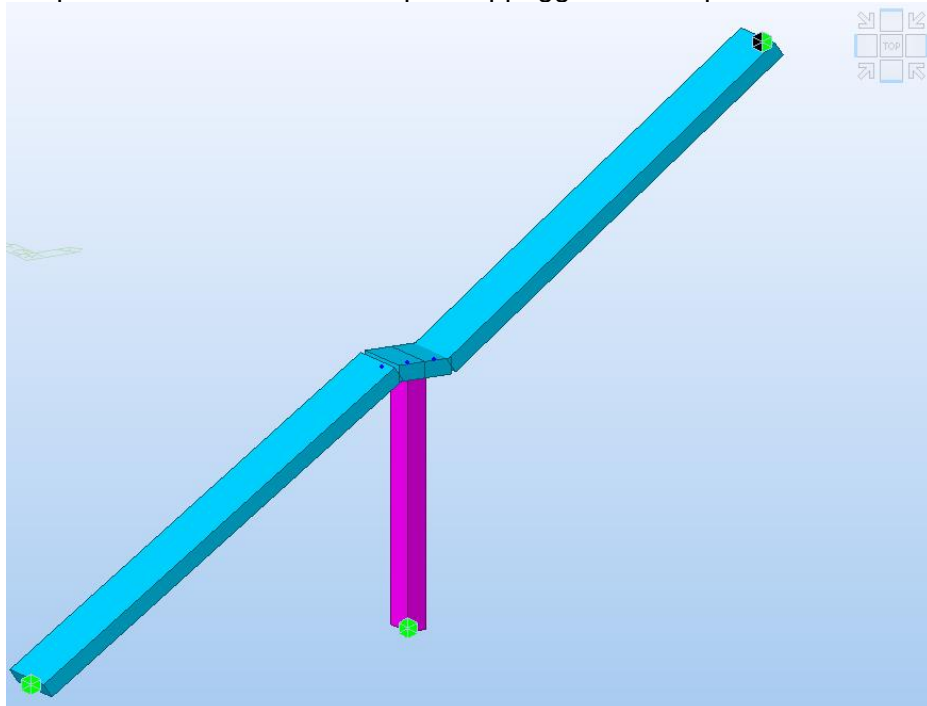


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	298
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

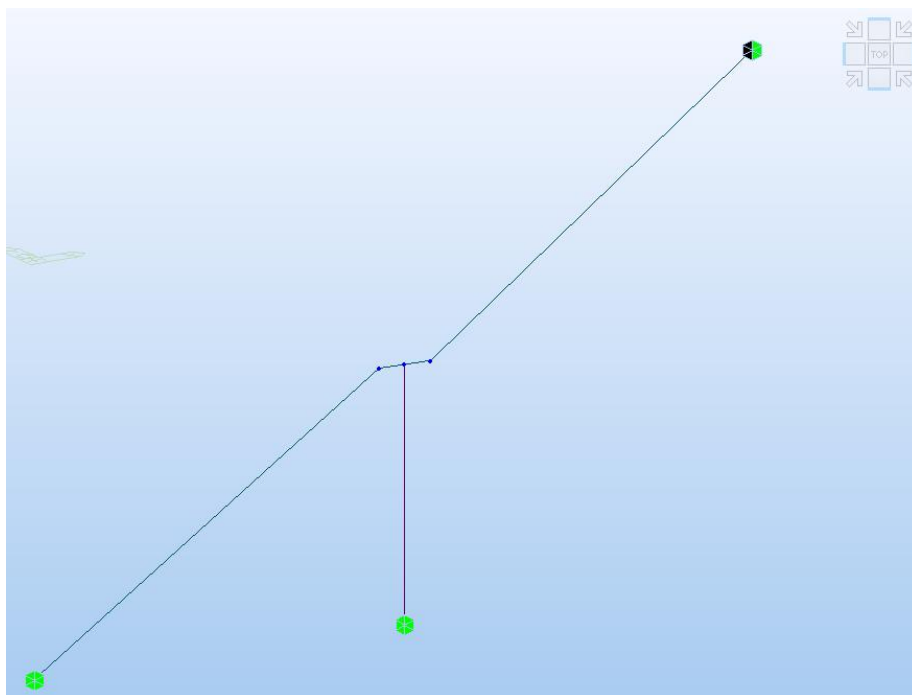
### 13.5 VERIFICA SCALA IN C.A. DI SERVIZIO

La scala in c.a. di servizio è composta da una rampa di sezione R100x25cm e un pilastro in corrispondenza del pianerottolo di sezione R50x30cm.

Poiché la scala verrà realizzata utilizzando ferri di ripresa uscenti dalla platea di fondazione e barre di armature inghisate alla soletta di copertura, è stato considerata incernierata alla base della rampa e con un vincolo di semplice appoggio in corrispondenza della soletta di copertura.




**Figura 225. Scala in c.a. di servizio – Modello Estruso**



**Figura 226. Scala in c.a. di servizio – Modello Numerico**

Oltre al peso proprio degli elementi è stato considerato un carico variabile di 2.00 kN/m.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	299
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

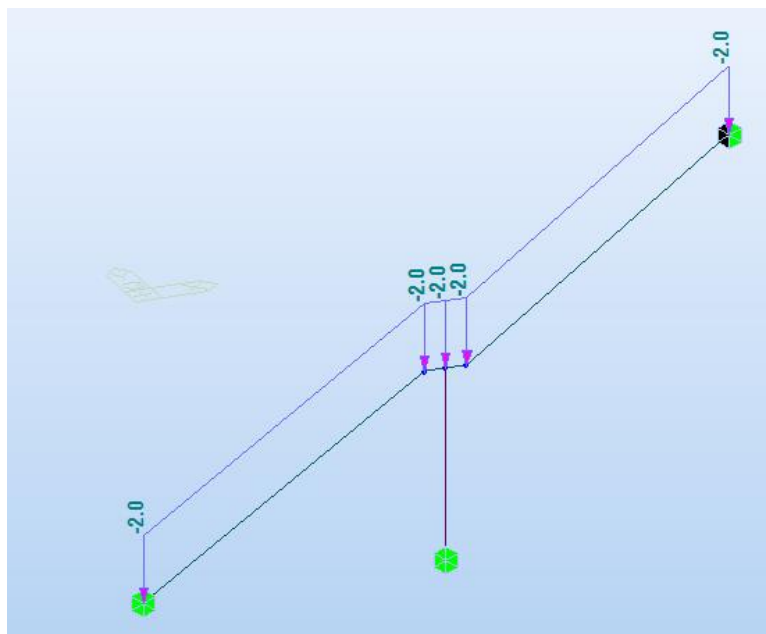


Figura 227. Scala in c.a. di servizio – Carichi Variabili [kN/m]

In seguito si riportano i risultati ottenuti agli stati limite ultimo:

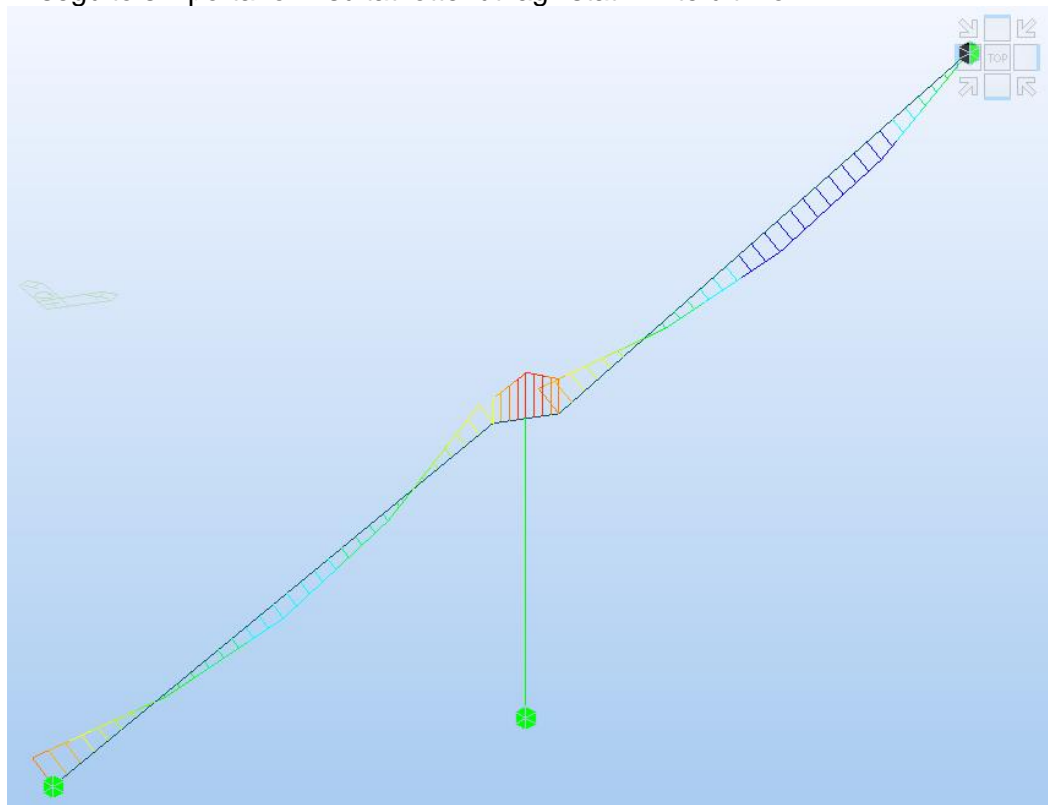



Figura 228. Scala in c.a. di servizio – Momenti Flettenti My – Comb. SLU



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	300
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

