

# LIASON LYON - TURIN / COLLEGAMENTO TORINO - LIONE

Partie commune franco-italienne  
Section transfrontalière

Parte comune italo-francese  
Sezione transfrontaliera

NOUVELLE LIGNE LYON TURIN – NUOVA LINEA TORINO LIONE  
PARTIE COMMUNE FRANCO-ITALIENNE – PARTE COMUNE ITALO-FRANCESE

PARTE IN TERRITORIO ITALIANO – PROGETTO IN VARIANTE  
(OTTEMPERANZA ALLA PRESCRIZIONE N. 235 DELLA DELIBERA CIPE 19/2015)

CUP C11J05000030001 – PROGETTO DEFINITIVO

GENIE CIVIL / OPERE CIVILI

TUNNEL DE BASE – TUNNEL DI BASE  
GALEIRE DE MADDALENA – GALLERIA DELLA MADDALENA  
CENTRAL DE VENTILATION - CENTRALE DI VENTILAZIONE

PROJET DES STRUCTURES – NOTE DE CALCUL RACCORDS  
PROGETTO STRUTTURALE – RELAZIONE DI CALCOLO RACCORDI

Indice	Date/ Data	Modifications / Modifiche	Etabli par / Concepito da	Vérifié par / Controllato da	Autorisé par / Autorizzato da
0	13/01/2017	Première diffusion / Prima emissione	G. VERGNANO (st. 40) C. CARUSO (st. 40)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
A	28/02/2017	Révision suite aux commentaires TELT / Revisione a seguito commenti TELT	G. VERGNANO (st. 40) C. CARUSO (st. 40)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI
B	30/03/2017	Passage au statut AP / Passaggio allo stato AP	G. VERGNANO (st. 40) C. CARUSO (st. 40)	F. MAGNORFI C. OGNIBENE	L. CHANTRON A. MORDASINI



CODE DOC	<b>P</b>	<b>R</b>	<b>V</b>	<b>C</b>	<b>3</b>	<b>A</b>	<b>T</b>	<b>S</b>	<b>3</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>1</b>	<b>B</b>
	Phase / Fase		Sigle étude / Sigla		Émetteur / Emittente			Numero			Indice			

<b>A</b>	<b>P</b>	<b>N</b>	<b>O</b>	<b>T</b>
Statut / Stato		Type / Tipo		

ADRESSE GED INDIRIZZO GED	<b>C3A</b>	//	//	<b>26</b>	<b>48</b>	<b>50</b>	<b>10</b>	<b>08</b>
------------------------------	------------	----	----	-----------	-----------	-----------	-----------	-----------

ECHELLE / SCALA
-



TELT sas – Savoie Technolac - Bâtiment "Homère"  
13 allée du Lac de Constance – 73370 LE BOURGET DU LAC (France)  
Tél. : +33 (0)4.79.68.56.50 – Fax : +33 (0)4.79.68.56.75  
RCS Chambéry 439 556 952 – TVA FR 03439556952  
Propriété TELT Tous droits réservés – Proprietà TELT Tutti i diritti riservati

Ce projet  
est cofinancé par  
l'Union européenne  
(DG-TREN)



Questo progetto  
è cofinanziato  
dall'Unione europea  
(TEN-T)

## SOMMAIRE / INDICE

1. RESUME/RIASSUNTO .....	4
2. DOCUMENTI DI RIFERIMENTO .....	4
2.1 Documenti di progetto .....	4
3. INTRODUZIONE .....	5
3.1 Descrizione dell'intervento.....	5
3.2 Criteri di progetto e livelli prestazionali.....	9
4. NORMATIVE .....	10
5. MATERIALI .....	11
5.1 Calcestruzzo.....	11
5.2 Acciaio per cemento armato .....	11
6. ANALISI DEI CARICHI .....	12
6.1 Pesì propri.....	12
6.2 Permanenti .....	12
6.3 Variabili antropici.....	12
7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO .....	14
7.1 Spinta statica permanente del terreno .....	14
7.2 Spinta sismica .....	15
8. RITIRO E CARICO TERMICO .....	17
9. AZIONE SISMICA .....	18
10. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO.....	20
10.1 Casi di carico .....	20
10.2 Combinazioni.....	22
11. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI (FEM).....	24
12. VERIFICHE A SLE .....	27
12.1 Verifica tensioni in esercizio .....	27
12.2 Verifica fessurazione .....	27
13. VERIFICHE A SLU FLESSIONE.....	27
14. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI (RACCORDO 1).....	28
14.1 PLATEA.....	29
14.2 SOLETTA (+680,50 m).....	42
14.3 SOLETTA (+684,26 m).....	55
14.4 MURI Y-Z-X .....	68
14.5 MURO Y' .....	82
14.6 MURO J-X (65cm).....	95
14.7 MURO W - MURO CONTENIMENTO .....	108
14.8 MURO SU GIUNTO .....	121
14.9 PILASTRI.....	135
14.10 TRAVE PARETE.....	148
15. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI (RACCORDO 2).....	162

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

---

15.1	PLATEA .....	163
15.2	SOLETTA DI COPERTURA.....	176
15.3	MURO Q–O.....	189
15.4	MURO P.....	201
15.5	MURO DI CONTENIMENTO .....	214
15.6	MURO SU GIUNTO .....	226
15.7	PILASTRO 70x70 .....	238
16.	VERIFICHE GEOTECNICHE .....	248
16.1	Calcolo carico limite.....	248
16.2	Calcolo cedimenti .....	252
16.3	FONDAZIONE (Raccordo 1).....	253
16.4	Verifica a capacità portante (Raccordo 1) .....	257
16.5	Verifica cedimenti (Raccordo 1) .....	260
16.6	FONDAZIONE (Raccordo 2).....	262
16.7	Verifica a capacità portante (Raccordo 2) .....	267
16.8	Verifica cedimenti (Raccordo 2) .....	270

## 1. RESUME/RIASSUNTO

La présent note contient les vérifications des raccords 1 et 2 pour la réalisation de la central de ventilation.

Nella relazione si riportano le verifiche dei raccordi 1 e 2 per la realizzazione della centrale di ventilazione.

## 2. Documenti di riferimento

### 2.1 Documenti di progetto

I documenti di riferimento sono i seguenti:

- PRV-C3A-TS3-7663\_26-48-50\_30-25 Progetto strutturale - Muri perimetrali – pianta
- PRV-C3A-TS3-7664\_26-48-50\_40-08 Progetto strutturale - Muri perimetrali prospetti e sezioni 1/4
- PRV-C3A-TS3-7665\_26-48-50\_40-09 Progetto strutturale - Muri perimetrali prospetti e sezioni 2/4
- PRV-C3A-TS3-7666\_26-48-50\_40-10 Progetto strutturale - Muri perimetrali prospetti e sezioni 3/4
- PRV-C3A-TS3-7667\_26-48-50\_40-11 Progetto strutturale - Muri perimetrali prospetti

### 3. INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda le strutture del Raccordo 1 e Raccordo 2 della Centrale di ventilazione Maddalena sita nel Comune di Chiomonte (TO).

#### 3.1 Descrizione dell'intervento

I Raccordi collegano la centrale di ventilazione agli imbocchi delle gallerie, ma ai fini strutturali risultano indipendenti da esse perché sono separati per mezzo di giunti strutturali.

Le strutture in oggetto sono interrato e vengono realizzate interamente in conglomerato cementizio armato. Si sviluppano su un asse longitudinale lungo il quale presentano una variazione della sezione trasversale: da una di tipo rettangolare (lato confinante con la centrale di ventilazione) ad una di tipo circolare (lato parete di testa, confinante con la galleria).