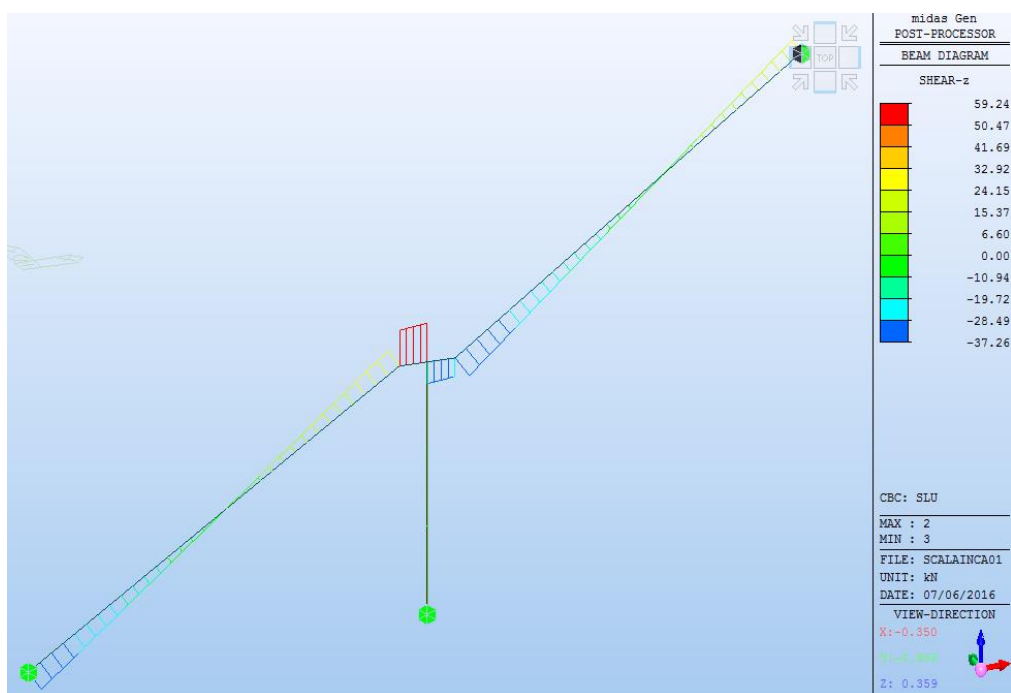


Figura 229. Scala in c.a. di servizio – Tagli Fz – Comb. SLU

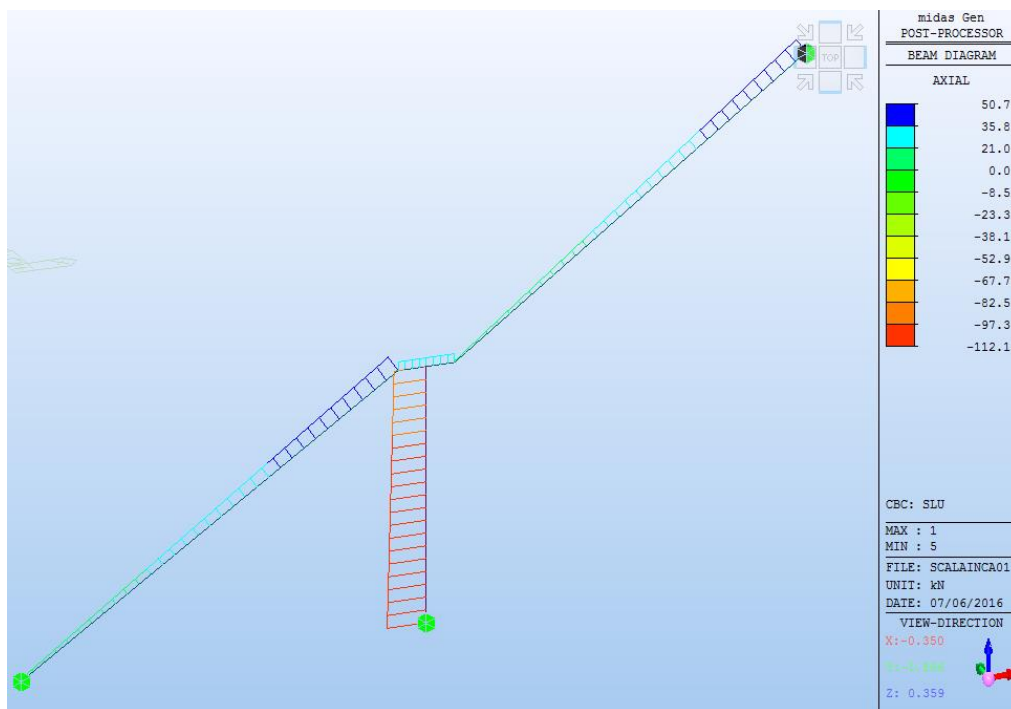



Figura 230. Scala in c.a. di servizio – Sforzi Assiali – Comb. SLU



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	301
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

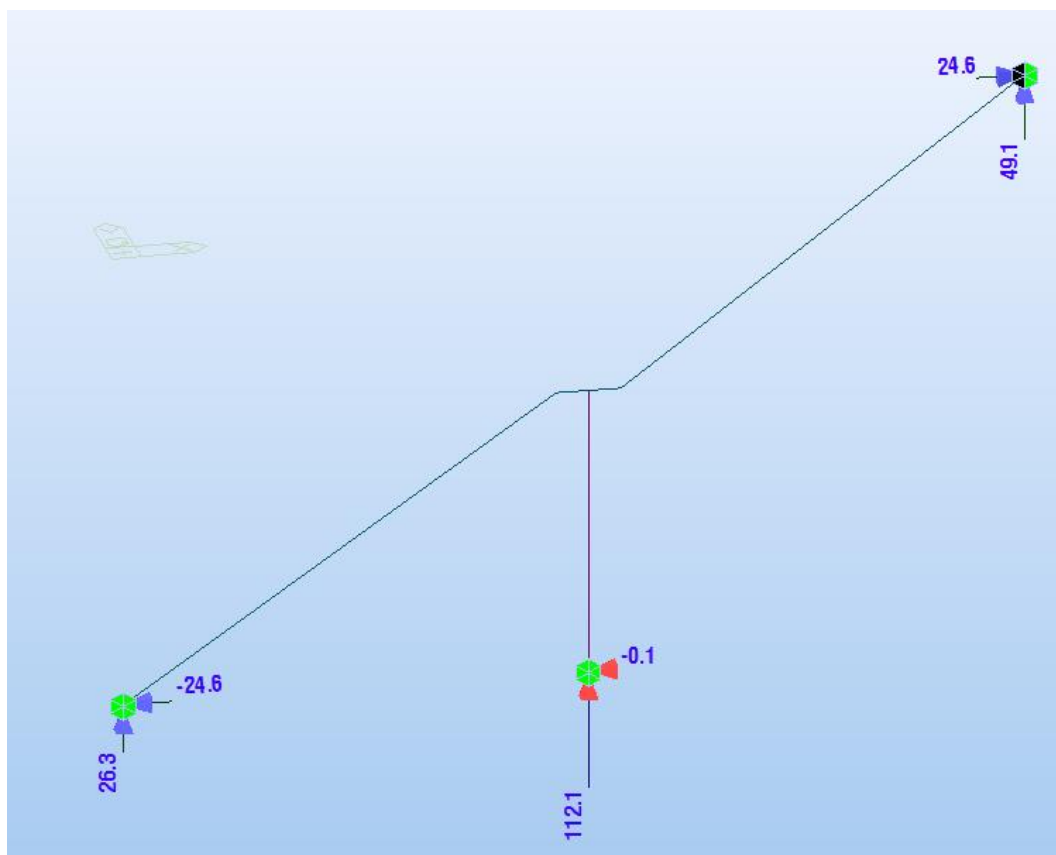


Figura 231. Scala in c.a. di servizio – Reazioni Vincolari [kN]– Comb. SLU

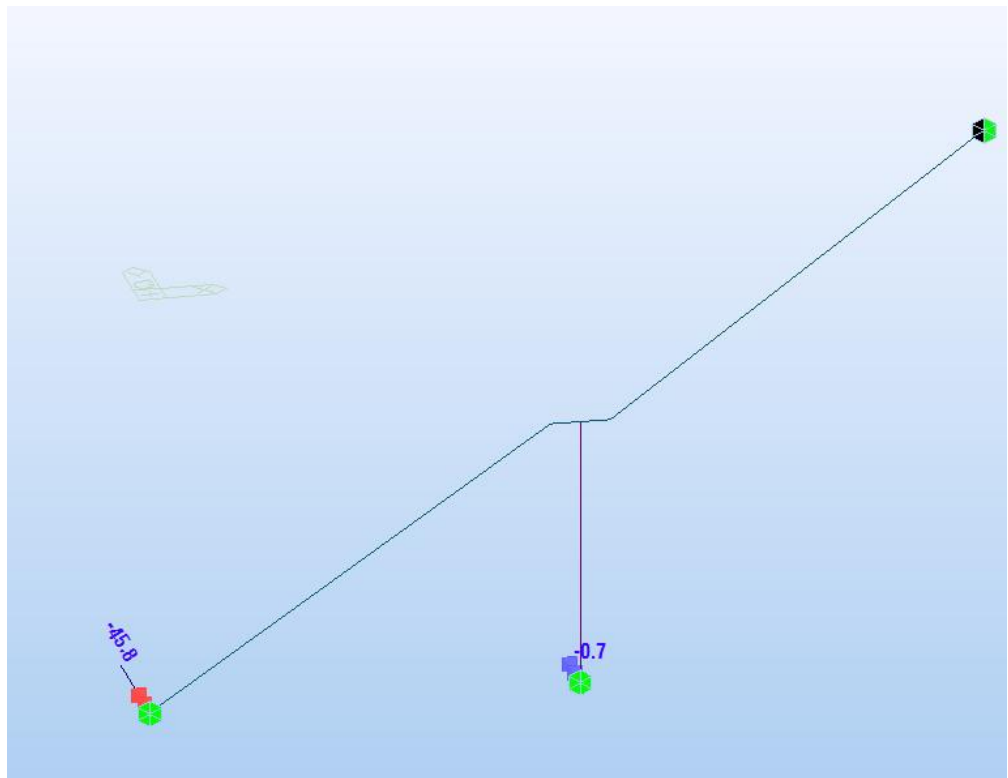



Figura 232. Scala in c.a. di servizio – Reazioni Vincolari [kN\*m]– Comb. SLU

In seguito si riportano le verifiche degli elementi:



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>302</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

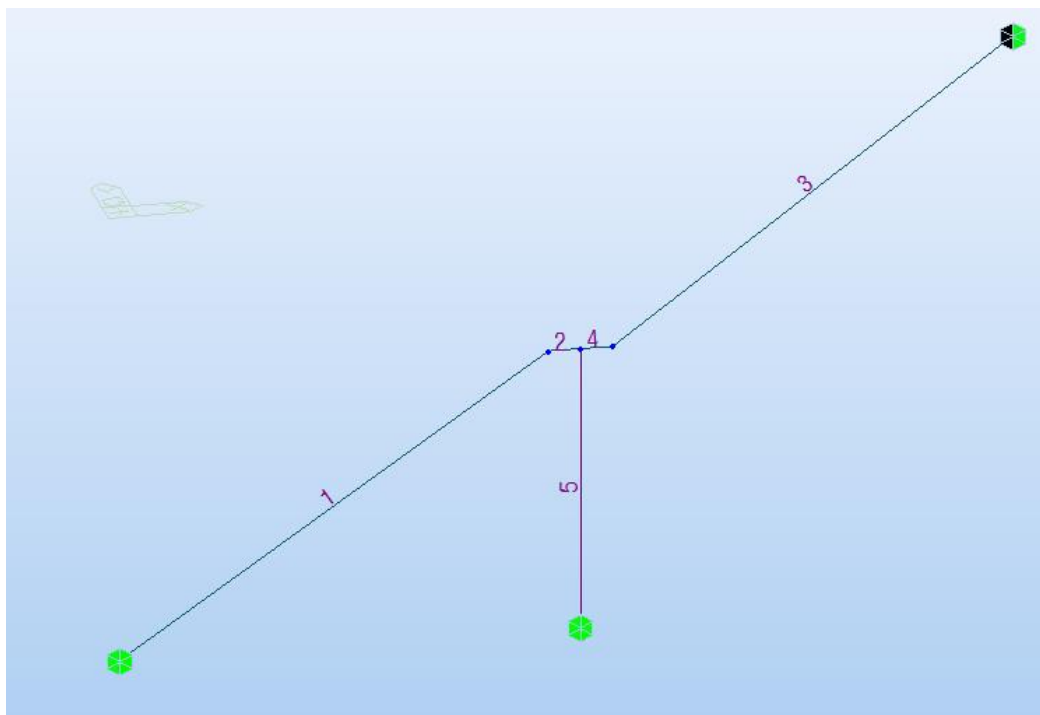



Figura 233. Scala in c.a. di servizio – Numerazione degli elementi

#### RAMPA R100x25cm:

MEMB	SE L	Section		fck	PO S	CHK	AsTop	AsBot	N(-) M_Ed	LC B	x/d	N(-) M_Rd	Rat-N	P(+) M_Ed	LC B	x/d	P(+) M_Rd	Rat-P	V_Ed	LC B	V_Rdc	V_Rds	Rat-Vc	Rat-Vs	Rat-V
SECT		Bc	Hc	fyk																					
Span		bf	hf	fyw																					
1	7.2390	R100x25		28000.0	I	OK	0.0010	0.0010	45.8487	1	0.20	78.5880	0.58	3.36802	1	0.20	78.5880	0.04	35.5392	1	115.879	74.1913	0.31	0.48	0.31
1		1.000	0.250	450000	M	OK	0.0010	0.0010	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	22.3847	1	0.20	78.5880	0.28	18.8517	1	115.879	74.1913	0.16	0.25	0.16
		0.000	0.000	450000	J	OK	0.0010	0.0010	30.1821	1	0.20	78.5880	0.38	11.2013	1	0.20	78.5880	0.14	31.2108	1	115.879	74.1913	0.27	0.42	0.27
2	0.4500	R100x25		28000.0	I	OK	0.0010	0.0010	36.3535	1	0.20	78.5880	0.46	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	55.4831	1	115.879	74.1913	0.48	0.75	0.48
1		1.000	0.250	450000	M	OK	0.0010	0.0010	49.1188	1	0.20	78.5880	0.63	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	57.9862	1	115.879	74.1913	0.50	0.78	0.50
		0.000	0.000	450000	J	OK	0.0010	0.0010	55.7127	1	0.20	78.5880	0.71	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	59.2378	1	115.879	74.1913	0.51	0.80	0.51
3	6.9405	R100x25		28000.0	I	OK	0.0010	0.0010	42.4241	1	0.20	78.5880	0.54	8.71855	1	0.20	78.5880	0.11	37.2626	1	115.879	74.1913	0.32	0.50	0.32
1		1.000	0.250	450000	M	OK	0.0010	0.0010	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	32.8368	1	0.20	78.5880	0.42	21.6876	1	115.879	74.1913	0.19	0.29	0.19
		0.000	0.000	450000	J	OK	0.0010	0.0010	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	29.9306	1	0.20	78.5880	0.38	25.0374	1	115.879	74.1913	0.22	0.34	0.22
4	0.4500	R100x25		28000.0	I	OK	0.0010	0.0010	56.2225	1	0.20	78.5880	0.72	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	33.1663	1	115.879	74.1913	0.29	0.45	0.29
1		1.000	0.250	450000	M	OK	0.0010	0.0010	52.5617	1	0.20	78.5880	0.67	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	31.9148	1	115.879	74.1913	0.28	0.43	0.28
		0.000	0.000	450000	J	OK	0.0010	0.0010	45.6625	1	0.20	78.5880	0.58	0.00000	1	0.20	78.5880	0.00	29.4116	1	115.879	74.1913	0.25	0.40	0.25