#### Raccordo 1

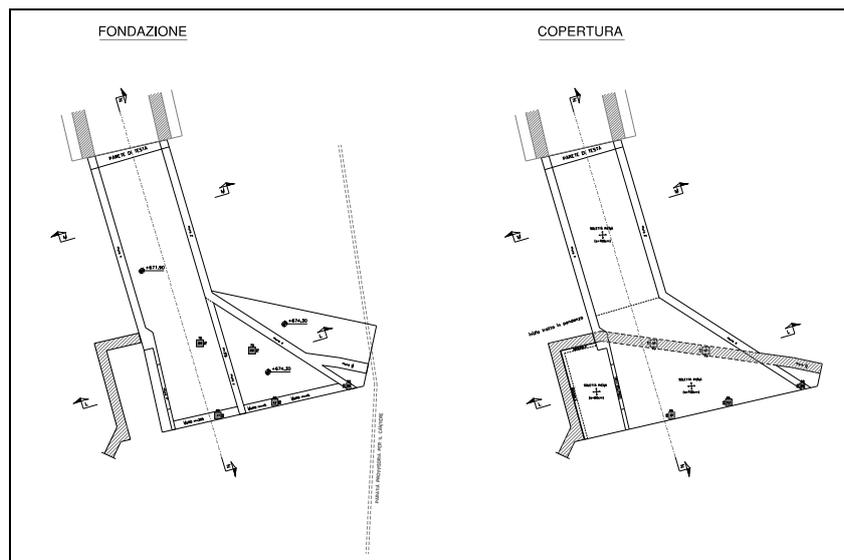
La fondazione è costituita da una platea su due quote diverse, rispettivamente di spessore 80 cm e di 100 cm.

La soletta di copertura ha uno spessore costante di 100 cm. Su di essa si trova un muro di contenimento atto a sostenere la soletta di spessore pari a 50 cm della centrale di ventilazione, ma tra di essi giuntati. Inoltre nella zona d'estremità confinante con la centrale, il solaio ha due differenti spessori da 100 cm e 50 cm per il tratto che si appoggia sulle mensole dei muri di contenimento (quota +680,00).

Le pareti laterali del raccordo presentano anch'esse uno spessore di 65 cm e 80 cm lungo lo sviluppo longitudinale.

I pilastri interni hanno dimensioni di: 70x70 cm, 65x65 cm e 50x50 cm.

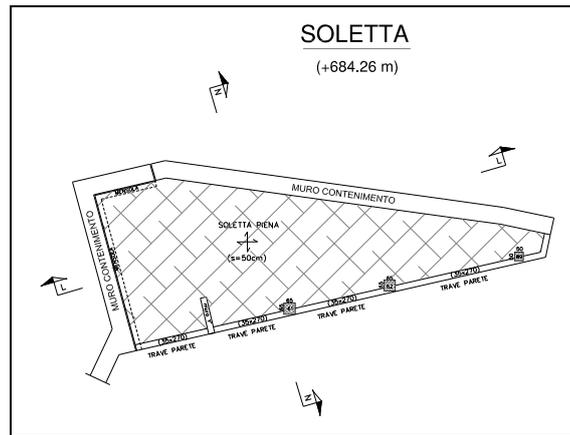
Il muro che nasce dalla fondazione in adiacenza alla centrale ha spessore pari a 85 cm.



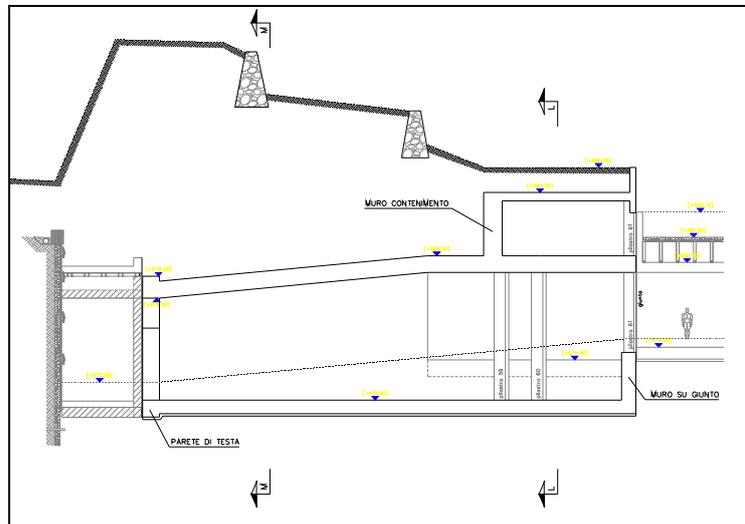
Fondazione e Copertura\_Raccordo 1

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

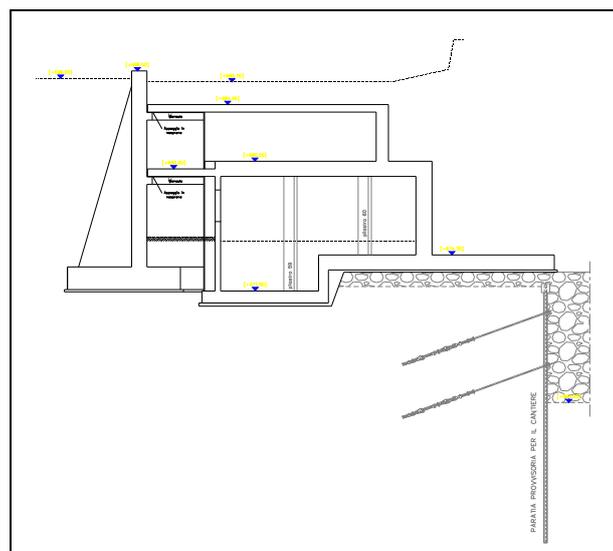
Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



Soletta sovrastante il muro di contenimento\_ Raccordo 1



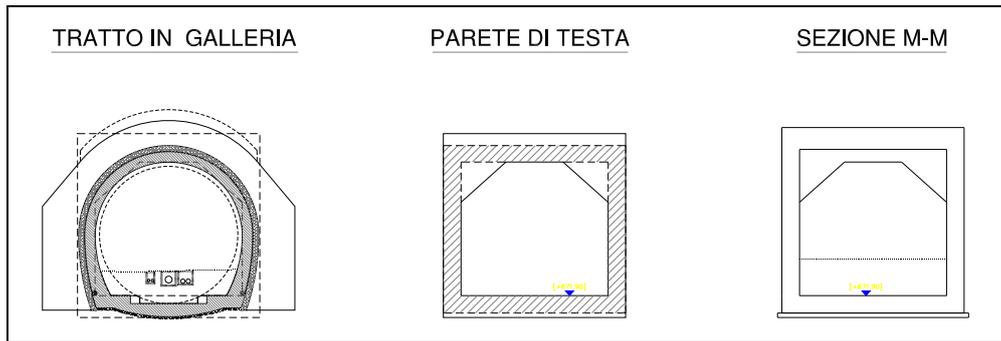
Sezione longitudinale (N-N)\_ Raccordo 1