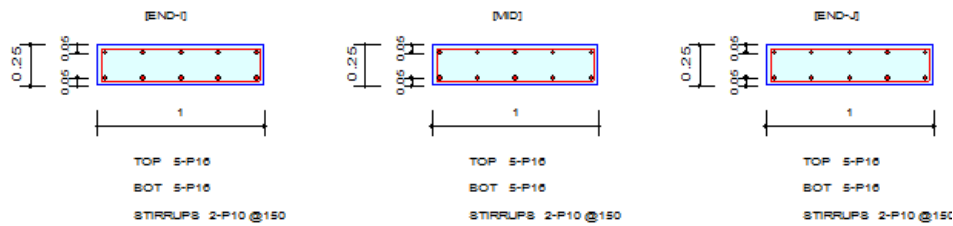


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>303</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				
DI (LAST)				
<b>313</b>				

## 1. Design Information

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2008	Unit System	kN, m
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Section Property	R100x25 (No : 1)	Beam Span	7.23896 m

## 2. Section Diagram




## 3. Bending Moment Capacity

	END-I	MID	END-J
(-) Load Combination No.	1	1	1
Moment (M <sub>Ed</sub> )	56.22	52.56	55.71
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	78.59	78.59	78.59
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.7154	0.6688	0.7089
Neutral Axis (x/d)	0.1958	0.1958	0.1958
(+) Load Combination No.	1	1	1
Moment (M <sub>Ed</sub> )	8.72	32.84	29.93
Factored Strength (M <sub>Rd</sub> )	78.59	78.59	78.59
Check Ratio (M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub> )	0.1109	0.4178	0.3809
Neutral Axis (x/d)	0.1958	0.1958	0.1958
Using Rebar Top (As <sub>top</sub> )	0.0010	0.0010	0.0010
Using Rebar Bot (As <sub>bot</sub> )	0.0010	0.0010	0.0010

## 4. Shear Capacity

	END-I	MID	END-J
Load Combination No.	1	1	1
Factored Shear Force (V <sub>Ed</sub> )	55.48	57.99	59.24
Shear Strength by Conc.(V <sub>Rdc</sub> )	115.88	115.88	115.88
Shear Strength by Rebar.(V <sub>Rds</sub> )	74.19	74.19	74.19
Using Shear Reinf. (Asw)	0.0011	0.0011	0.0011
Using Stirrups Spacing	2-P10 @150	2-P10 @150	2-P10 @150
Shear Ratio by Conc	0.4788	0.5004	0.5112
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	0.7478	0.7816	0.7984
Check Ratio	0.4788	0.5004	0.5112

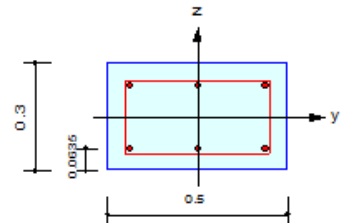


	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	304
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

## PILASTRO R100x30cm:

### 1. Design Condition

Design Code	Eurocode2:04 & NTC2008	UNIT SYSTEM	kN, m
Member Number	5 (PM), 5 (Shear)		
Material Data	fck = 28000, fyk = 450000, fyw = 450000 KPa		
Column Height	4.05 m		
Section Property	R50x30 (No : 2)		
Rebar Pattern	6 - 2 - P20	Ast = 0.001884 m <sup>2</sup> (RhoSt = 0.013)	



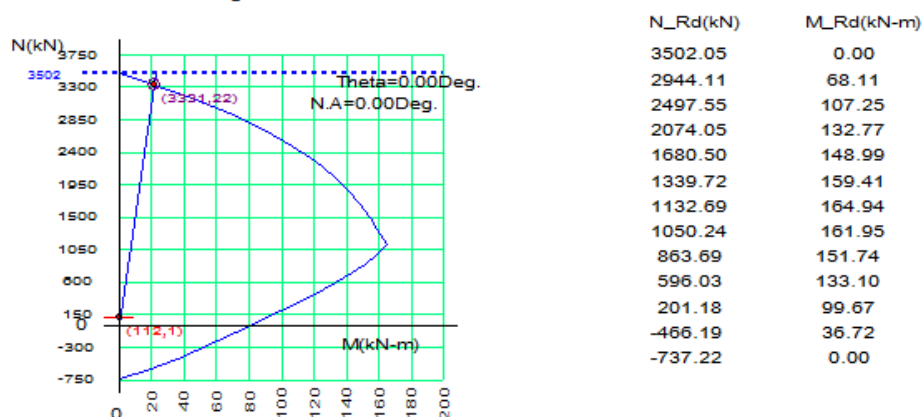
### 2. Applied Loads

Load Combination	1	AT (I) Point	
N <sub>Ed</sub>	= 112.148 kN	M <sub>Edy</sub>	= 0.74650 kN-m
		M <sub>Edz</sub>	= 0.00000 kN-m
M <sub>Ed</sub>	= SQRT(M <sub>Edy</sub> <sup>2</sup> + M <sub>Edz</sub> <sup>2</sup> ) = 0.74650 kN-m		

### 3. Axial Forces and Moments Capacity Check

Concentric Max. Axial Load	N <sub>Rdmax</sub>	= 3502.05 kN	
Axial Load Ratio	N <sub>Ed</sub> /N <sub>Rd</sub>	= 112.148 / 3331.34	= 0.034 < 1.000 ..... O.K
Moment Ratio	M <sub>Ed</sub> /M <sub>Rd</sub>	= 0.74650 / 21.9985	= 0.034 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edy</sub> /M <sub>Rdy</sub>	= 0.74650 / 21.9985	= 0.034 < 1.000 ..... O.K
	M <sub>Edz</sub> /M <sub>Rdz</sub>	= 0.00000 / 0.00000	= 0.000 < 1.000 ..... O.K

### 4. M-N Interaction Diagram




### 5. Shear Force Capacity Check ( End )

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 0.05843 kN (Load Combination 1)
Shear Ratio by Conc	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rdc</sub>	= 0.05843 / 87.6033 = 0.001
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rds</sub>	= 0.05843 / 87.7312 = 0.001
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 0.001 < 1.000 ..... O.K
	(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00105 m <sup>2</sup> /m, 2-P10 @150)	

### 6. Shear Force Capacity Check ( Middle )

Applied Shear Strength	V <sub>Ed</sub>	= 0.05843 kN (Load Combination 1)
Shear Ratio by Conc	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rdc</sub>	= 0.05843 / 88.7707 = 0.001
Shear Ratio by (V <sub>Rds</sub> ; V <sub>Rdmax</sub> )	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rds</sub>	= 0.05843 / 87.7312 = 0.001
Shear Ratio	V <sub>Ed</sub> /V <sub>Rd</sub>	= 0.001 < 1.000 ..... O.K
	(Asw-H <sub>use</sub> = 0.00105 m <sup>2</sup> /m, 2-P10 @150)	



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>			
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)
	11300273776		3	305
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA				

### 13.6 VERIFICA COLLEGAMENTO PLATEA – DIAFRAMMA

Il diaframma e la platea vengono collegati per mezzo di barre Frank COUPLER di diametro 28mm (si veda la Figura 235). Il tipo di acciaio è B 500 (secondo DIN 488).

La resistenza a taglio di ogni barra di connessione è

$$V_{Rd} = A_v \cdot f_{yd} / \sqrt{3} = 616 \cdot (500/1.15) \cdot 10^{-3} / \sqrt{3} = 154.6 \text{ kN}$$

Dal modello di calcolo della platea il valore massimo del taglio alla connessione fra soletta e diaframma agli SLU, per metro di soletta è

$$V_{Sd} = 200 \text{ kN}$$

Sono previste barre ad interasse di 56cm (nr. 5 barre per pannello di diaframma di larghezza 2.80m), per cui sulla singola barra il carico è pari a

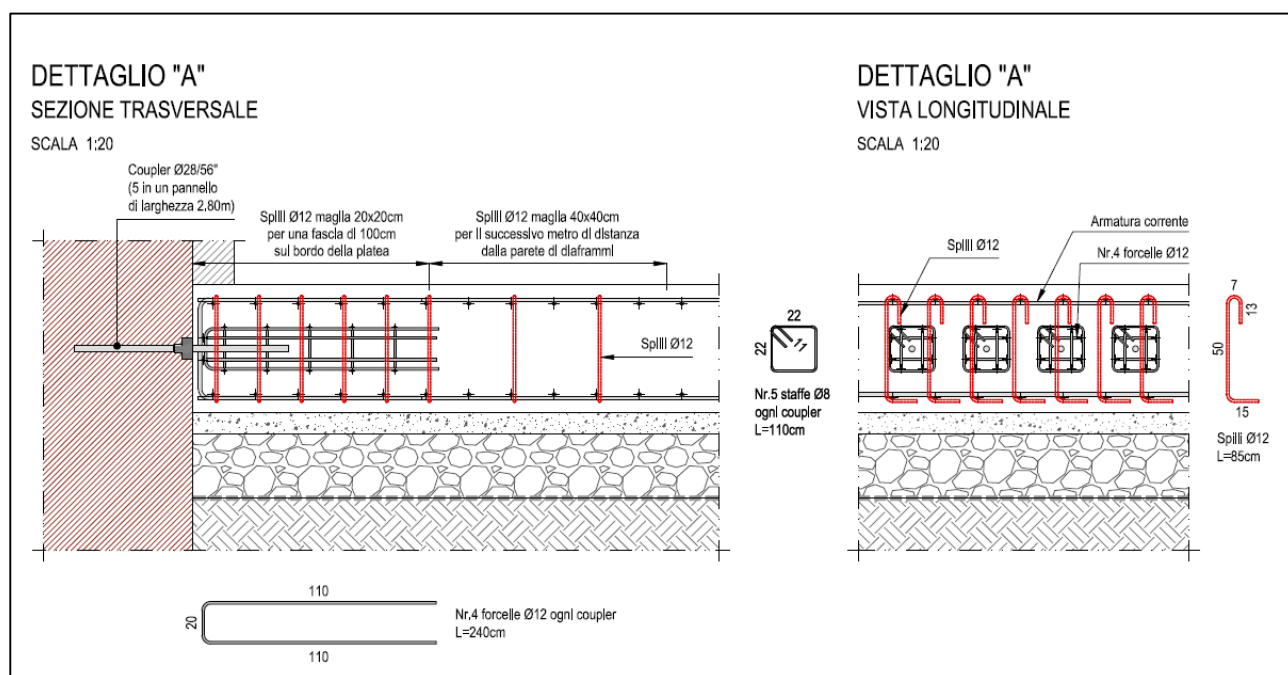
$$V_{Sd,i} = 112 \text{ kN}$$

La verifica a tranciamento della barra è soddisfatta.

Il taglio applicato alla platea di fondazione è inferiore alla resistenza a taglio della stessa senza armature trasversali (220 kN/m).

Ciononostante, a favore di sicurezza, sono previsti spilli diametro 12mm, con maglia 20cm x 20cm per una fascia di 1.00 m sul bordo della platea e 40cm x 40cm per il successivo metro di distanza dalla parete di diaframmi.

Per favorire l'instaurarsi del traliccio resistente a taglio all'interno dello spessore della soletta e per confinare il calcestruzzo direttamente caricato dalla barra Frank, è prevista l'aggiunta di nr. 4 forcelle di diametro 12mm intorno al connettore a taglio.



**Figura 234 Particolare connettori ed armature**



## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)

**11300273776**

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

**3**

N° FG. (SH. N.)

**306**

DI (LAST)

**313**

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

Coupler ferri di ripresa avvitabili



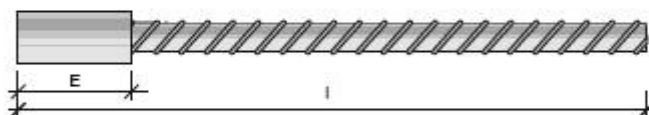
### Coupler

L'aggancio di ripresa con la trasmissione totale, al 100%, delle forze, adatto per carichi dinamici e statici.

- Coupler, ferro di ripresa avvitabile come aggiunta dello Stabox® per  $\varnothing$  oltre i 12 mm
- omologato dall'istituto tecnico tedesco di costruzione, Berlino Z-1.5-100
- acciaio B 500 secondo DIN 486
- protezione sicura della barra con boccia CA grazie al tappo di chiusura
- l'impiego dei Couplerbox garantisce una posizione esatta dell'armatura, un'ottima protezione contro la corrosione ed un ulteriore accoppiamento
- montaggio semplicissimo delle barre filettate CE tramite l'avvitamento e il fissaggio con la chiave dinamometrica sino al momento di serraggio indicato
- vantaggio statico del "giunto dentato" osservando la geometria secondo DIN EN 1992-1-1 con NA (D) (DIN 1045-1)

### CA-barra con boccia con tappo di chiusura incl.

1. getto



### CE-barra filettata

2. getto

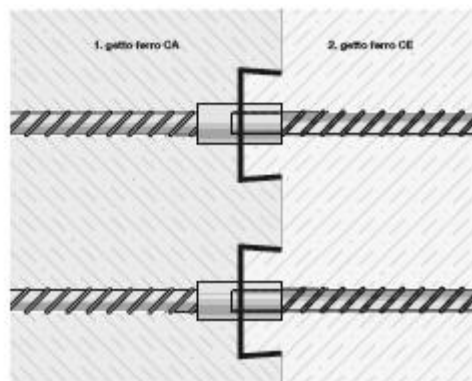
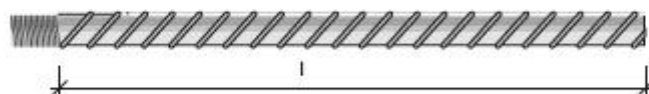



Figura 235 Estratto dal catalogo della ditta Frank



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>307</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 13.7 VERIFICA COLLEGAMENTO PLATEA BARRETTE

### 13.7.1 PLATEA DI SPESSORE 60CM

La platea in c.a. di spessore pari a 60cm è vincolata alle barrette mediante nr. 6 coppie di tubolari pieni in acciaio S460 con diametro pari a 100mm, innestati nel palo e annegati nella platea.

Dal modello agli elementi finiti della platea risulta che la massima forza che deve essere trasferita dal collegamento platea-barrette allo SLU è pari a

$$V_{Sd,tot} = 6443 \text{ kN}$$

Cautelativamente si considera un barrette di dimensioni 2.50m x 0.60m, il cui perimetro risulta quindi 6.20m. Di conseguenza il taglio sulla soletta, per una sezione di larghezza 1.00 metri, vale

$$V_{Sd} = 6443 / 6.20 = 1040 \text{ kN}$$

Cautelativamente le verifiche vengono effettuate considerando soltanto 6 tubolari pieni di acciaio, quindi il carico per singola barra risulta pari a

$$V_{Sd,i} = 6443 / 6 = 1074 \text{ kN per singolo tubolare}$$

Caratteristiche delle barre di acciaio

$$A_v = 7850 \text{ mm}^2$$

$$f_{yk} = 430 \text{ MPa (tensione di snervamento decurtata per tenere conto dello spessore elevato)}$$

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$V_{Rd,i} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 1856 \text{ kN}$$

Dal momento che  $V_{Sd,i} < V_{Rd,i}$  il collegamento risulta verificato.

Si procede alla verifica della biella compressa di calcestruzzo.

$$V_{Rd,c} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot (f_{cd} / 2) / (\tan \theta + \cot \theta)$$

Si considerano

$$d' = 260 \text{ mm (metà dell'altezza utile della sezione)}$$

$$b = 1000 \text{ mm (base)}$$

$$f_{cd} = 0.85 \cdot 35 / 1.5 = 19.83 \text{ MPa (resistenza a compressione di progetto del cls)}$$

$$\theta = 40^\circ \text{ (angolo di inclinazione della biella compressa)}$$

Dal calcolo si ottiene

$$V_{Rd,c} = 1142 \text{ kN}$$

La verifica della biella compressa di calcestruzzo è soddisfatta.

L'area di acciaio minima per le armature trasversali è la seguente

$$(A_{sw} / s)_{min} = V_{Sd} / (0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta) = 1040 \cdot 10^6 / [0.9 \cdot 520 \cdot (450/1.15) \cdot 1.192] = 4766 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Dato che nella zona di introduzione del carico sono forniti, per metro di soletta, nr. 5 spilli diametro 12mm a passo 100mm, il quantitativo di armatura trasversale risulta

$$A_{sw} / s = 5 \cdot 113 / 0.1 = 5650 \text{ mm}^2/\text{m}$$

La verifica delle armature trasversali è soddisfatta.

L'area minima di acciaio del corrente teso, per metro di soletta, è


$$A_{s,min} = V_{Sd} \cdot \cot \theta / f_{yd} = 1040 \cdot 10^3 \cdot 1.192 / (450 / 1.15) = 3168 \text{ mm}^2$$

Dato che è prevista la presenza di barre di diametro 20mm ad interasse di 10cm e uno strato di barre di diametro 16mm ad interasse 15cm, l'armatura del corrente teso in 1 metro di soletta è pari a

$$A_s = (100 / 10) \cdot 314 + (100/20) \cdot 201 = 4145 \text{ mm}^2$$

La verifica del corrente teso è soddisfatta.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>308</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

Nella zona dove è previsto un solo strato di armature, il massimo taglio da trasferire alla soletta vale 4710kN, corrispondente a 760kn/m all'interfaccia fra platea e barrette.