Sezione trasversale (L-L)\_ Raccordo 1

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



Sezioni trasversali\_Raccordo 1

**Raccordo 2**

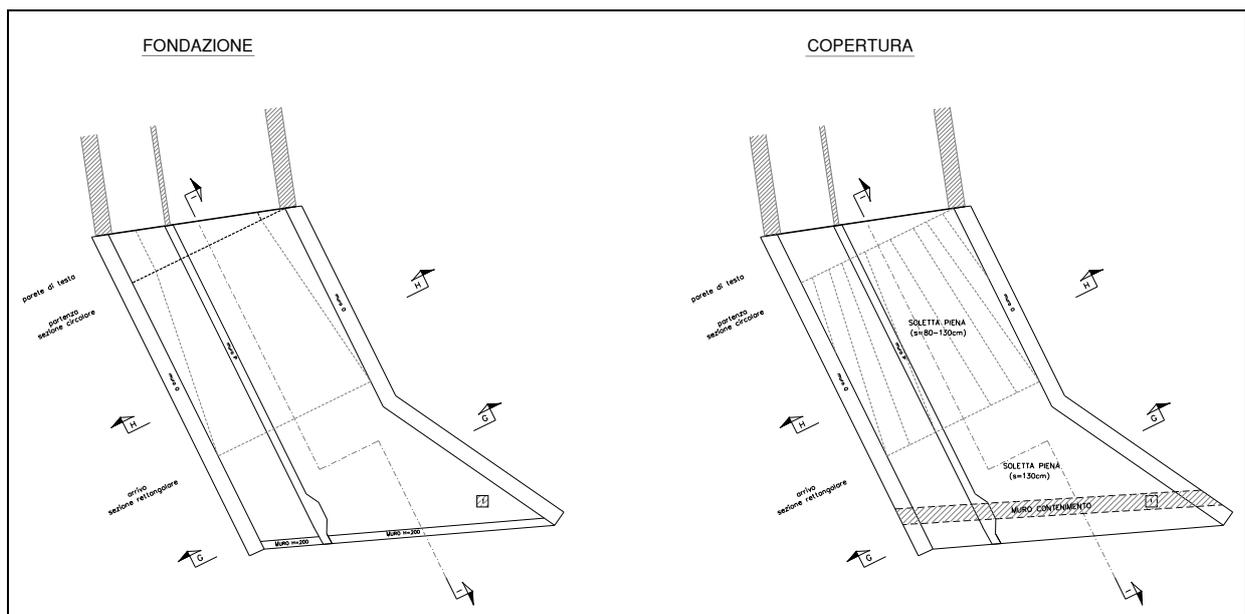
La fondazione è costituita da una platea di 100 cm spessore, tuttavia subisce un inspessimento in corrispondenza della zona d'estremità confinante con la galleria raggiungendo spessori 175 cm.

La soletta di copertura ha uno spessore variabile da 130 cm (lato centrale) a 80 cm (lato parete di testa). Su di essa si trova un muro di contenimento atto a sostenere la soletta di spessore pari a 50 cm della centrale di ventilazione, ma tra di essi giuntati.

Le pareti laterali del raccordo presentano anch'esse uno spessore variabile crescente (da 90 cm a 180 cm) lungo lo sviluppo longitudinale. Inoltre esse risultano separate da un muro interno di spessore 50 cm che tuttavia, in corrispondenza del muro di contenimento, diviene di spessore pari a 95 cm.

Il pilastro interno ha dimensioni di 70x70 cm.

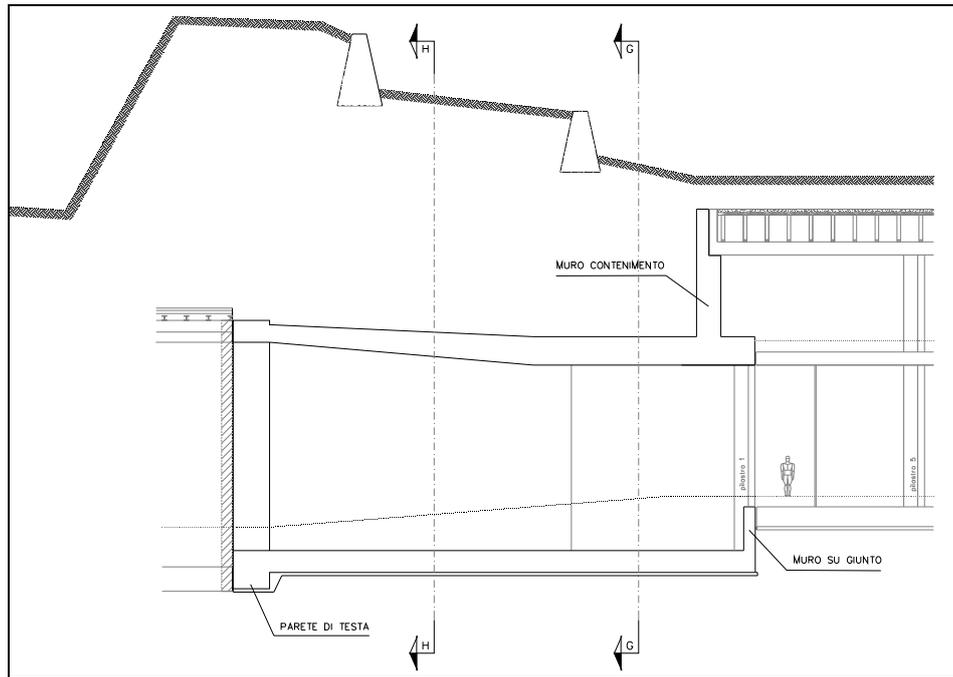
Il muro che nasce dalla fondazione in adiacenza alla centrale ha spessore pari a 50 cm.



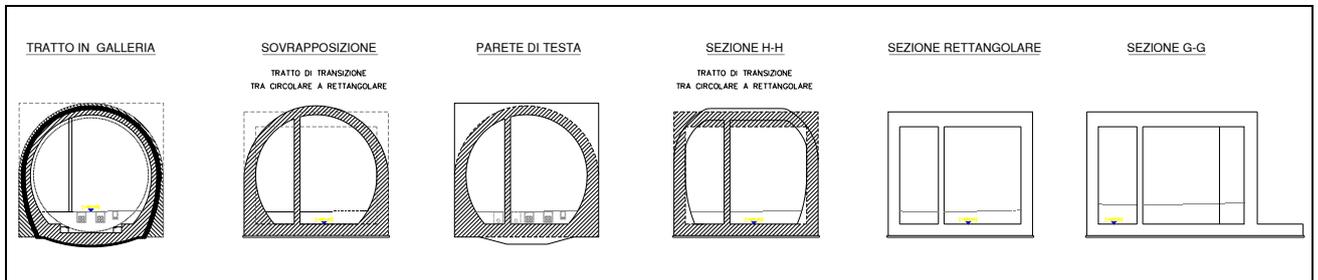
Fondazione e Copertura\_Raccordo 2

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



Sezione longitudinale (I-I)\_Raccordo 2



Sezioni trasversali \_Raccordo 2

### 3.2 Criteri di progetto e livelli prestazionali

Le strutture in oggetto sono realizzate in c.a. gettato in opera di classe C28/35.

Le strutture interrato verranno trattate con opportuni sistemi di impermeabilizzazione al fine di contenere le eventuali infiltrazioni.

Tutte le strutture dovranno rispettare quanto stabilito dalla normativa vigente in quanto classe di esposizione, consistenza e resistenza.

L'analisi strutturale viene effettuata in base alle normative vigenti. In particolare per la definizione dei carichi, le analisi e le verifiche si è fatto riferimento al quadro normativo delineato dal D.M. 14/01/08 (Norme Tecniche per le Costruzioni).

Per quanto non riportato sul Decreto sono seguite le indicazioni degli Eurocodici e della Circolare applicativa delle NTC medesime del 02/02/2009.

Le verifiche degli elementi è svolta seguendo il metodo degli Stati Limite.

L'approccio progettuale adottato è quindi il seguente:

- definizione della normativa base di riferimento (sisma, vento, carichi);
- acquisizione dei parametri geologico/geotecnici;
- definizione dei carichi;
- valutazione della sicurezza strutturale (resistenza a SLU, a SLE e a eventi accidentali, come incendio, sisma...);
- valutazione del comportamento in esercizio (durabilità e fessurazione, comfort...).

Per la valutazione delle azioni si è fatto riferimento all'allegato B delle NTC con riferimento alle coordinate dell'area su cui sorgerà il fabbricato.

Per le tipologie strutturali proposte si è stabilito di utilizzare un termine di "vita nominale" maggiore od uguale a 100 anni (§2.4.1 del NTC 2008).

La "classe d'uso" considerata per la struttura, è la IV.

Si considera un fattore di struttura unitario sia per la parte di struttura interrata sia per la parte in elevazione; la modellazione agli elementi finiti dell'intera struttura viene eseguita con il programma Straus7 ver.2.4.6. L'interfaccia tra la platea e il terreno è schematizzata tramite molle alla winkler.

E' stato verificato il comportamento di insieme delle strutture medesime in condizioni di esercizio ed in condizioni ultime.

La durabilità delle strutture in calcestruzzo armato dovrà essere garantita dallo studio di un mix design per i getti in c.a. che sarà tarato in funzione delle condizioni ambientali del sito e mediante l'adozione di idonei copriferri.

#### 4. NORMATIVE

L'analisi della struttura in oggetto è stata fatta utilizzando i metodi usuali della Scienza delle Costruzioni ed in conformità alle normative e leggi vigenti:

- L. 05/11/1971 n. 1086:** “Norme per la disciplina delle opere in conglomerato cementizio armato normale e precompresso ed a struttura metallica”;
- L. 02/02/1974 n. 64:** “Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche”;
- D.M. 14 gennaio 2008:** “Norme Tecniche per le Costruzioni”;
- Circ. Min. 02/02/2009 n.617:** “Istruzione per l'applicazione delle “Nuove norme tecniche per le costruzioni” di cui al decreto ministeriale 14 gennaio 2008”;
- UNI EN 1992-2005:** “Progettazione delle strutture in calcestruzzo”;
- UNI EN 1997-2005:** “Progettazione geotecnica”;
- UNI EN 1998-2005:** “Progettazione delle strutture per la resistenza sismica”;
- UNI EN 206-1-2001:** “Calcestruzzo – Specificazione, prestazione, produzione e conformità”;
- CNR 10024/84:** “Analisi di strutture mediante elaboratore: impostazione e redazione delle relazioni di calcolo”.

Normative di riferimento per la determinazione della resistenza al fuoco delle strutture:

- D.M. 16/02/07:** “Classificazione di resistenza al fuoco di prodotti ed elementi costruttivi di opere da costruzione.”;
- D.M. 09/03/07:** “Prestazioni di resistenza al fuoco delle costruzioni nelle attività soggette al controllo del Corpo nazionale dei vigili del fuoco.”;
- D.M. 03/08/15:** “Nuove norme di prevenzione incendi”

## 5. MATERIALI

### 5.1 Calcestruzzo

#### *Sottofondazioni*

Classe di resistenza:	C12/15
Contenuto minimo di cemento:	150 kg/m <sup>3</sup>

#### *Fondazioni, muri, setti, solette e pilastri*

Classe di resistenza:	C28/35
Classe di esposizione:	XC2
Modulo elastico:	$E_c = 32.588 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a compressione cilindrica:	$f_{ck} = 29,05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza media a compressione cilindrica:	$f_{cm} = 37,05 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a compressione:	$f_{cd} = 16,46 \text{ N/mm}^2$
Resistenza a trazione (valore medio):	$f_{ctm} = 2,83 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione:	$f_{ctk} = 1,98 \text{ N/mm}^2$
Resistenza caratteristica a trazione per flessione:	$f_{ctk} = 2,38 \text{ N/mm}^2$
Copriferro:	$c = 45 \text{ mm}$

### 5.2 Acciaio per cemento armato

Si utilizzano barre ad aderenza migliorata in acciaio con le seguenti caratteristiche meccaniche:

B450C

Tensione caratteristica di snervamento:	$f_{yk} = 450 \text{ N/mm}^2$
Tensione caratteristica di rottura:	$f_{tk} = 540 \text{ N/mm}^2$
Resistenza di calcolo a trazione:	$f_{yd} = 391,30 \text{ N/mm}^2$
Modulo elastico	$E_s = 210.000 \text{ N/mm}^2$

## 6. ANALISI DEI CARICHI

### 6.1 Pesì propri

#### **Peso proprio struttura**

I pesi propri della struttura in cemento armato vengono valutati in automatico dal programma di calcolo (assumendo un peso specifico  $\gamma = 25 \text{ kN/m}^3$ ).

#### **Peso proprio solaio centrale ventilazione**

Soletta (sp = 60cm) 15,00 kN/m<sup>2</sup>

### 6.2 Permanenti

#### **Permanente fondazione**

Permanente su Raccordo 1:

altezza massima (sp = 3,65 m) 73 kN/m<sup>2</sup>  
altezza minima (sp = 1,08 m) 21,6 kN/m<sup>2</sup>

Permanente su Raccordo 2:

altezza massima (sp = 2,50 m) 50 kN/m<sup>2</sup>  
altezza minima (sp = 1,05 m) 21 kN/m<sup>2</sup>

#### **Permanente solaio intermedio +680,50**

Permanente su soletta 1,00 kN/m<sup>2</sup>

#### **Permanente solaio copertura +684,26**

Permanente su soletta 30,00 kN/m<sup>2</sup>

#### **Permanente solaio copertura centrale ventilazione +680,10**

Permanente su soletta 32,50 kN/m<sup>2</sup>

### 6.3 Variabili antropici

#### **Variabile fondazione**

Variabile (categoria E uso industriale) 10,00 kN/m<sup>2</sup>

#### **Variabile copertura**

Variabile (categoria G transito automezzi) 20,00 kN/m<sup>2</sup>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Variabile solaio copertura centrale (categoria H coperture) 2,00 kN/m<sup>2</sup>

**Sovrappressioni aria sulle pareti**

Raccordo 1, dovute ai ventilatori al piano primo  
 Sovrappressione di mandata 1,00 kN/m<sup>2</sup>  
 Sovrappressione di aspirazione 0,50 kN/m<sup>2</sup>

Raccordo 2, dovute ai ventilatori al piano terra  
 Sovrappressione di mandata 5 kN/m<sup>2</sup>  
 Sovrappressione di aspirazione 0,50 kN/m<sup>2</sup>

I coefficienti di combinazione risultano secondo il DM 14.01.2008:

**Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione**

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

## 7. CARATTERISTICHE GEOTECNICHE DEL TERRENO

Per calcolare la spinta delle terre si sono utilizzate le seguenti caratteristiche:

### - Terreno in sito

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 30^\circ \quad \text{coesione} = 0 \text{ kN/m}^2$$

### - Terreno di reinterro

$$\gamma = 20 \text{ kN/m}^3 \quad \phi = 37^\circ \quad \text{coesione} = 0 \text{ kN/m}^2$$

Per il riempimento a tergo dei muri si prevede l'utilizzo del materiale roccioso di scavo in galleria classificato nella classe di utilizzo C12 (Rif.: PRV\_C3B\_0085\_00-04-03\_10\_02\_Analisi dei materiali di scavo e valorizzazione).

Il materiale dovrà essere adeguatamente frantumato per consentirne la compattazione con rullo pesante (12t) per strati con spessore compreso tra 0,4 e 0,5m. La stesa in opera e la rullatura dovrà avvenire con materiale umido.

La pezzatura massima non dovrà essere superiore a 200 mm ed almeno l'80% in volume dovrà avere pezzatura inferiore a 50 mm. Ove necessario si dovrà apportare una adeguata correzione del fuso (per frantumazione e/o aggiunta di pezzature in difetto) per ottenere un buon assortimento granulometrico con presenza di fine compreso tra il 10% ed il 15 %.

Il materiale in opera compattato dovrà garantire un angolo di attrito interno non inferiore a 37°.

### 7.1 Spinta statica permanente del terreno

Nel caso in cui le deformazioni siano impedita da una struttura che non ceda in alcun punto, la pressione esercitata è nota come Spinta a Riposo. Questo concetto è esteso ai muri cantinati nei quali gli spostamenti trasversali sono contrastati dai vincoli offerti dalle eventuali solette orizzontali a cui essi sono connessi.