L'area minima di acciaio del corrente teso, per metro di soletta, è

$$A_{s,min} = V_{sd} \cdot \text{ctg}\theta / f_{yd} = 760 \cdot 10^3 \cdot 1.192 / (450 / 1.15) = 2315 \text{ mm}^2$$

In queste zone è prevista l'aggiunta, per almeno 2 metri dall'interfaccia fra platea e barrette, di due strati aggiuntivi (uno all'intradosso ed uno all'estradosso) di barre di diametro 16mm ad interasse 10cm.

L'armatura del corrente teso in 1 metro di soletta diviene

$$A_s = (100 / 20 + 100 / 10) \cdot 201 = 3015 \text{ mm}^2$$

La verifica del corrente teso è soddisfatta.

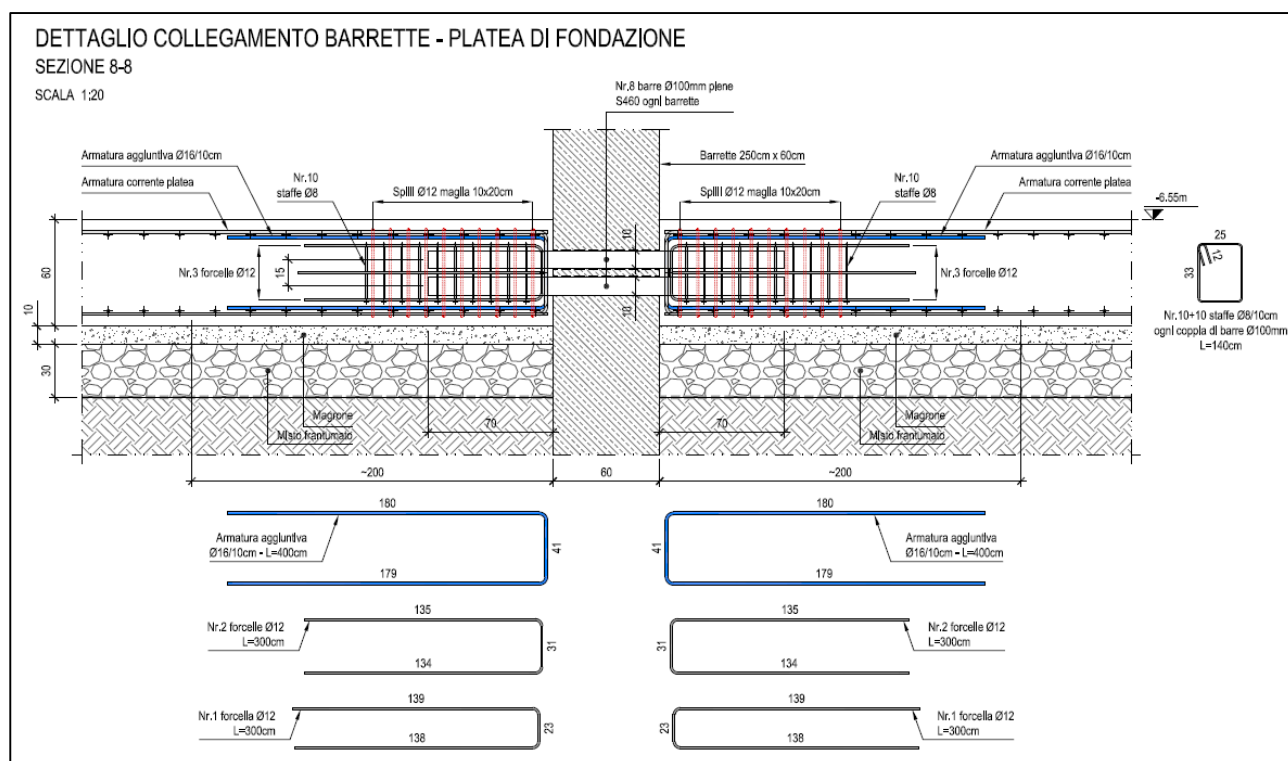
La pressione di contatto, ottenuta come rapporto fra la forza agente sulla singola barra e l'area di contatto barra / cls, vale

$$\sigma_{Ed} = 1074 \cdot 10^3 \text{ N} / (100\text{mm} \cdot 700 \text{ mm}) = 15.35 \text{ MPa} < f_{cd} = 19.83 \text{ MPa}$$

Con riferimento al capitolo 6.7 dell'Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-1) la verifica è soddisfatta.

Tutte le verifiche sono soddisfatte.

Per favorire l'instaurarsi del traliccio resistente a taglio all'interno dello spessore della soletta e per confinare il calcestruzzo direttamente caricato dal tubolare in acciaio, è prevista l'aggiunta di nr. 3 forcelle di diametro 12mm intorno ad ogni coppia di connettori a taglio.




**Figura 236 Particolare collegamento platea – barrette (platea da 60cm)**

### 13.7.2 PLATEA DI SPESSORE 100CM

La platea in c.a. di spessore pari a 100cm è vincolata alle barrette mediante nr. 6 coppie di tubolari pieni in acciaio S460 con diametro pari a 100mm, innestati nel palo e annegati nella platea.

Dal modello agli elementi finiti della platea risulta che la massima forza che deve essere trasferita



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>309</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

dal collegamento platea-barrette allo SLU è pari a

$$V_{Sd,tot} = 8299 \text{ kN}$$

Cautelativamente si considera un barrette di dimensioni 2.50m x 0.60m, il cui perimetro risulta quindi 6.20m. Di conseguenza il taglio sulla soletta, per una sezione di larghezza 1.00 metri, vale

$$V_{Sd} = 8299 / 6.20 = 1339 \text{ kN}$$

Cautelativamente le verifiche vengono effettuate considerando soltanto 6 tubolari pieni di acciaio, quindi il carico per singola barra risulta pari a

$$V_{Sd,i} = 8299 / 6 = 1384 \text{ kN per singolo tubolare}$$

Caratteristiche delle barre di acciaio

$$A_v = 7850 \text{ mm}^2$$

$f_{yk} = 430 \text{ MPa}$  (tensione di snervamento decurtata per tenere conto dello spessore elevato)

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

$$V_{Rd,i} = A_v \cdot f_{yk} / (\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}) = 1856 \text{ kN}$$

Dal momento che  $V_{Sd,i} < V_{Rd,i}$  il collegamento risulta verificato.

Si procede alla verifica della biella compressa di calcestruzzo.

$$V_{Rd,c} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot (f_{cd} / 2) / (\tan \theta + \cot \theta)$$

Si considerano

$d' = 460 \text{ mm}$  (metà dell'altezza utile della sezione)

$b = 1000 \text{ mm}$  (base)

$f_{cd} = 0.85 \cdot 35 / 1.5 = 19.83 \text{ MPa}$  (resistenza a compressione di progetto del cls)

$\theta = 40^\circ$  (angolo di inclinazione della biella compressa)

Dal calcolo si ottiene

$$V_{Rd,c} = 2020 \text{ kN}$$

La verifica della biella compressa di calcestruzzo è soddisfatta.

L'area di acciaio minima per le armature trasversali è la seguente

$$(A_{sw} / s)_{min} = V_{Sd} / (0.9 \cdot d \cdot f_{yd} \cdot \cot \theta) = 1339 \cdot 10^6 / [0.9 \cdot 920 \cdot (450/1.15) \cdot 1.192] = 4132 \text{ mm}^2/\text{m}$$

Dato che nella zona di introduzione del carico sono forniti, per metro di soletta, nr. 5 spilli diametro 12mm a passo 100mm, il quantitativo di armatura trasversale risulta

$$A_{sw} / s = 5 \cdot 113 / 0.1 = 5650 \text{ mm}^2/\text{m}$$

La verifica delle armature trasversali è soddisfatta.

L'area minima di acciaio del corrente teso, per metro di soletta, è

$$A_{s,min} = V_{Sd} \cdot \cot \theta / f_{yd} = 1339 \cdot 10^3 \cdot 1.192 / (450 / 1.15) = 4078 \text{ mm}^2$$

Dato che è prevista la presenza di barre di diametro 20mm ad interasse di 10cm e uno strato di barre di diametro 16mm ad interasse 20cm, l'armatura del corrente teso in 1 metro di soletta è pari a

$$A_s = (100 / 10) \cdot 314 + (100/20) \cdot 201 = 4145 \text{ mm}^2$$

La verifica del corrente teso è soddisfatta.