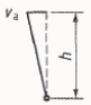
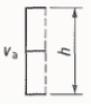
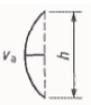
L'utilizzo della Spinta Attiva è preordinato allo scivolamento di un cuneo di terreno a tergo dell'opera di sostegno il quale permette di mobilitare la Spinta stessa. In letteratura sono presenti alcuni riferimenti riguardo agli spostamenti orizzontali minimi che si devono verificare per poter utilizzare questo modello di calcolo:

$$\Delta v/h = 0.1-0.2\% \text{ dell'altezza } h \text{ del muro di sostegno (Lancellotta, Geotecnica)}$$

$\Delta v/h$  limite è fornito dalla seguente tabella presente nell'EC7 all'Annex C:

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Kind of wall movement		$v_d/h$ loose soil %	$v_d/h$ dense soil %
a)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
b)		0,2	0,05 to 0,1
c)		0,8 to 1,0	0,2 to 0,5
d)		0,4 to 0,5	0,1 to 0,2
where: $v_a$ is the wall motion to mobilise active earth pressure $h$ is the height of the wall			

Valutando gli spostamenti in combinazione Rara delle azioni, per il terreno di riporto avente  $\gamma = 20 \text{ kN/m}^3$  e  $\phi = 37^\circ$ , si ha:

il muro di contenimento e il muro su giunto sono soggetti alla Spinta Attiva con:

$$K_a = \tan^2 \left( 45 - \frac{\phi}{2} \right) = 0,249$$

la restante parte della struttura è soggetta alla Spinta a Riposo con:

$$K_0 = 1 - \sin\phi = 0,400;$$

## 7.2 Spinta sismica

Le NTC 2008 specificano al punto 7.11.6.2.1 che è lecito procedere con l'analisi pseudo-statica considerando il cuneo di terreno a tergo dell'opera in stato limite attivo (Metodo Mononobe-Okabe) se la struttura può spostarsi, quindi seguendo le stesse restrizioni prese in considerazione per la spinta statica; per quei muri in cui non si mobilita la Spinta Attiva, si cerca un approccio alternativo come indicato dall'EC8 PART 5 al punto 7.3.2.1:

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

---

- (3) Nel caso di strutture rigide, come muri di cantinato o muri a gravità fondati su roccia o su pali, si sviluppano spinte maggiori di quella attiva, ed è più appropriato ipotizzare il terreno in uno stato di riposo come mostrato nel punto E.9. Si raccomanda di ipotizzare ciò anche per i muri di contenimento tirantati ove non sia permesso alcun movimento.

**E.9**

*Forze causate dalla spinta del terreno per strutture rigide*

Nel caso di strutture rigide che sono completamente vincolate, in modo tale che non può svilupparsi nel terreno uno stato di spinta attiva, e per un muro verticale con terrapieno a superficie orizzontale, la forza dinamica dovuta all'incremento di spinta del terreno può essere preso uguale a:

$$\Delta P_d = \alpha \cdot S \cdot \gamma \cdot H^2 \quad (\text{E.19})$$

dove:

$H$  è l'altezza del muro.

Il punto di applicazione può essere preso a metà dell'altezza.

$\alpha$  è il rapporto  $a_g/g$

$S = S_T \cdot S_S$  dove:  $S_T$  fattore Topografico e  $S_S$  fattore Stratigrafico

Questa formulazione si adatta a quanto descritto dalle Norme Tecniche 2008 a proposito dei metodi di analisi pseudo-statici ed è conosciuta in letteratura come metodo di Wood.

Si sono utilizzate le formulazioni di Wood per tutte le pareti soggette a Spinta a Riposo.

Si è utilizzato il metodo Mononobe-Okabe per i muri soggetti a Spinta Attiva.

## 8. RITIRO E CARICO TERMICO

Relativamente al ritiro e al carico termico non sono stati presi in conto nell'analisi globale poiché la struttura in esame presenta dimensione in pianta inferiore a 30 m, ai sensi di quanto stabilito dall'Eurocodice 2 EN 1992-1-1:2005 al punto 2.3.3 (3) e confermato dall'annesso nazionale.

### 2.3.3

#### Deformazioni del calcestruzzo

- (1)P Le conseguenze della deformazione dovuta alla temperatura, alla viscosità ed al ritiro devono essere tenuti in conto nella progettazione.
- (2) Il rispetto delle regole di applicazione della presente norma permette generalmente di tener conto dell'influenza di questi effetti. Si raccomanda inoltre di cercare di:
  - minimizzare la deformazione e la fessurazione dovute a deformazioni impresse su calcestruzzo giovane, a viscosità e a ritiro attraverso la composizione della miscela di calcestruzzo;
  - minimizzare gli impedimenti alla deformazioni attraverso la disposizione di apparecchi d'appoggio o giunti;
  - se vi sono dei vincoli, assicurarsi che la loro influenza sia tenuta in considerazione nella progettazione.
- (3) Nelle strutture di edifici, gli effetti della temperatura e del ritiro possono essere omissi nell'analisi globale a condizione che siano disposti dei giunti ad intervalli  $d_{joint}$  tali da assorbire le deformazioni risultanti.

Nota

Il valore di  $d_{joint}$  è oggetto di un'appendice nazionale. Il valore raccomandato è 30 m. Per le strutture prefabbricate il valore può essere più alto che per le strutture gettate in opera, dal momento che una parte della viscosità e del ritiro avviene prima della costruzione.

## 9. AZIONE SISMICA

Ai sensi del par. 3.2 delle NTC 2008 si è proceduto alla definizione di spettri di risposta adeguati. Innanzitutto sono state determinate le coordinate dell'area di interesse pari a 45,129402° latitudine NORD e 6,989686° longitudine EST, quindi sono stati valutati i parametri  $a_g$ ,  $F_0$  e  $T^*_c$  in tali coordinate andando a effettuare una media pesata tra i valori riportati all'allegato B delle NTC per i valori assunti nei 4 vertici del reticolo all'interno dei quali cade il punto di interesse.



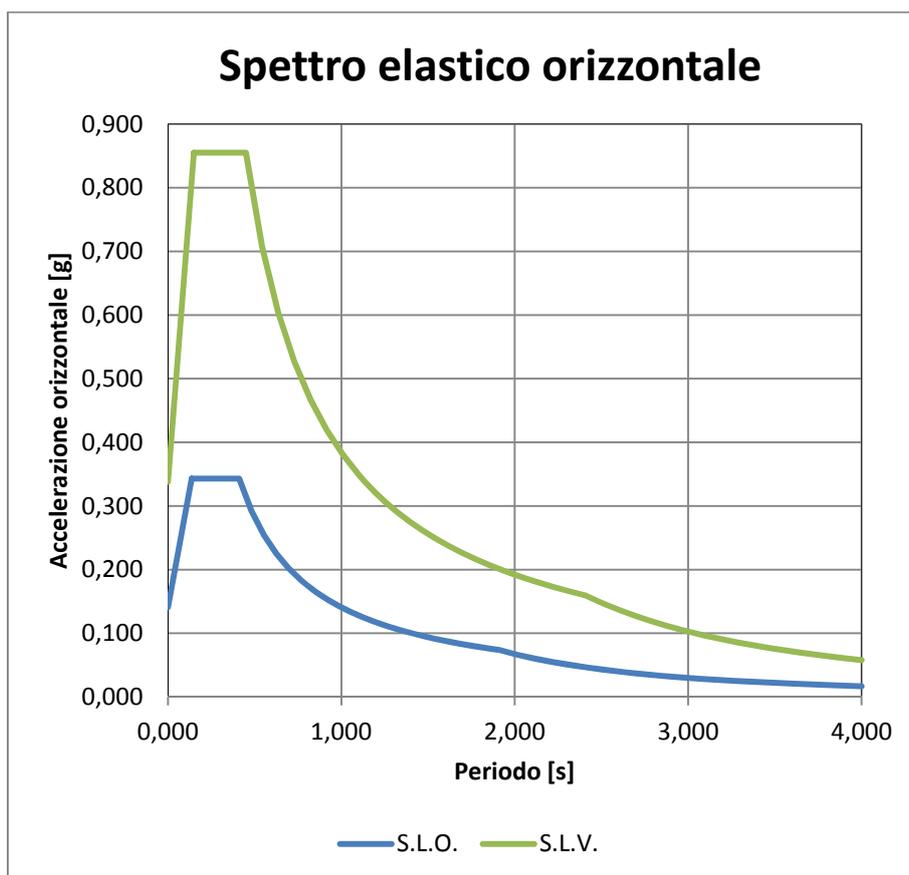
Si considera una vita nominale 100 anni, classe d'uso IV dell'edificio e si classifica il sedime fondale in categoria "C" ai sensi della Tab. 3.2.II delle NTC.