La pressione di contatto, ottenuta come rapporto fra la forza agente sulla singola barra e l'area di contatto barra / cls, vale


$$\sigma_{Ed} = 1384 \cdot 10^3 \text{ N} / (100\text{mm} \cdot 700 \text{ mm}) = 19.78 \text{ MPa} < f_{cd} = 19.83 \text{ MPa}$$

Con riferimento al capitolo 6.7 dell'Eurocodice 2 (UNI EN 1992-1-1) la verifica è soddisfatta.

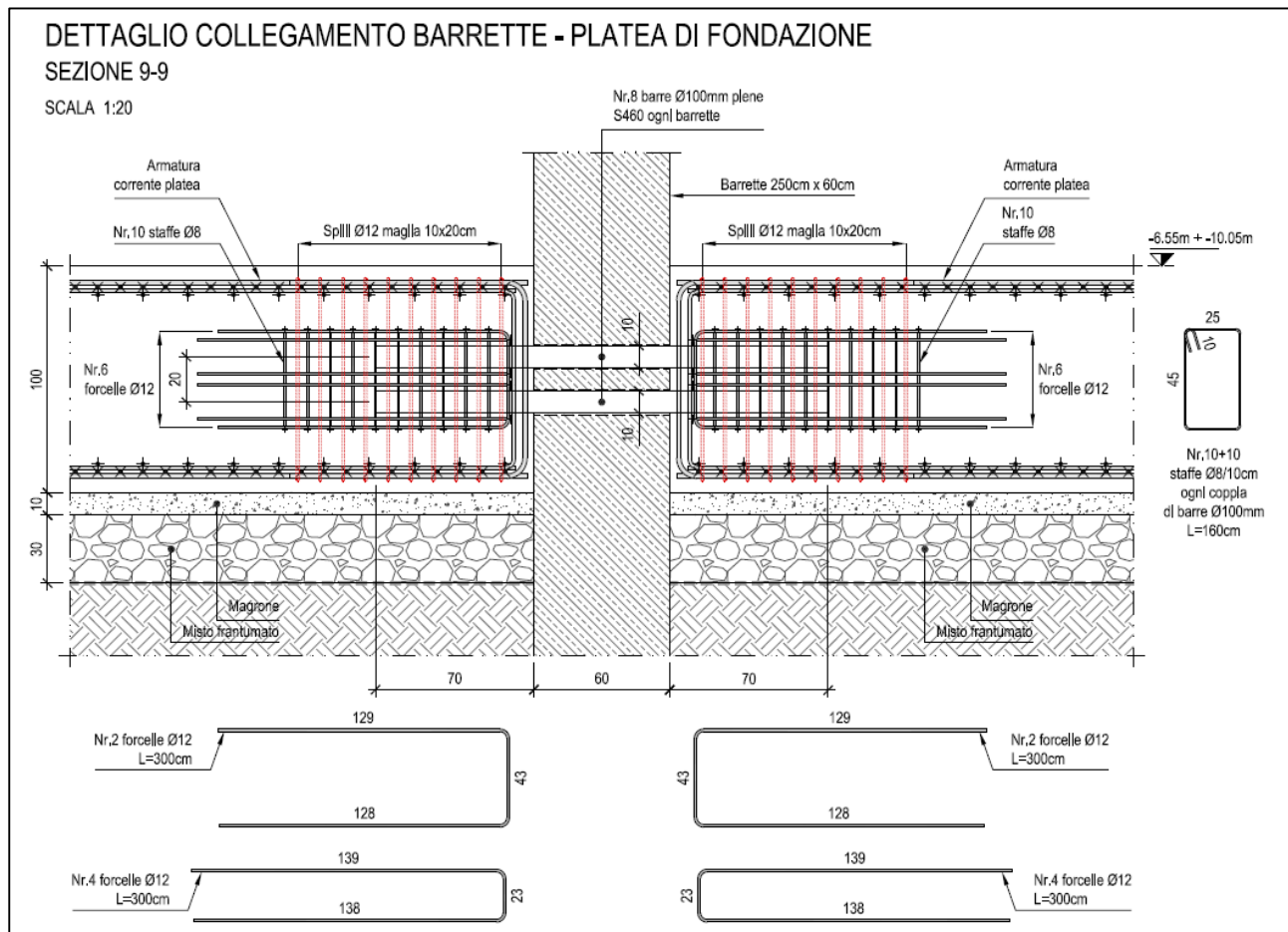
Tutte le verifiche sono soddisfatte.

Per favorire l'instaurarsi del traliccio resistente a taglio all'interno dello spessore della soletta e per




	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>310</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

confinare il calcestruzzo direttamente caricato dal tubolare in acciaio, è prevista l'aggiunta di nr. 6 forcelle di diametro 12mm intorno ad ogni coppia di connettori a taglio.



**Figura 237 Particolare collegamento platea – barrette (platea da 100cm)**



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>311</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 14 IMPERMEABILITA' E DURABILITA' DELLE STRUTTURE

Gli elementi in c.a. che costituiscono la vasca e che saranno esposti ad un contatto diretto con l'acqua o con la condensa dovranno essere adeguatamente protetti al fine di garantirne la durabilità ed, ove necessario, l'impermeabilità.

Di seguito si descrivono le caratteristiche degli elementi principali.

### 14.1 PLATEA DI FONDO E CONTRO-PARETI PERIMETRALI

Le contro-pareti interne e la platea di fondo saranno realizzate con calcestruzzo C35/45, classe di esposizione ambientale XC4-XA3, confezionato con additivo impermeabilizzante e protettivo, agente per cristallizzazione nell'intera massa di calcestruzzo. Tale additivo dovrà essere compatibile con il calcestruzzo utilizzato per i getti.

In particolare la controparete perimetrale sarà casserata e gettata in opera dalla base fino alla quota -3.55m slm con spessore 20cm. Più in alto sarà prevista una protezione del diaframma con una cortina di spritz beton dello spessore di 10cm.

La controparete gettata in opera e la protezione in spritz beton sono a tutti gli effetti da considerarsi elementi non strutturali.

### 14.2 DIAFRAMMI PERIMETRALI

Le contro-pareti interne e la platea di fondo saranno realizzate con calcestruzzo C25/30, classe di esposizione ambientale XC2, confezionato con additivo impermeabilizzante e protettivo, agente per cristallizzazione nell'intera massa di calcestruzzo. Tale additivo dovrà essere compatibile con il calcestruzzo utilizzato per i getti.

### 14.3 ELEMENTI INTERNI DI CONTRASTO

Gli elementi interni di contrasto (puntelli di contrasto zona torrino) saranno realizzati mediante calcestruzzo C35/45, classe di esposizione ambientale XC4-XA3, con additivo impermeabilizzante e protettivo, agente per cristallizzazione nell'intera massa di calcestruzzo.

Inoltre dovranno essere protetti dalla caduta dell'acqua mediante rivestimento superiore in lamiera in acciaio inox (spessore minimo 5 mm) ancorata mediante zanche o tirafondi in acciaio INOX.


### 14.4 BARRETTES

Le porzioni dei BARRETTES che resteranno esposte all'interno delle vasche dovranno essere accuratamente pulite e rinvivate per renderle idonee al successivo trattamento impermeabilizzante e protettivo. La pulizia dovrà avvenire con soffiatura e lavaggio con acqua ad alta pressione. Se necessario per raggiungere un buon grado di rinvivatura e pulizia si procederà anche mediante sabbiatura od idrosabbiatura. Una volta effettuata la pulizia e rinvivatura della superficie dei barrettes si procederà alla applicazione di due strati di vernice epossicatrame, con caratteristiche di resistenza agli scarichi industriali, agli acidi ed alle basi diluite, con incidenza minima di 1 kg/mq.

### 14.5 SOLETTA DI COPERTURA DELLA VASCA

L'intradosso della soletta di copertura della vasca dovrà essere protetto mediante applicazione di due strati di vernice epossicatrame, con caratteristiche di resistenza agli scarichi industriali, agli acidi ed alle basi diluite, con incidenza minima di 1 kg/mq.



	<b>RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE</b>				
	N° COMMESSA (JOB N°)	ID DOC. (DOC. ID)	REV.	N° FG. (SH. N.)	DI (LAST)
	<b>11300273776</b>		<b>3</b>	<b>312</b>	<b>313</b>
PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA					

## 14.6 PARETI TORRINO E CAMERA ASCIUTTA

Le pareti del torrino e della camera asciutta (locale in cui transitano le condotte di scarico verso mare) dovranno essere realizzate mediante calcestruzzo C35/45, classe di esposizione ambientale XC4-XA3, con additivo impermeabilizzante e protettivo, agente per cristallizzazione nell'intera massa di calcestruzzo.

Dovranno inoltre essere adottati tutti gli accorgimenti necessari per assicurare una perfetta tenuta idraulica degli attraversamenti degli elementi in c.a. da parte delle condotte.

## 14.7 ULTERIORI ACCORGIMENTI IN MERITO ALL'IMPERMEABILITÀ

Per ridurre ulteriormente le venute d'acqua attraverso i giunti dei pannelli di diaframma sono stati adottati giunti muniti di inserti in PVC con funzione di waterstop e sigillatura con colonne in jet grouting sul lato esterno allo scavo per tutti i giunti.

Qualora dell'acqua percoli attraverso i giunti o i pannelli di diaframmi, essa viene drenata per mezzo di apposito geocomposito situato fra la fodera interna e la parete di diaframmi. L'acqua eventualmente filtrata verrà poi raccolta e collettata per mezzo di apposite tubazioni situate nella controfodera di spessore 20cm e convogliate nella camera condotte (locale "asciutto", isolato dal volume di invaso) per poi essere allontanate per mezzo delle pompe di svuotamento del pozzetto di raccolta drenaggio sottoplatea.

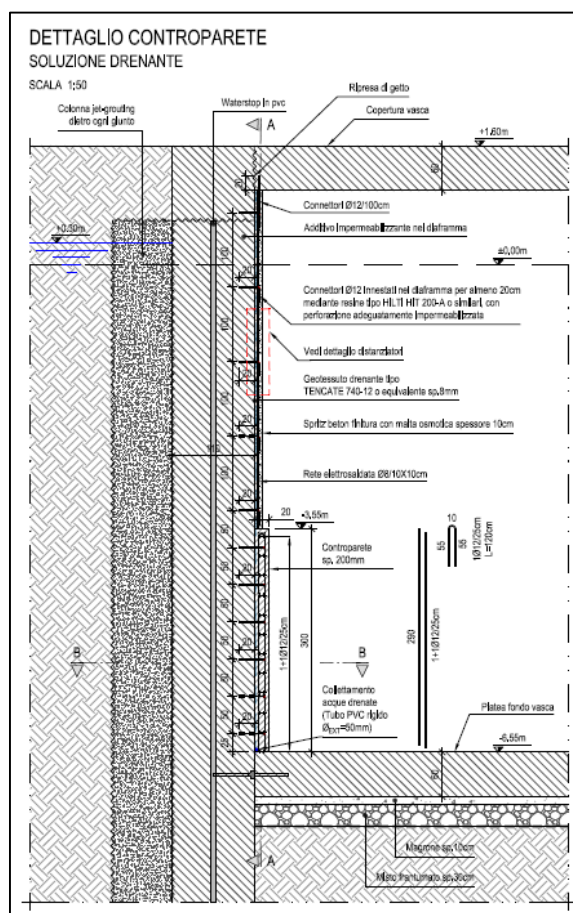


Figura 238 Dettaglio fodera interna



## RELAZIONE DI CALCOLO DELLE STRUTTURE

N° COMMESSA (JOB N°)

ID DOC. (DOC. ID)

REV.

N° FG. (SH. N.)

DI (LAST)

**11300273776**

**3**

**313**

**313**

PSBO - VASCHE DI LAMINAZIONE AUSA

### DETTAGLIO CONTROPARETE

SEZIONE A-A

SCALA 1:50

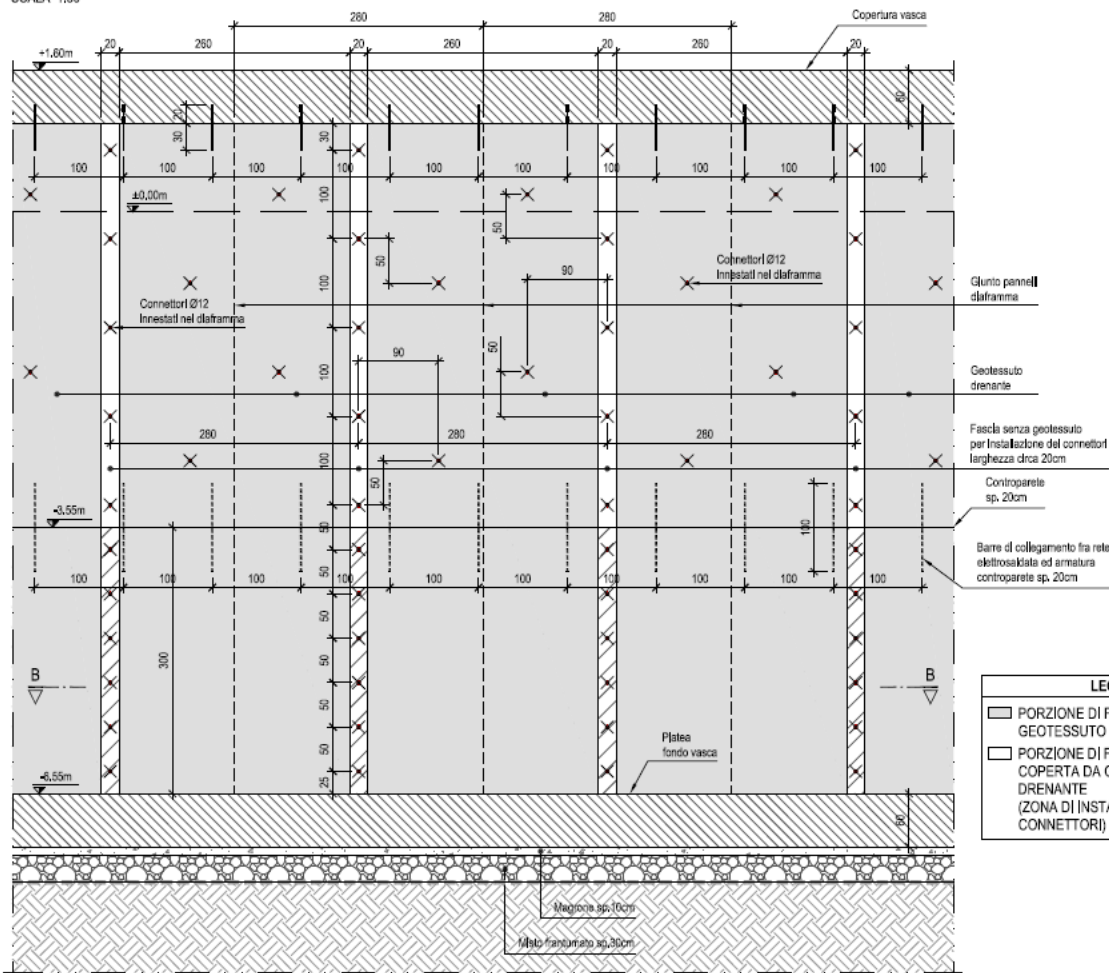


Figura 239 Dettaglio fodera interna

### DETTAGLIO CONTROPARETE

SEZIONE B-B

SCALA 1:50

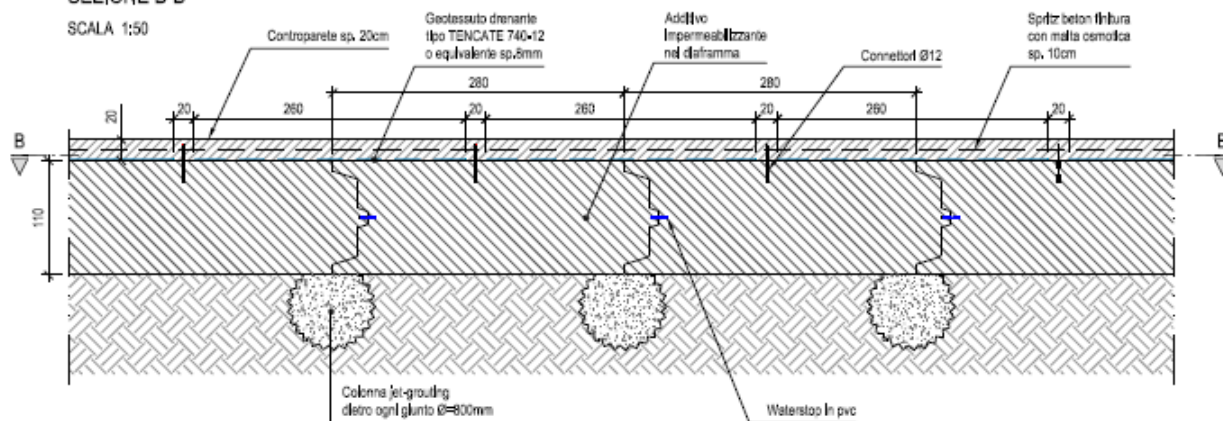


Figura 240 Dettaglio fodera interna