I dati di ingresso per la valutazione degli spettri per i differenti SL sono:

	$T_R$ [anni]	$a_g$ [g]	$F_0$ [-]	$T^*_c$ [s]
SLO	120	0,078	2,432	0,246
SLD	201	0,097	2,440	0,254
SLV	1898	0,202	2,530	0,282
SLC	2475	0,218	2,545	0,285

Come previsto dalla norma si valuteranno gli spettri di accelerazione relativi ai seguenti due Stati Limite:

- SLO (Stato limite di operatività): assume rilevanza per le verifiche di fruibilità degli impianti e per le verifiche di deformabilità;
- SLV (Stato limite di salvaguardia della vita): equivalente alla verifica di SLU.



La struttura è calcolata con fattore di struttura  $q = 1$  poiché è completamente interrata e si muove in modo sincrono col terreno sotto l'azione sismica; si esegue pertanto un'analisi statica equivalente e viene progettata in termini di resistenza e non di duttilità.

Da tale assunzione segue che non verranno considerate le disposizioni costruttive del cap.7 del TU08 ossequiando comunque le richieste della normativa riportate nel cap.4

## 10. CASI E COMBINAZIONI DI CARICO

### 10.1 Casi di carico

I carichi agenti sulla struttura sono combinati secondo quanto prescritto dalle norme tecniche ed in particolare:

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

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.1)$$

- Combinazione caratteristica (rara), generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) irreversibili, da utilizzarsi nelle verifiche alle tensioni ammissibili di cui al § 2.7:

$$G_1 + G_2 + P + Q_{k1} + \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.2)$$

- Combinazione frequente, generalmente impiegata per gli stati limite di esercizio (SLE) reversibili:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.3)$$

- Combinazione quasi permanente (SLE), generalmente impiegata per gli effetti a lungo termine:

$$G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \psi_{23} \cdot Q_{k3} + \dots \quad (2.5.4)$$

- Combinazione sismica, impiegata per gli stati limite ultimi e di esercizio connessi all'azione sismica E (v. § 3.2):

$$E + G_1 + G_2 + P + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.5)$$

- Combinazione eccezionale, impiegata per gli stati limite ultimi connessi alle azioni eccezionali di progetto  $A_d$  (v. § 3.6):

$$G_1 + G_2 + P + A_d + \psi_{21} \cdot Q_{k1} + \psi_{22} \cdot Q_{k2} + \dots \quad (2.5.6)$$

Per ciascun tipo di combinazione sono state valutate diverse situazioni di carico, al fine di valutare e verificare la condizione di carico peggiore a cui la struttura può essere sottoposta.

Secondo le indicazioni riportate dalle Norme tecniche sono stati utilizzati i coefficienti parziali di sicurezza riportati nelle seguenti tabelle.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Tabella 2.5.I – Valori dei coefficienti di combinazione

Categoria/Azione variabile	$\Psi_{0j}$	$\Psi_{1j}$	$\Psi_{2j}$
Categoria A Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $\leq 30$ kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso $> 30$ kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota $\leq 1000$ m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota $> 1000$ m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

Tabella 2.6.I – Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni nelle verifiche SLU

		Coefficiente $\gamma_F$	EQU	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,9	1,0	1,0
	sfavorevoli		1,1	1,3	1,0
Carichi permanenti non strutturali <sup>(1)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_Q$	0,0	0,0	0,0
	sfavorevoli		1,5	1,5	1,3

<sup>(1)</sup>Nel caso in cui i carichi permanenti non strutturali (ad es. carichi permanenti portati) siano compiutamente definiti si potranno adottare per essi gli stessi coefficienti validi per le azioni permanenti.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

## 10.2 Combinazioni

Si riportano i coefficienti introdotti nel programma al fine di realizzare le combinazioni di carico richieste dalla normativa.

### COMBINAZIONI SLU

	U1	U2	U3	U4	U5	U6	U7	U8	U9	U10
<b>Peso proprio</b>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
<b>Permanente</b>	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1
<b>Spinta terra permanente</b>	1,3	1,3	1,3	1	1	1	1,3	1,3	1,3	1
<b>Spinta terra variabile</b>	1,5	1,5	1,5	0	0	0	1,5	1,5	1,5	0
<b>Variabile (cat.E)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.G)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.H)</b>	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	0	0	0	0
<b>Pressione ventilatori</b>	1,5	-1,5	0	1,5	-1,5	0	1,5	-1,5	0	0

### COMBINAZIONI SLV-SLO

	V1	V2	V3	V4	V5	V6	V7	V8
<b>Peso proprio</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Permanente</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Spinta terra permanente</b>	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Spinta terra variabile</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.E)</b>	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
<b>Variabile (cat.G)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.H)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pressione ventilatori</b>	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Spinta Wood +X</b>	1	1	0	0	0,3	0	0,3	0
<b>Spinta Wood -X</b>	0	0	1	1	0	0,3	0	0,3
<b>Spinta Wood +Y</b>	0,3	0	0,3	0	1	1	0	0
<b>Spinta Wood -Y</b>	0	0,3	0	0,3	0	0	1	1
<b>Sisma X SLV (q=1)</b>	1	1	-1	-1	0,3	-0,3	0,3	-0,3
<b>Sisma Y SLV (q=1)</b>	0,3	-0,3	0,3	-0,3	1	1	-1	-1

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

COMBINAZIONI SLE RARA

	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	R9	R10
<b>Peso proprio</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Permanente</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Spinta terra permanente</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Spinta terra variabile</b>	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0
<b>Variabile (cat.E)</b>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.G)</b>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.H)</b>	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
<b>Pressione ventilatori</b>	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	0

COMBINAZIONI SLE FREQUENTE

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10
<b>Peso proprio</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Permanente</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Spinta terra permanente</b>	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
<b>Spinta terra variabile</b>	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0,5	0,5	0,5	0
<b>Variabile (cat.E)</b>	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0,9	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.G)</b>	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0	0	0	0
<b>Variabile (cat.H)</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Pressione ventilatori</b>	1	-1	0	1	-1	0	1	-1	0	0

COMBINAZIONI SLE QUASI PERMANENTE

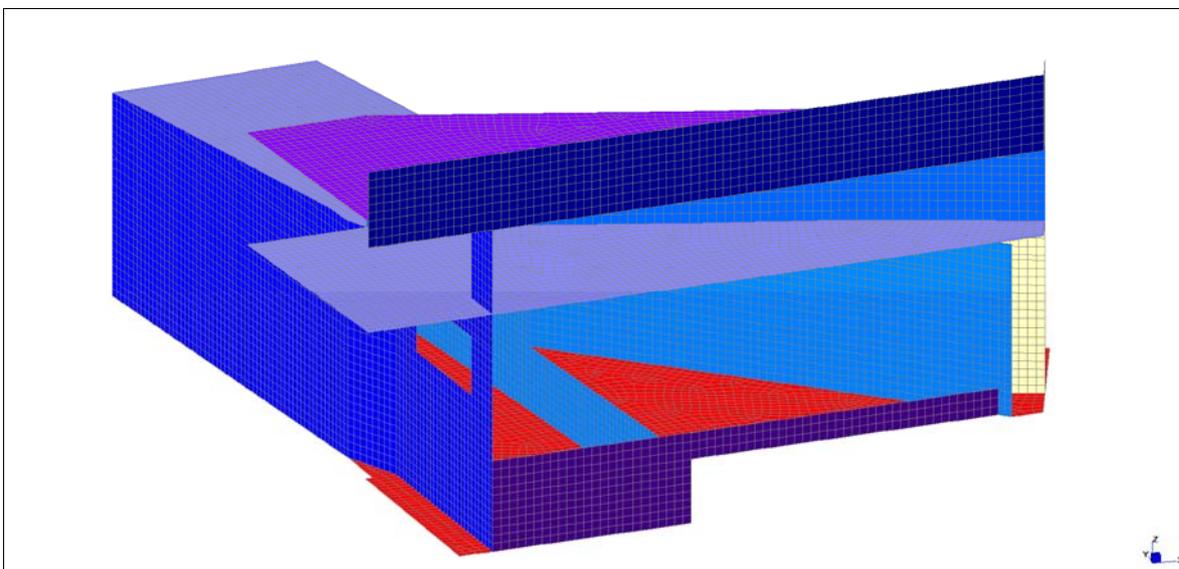
	QP1	QP2	QP3	QP4
<b>Peso proprio</b>	1	1	1	1
<b>Permanente</b>	1	1	1	1
<b>Spinta terra permanente</b>	1	1	1	1
<b>Spinta terra variabile</b>	0,3	0	0,3	0
<b>Variabile (cat.E)</b>	0,8	0,8	0	0
<b>Variabile (cat.G)</b>	0,3	0,3	0	0
<b>Variabile (cat.H)</b>	0	0	0	0
<b>Pressione ventilatori</b>	0	0	0	0

## 11. MODELLAZIONE AGLI ELEMENTI FINITI (FEM)

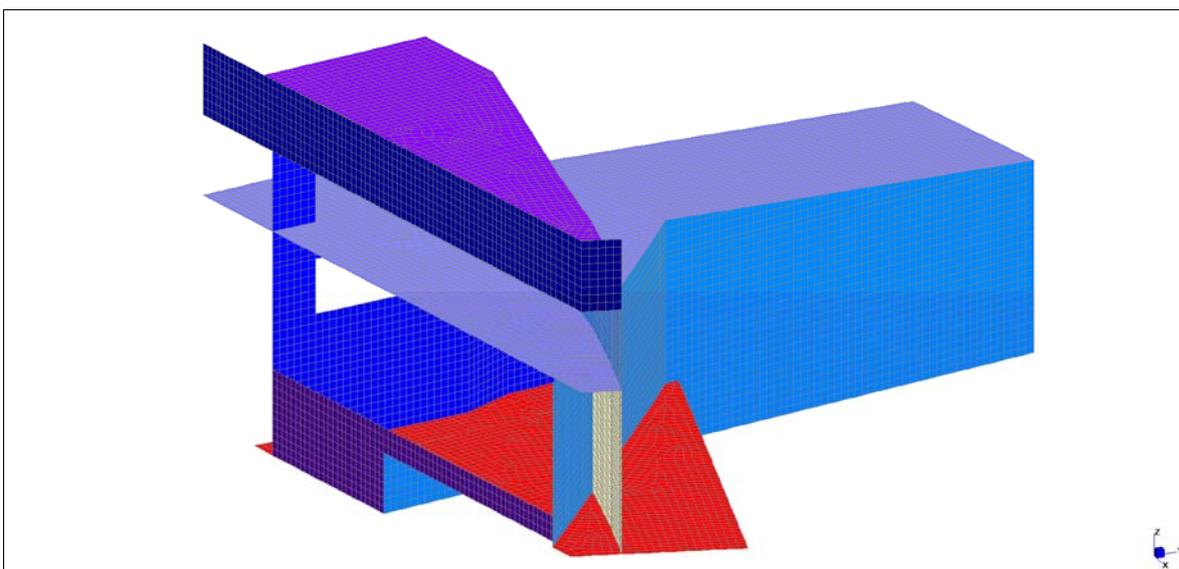
È stata effettuata una modellazione tridimensionale agli elementi finiti separatamente del Raccordo 1 e Raccordo 2, in quanto sono previsti giunti strutturali tra essi e le strutture adiacenti. L'interfaccia tra struttura e terreno è stata modellata con molle alla Winkler verticali ( $k_{w,v} = 10000 \text{ kPa/m}$ ).

La modellazione è effettuata con il programma Straus7 prodotto, distribuito ed assistito dalla HSH s.r.l., con sede a Padova via Tommaseo 13.

Si riportano di seguito alcune viste del modello realizzato.



**Modello globale\_Raccordo 1\_(vista lato centrale)**

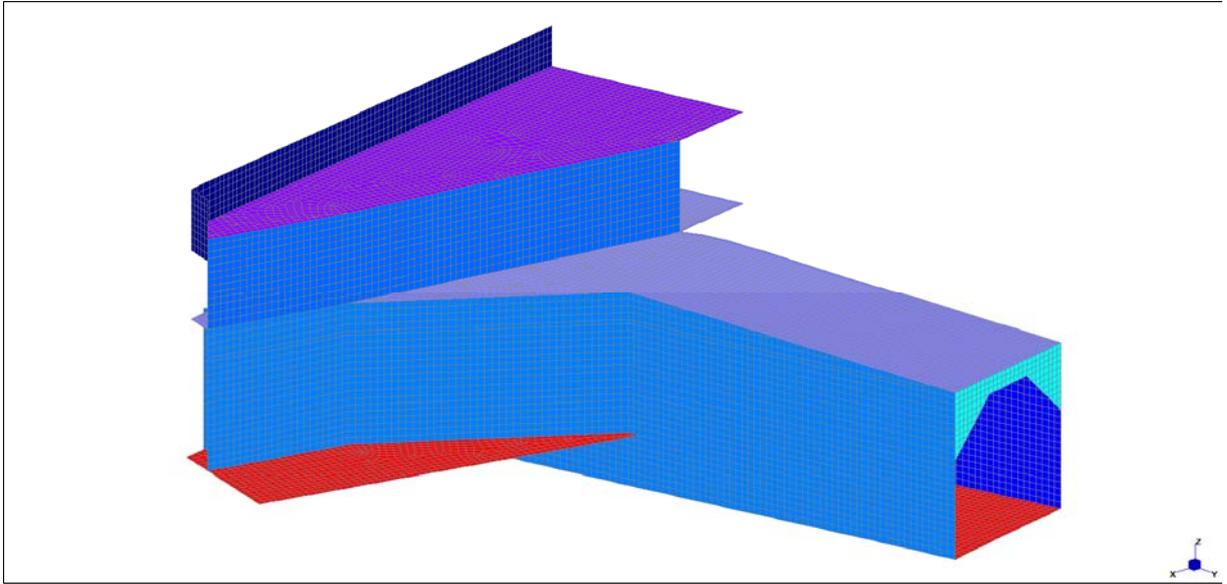


**Modello globale\_Raccordo 1\_(vista lato centrale)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

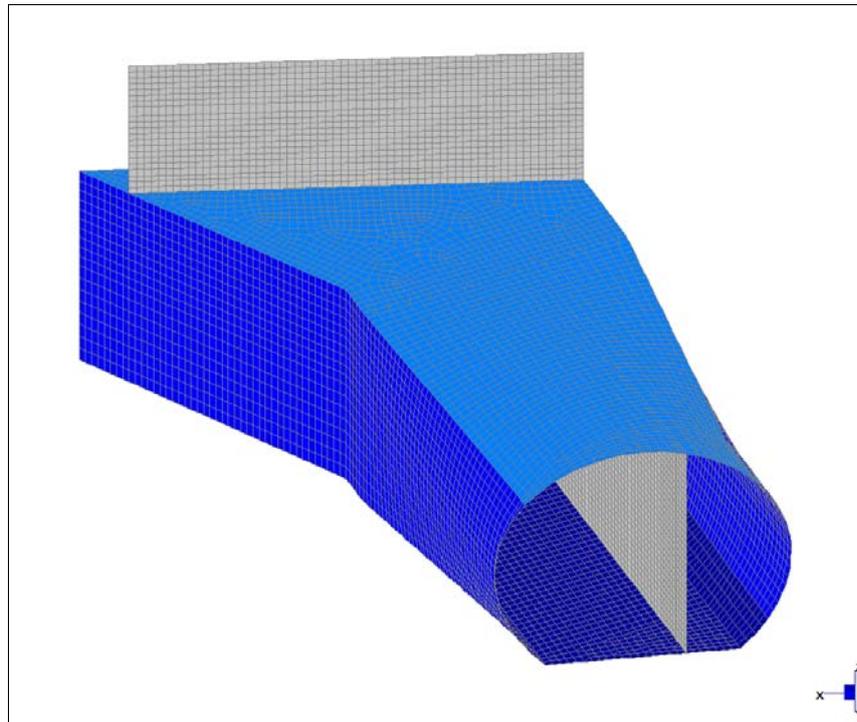
---



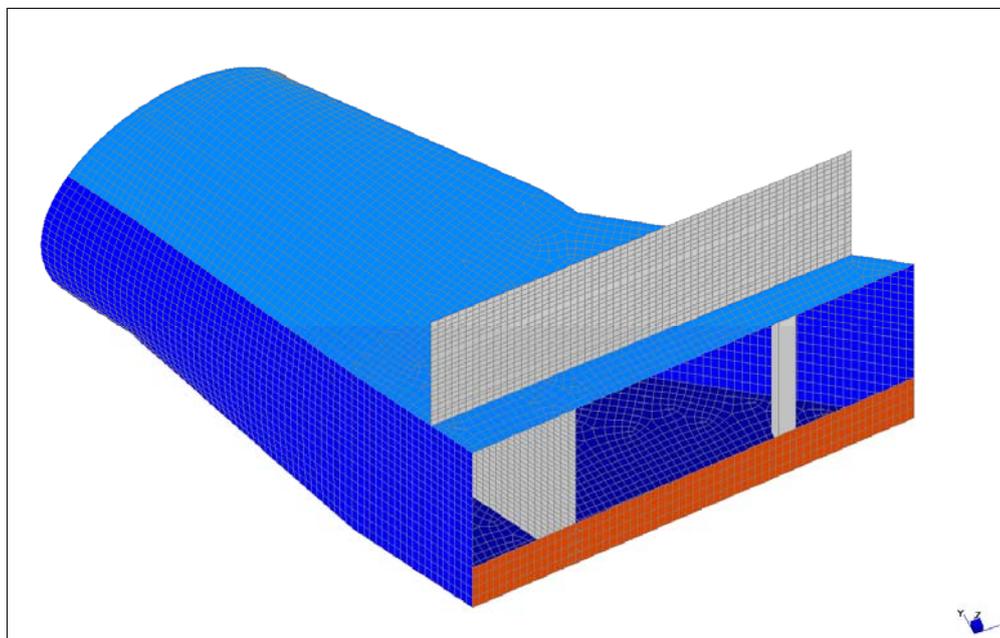
**Modello globale\_Raccordo 1\_(vista parete di testa)**

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



**Modello globale\_Raccordo 2\_(vista parete di testa)**



**Modello globale\_Raccordo 2\_(vista lato centrale)**

## 12. VERIFICHE A SLE

### 12.1 Verifica tensioni in esercizio

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo non eccedano le seguenti quantità:

$$\sigma_c < 0,60 f_{ck} \quad [\text{combinazione rara}]$$

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

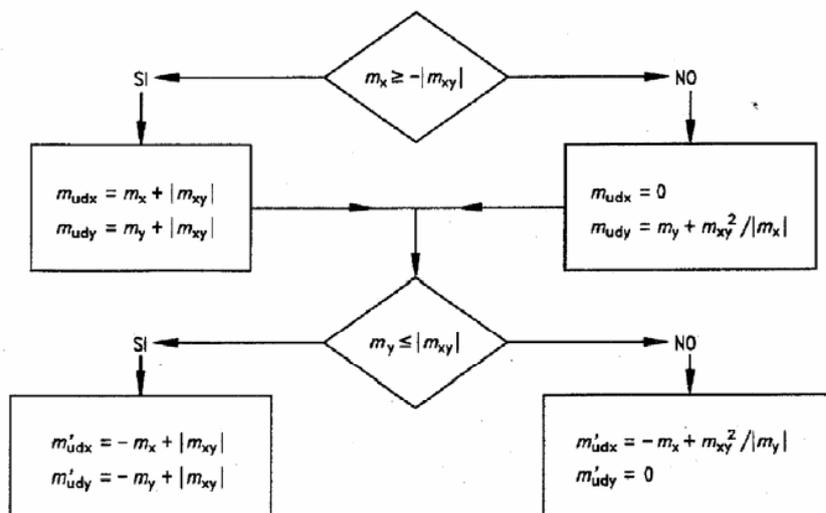
$$\sigma_s < 0,80 f_{yk} \quad [\text{combinazione rara}]$$

### 12.2 Verifica fessurazione

Si verifica che l'apertura delle fessure nella combinazione frequente sia minore di 0,40 mm e nella combinazione quasi permanente sia minore di 0,30 mm.

## 13. VERIFICHE A SLU FLESSIONE

I momenti di calcolo nelle due direzioni, tra loro ortogonali, si determinano in base alle formule fornite dal flow chart dell'EC2:



Il programma F.E.M. ha implementato al suo interno tale diagramma di flusso ed è in grado di restituire i momenti sollecitanti tenendo conto dei momenti torcenti (momenti di Wood-Armer).

## 14. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI (Raccordo 1)

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi principali componenti la struttura:

### Raccordo 1

- 1) PLATEA  $sp = 80$  cm e  $sp = 100$  cm;
- 2) SOLETTA (+ 680,50 m)  $sp = 100$  cm;
- 3) SOLETTA (+ 684,26 m)  $sp = 50$  cm;
- 4) MURO Y - Z -X  $sp = 80$  cm;
- 5) MURO Y'  $sp = 35$  cm;
- 6) MURO J-X  $sp = 65$  cm;
- 7) MURO W- MURO CONTENIMENTO  $sp = 100$  cm;
- 8) MURO J  $sp = 65$  cm;
- 9) MURO SU GIUNTO  $sp = 75$  cm;
- 10) PILASTRI
- 11) TRAVE PARETE (35x270) cm;

## 14.1 PLATEA

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella platea di fondazione in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

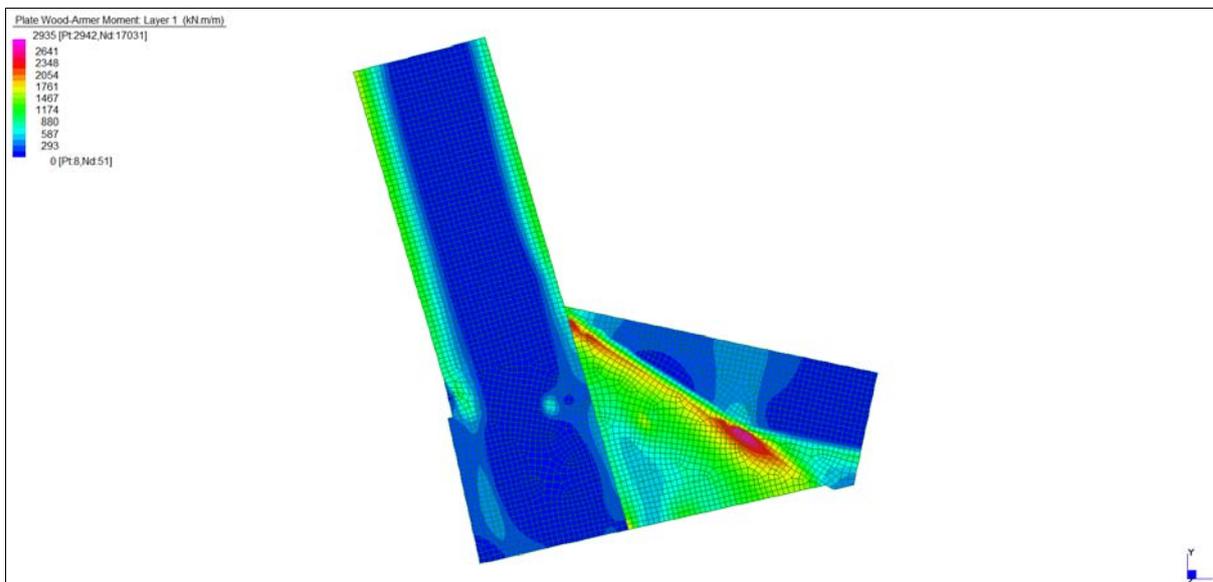
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

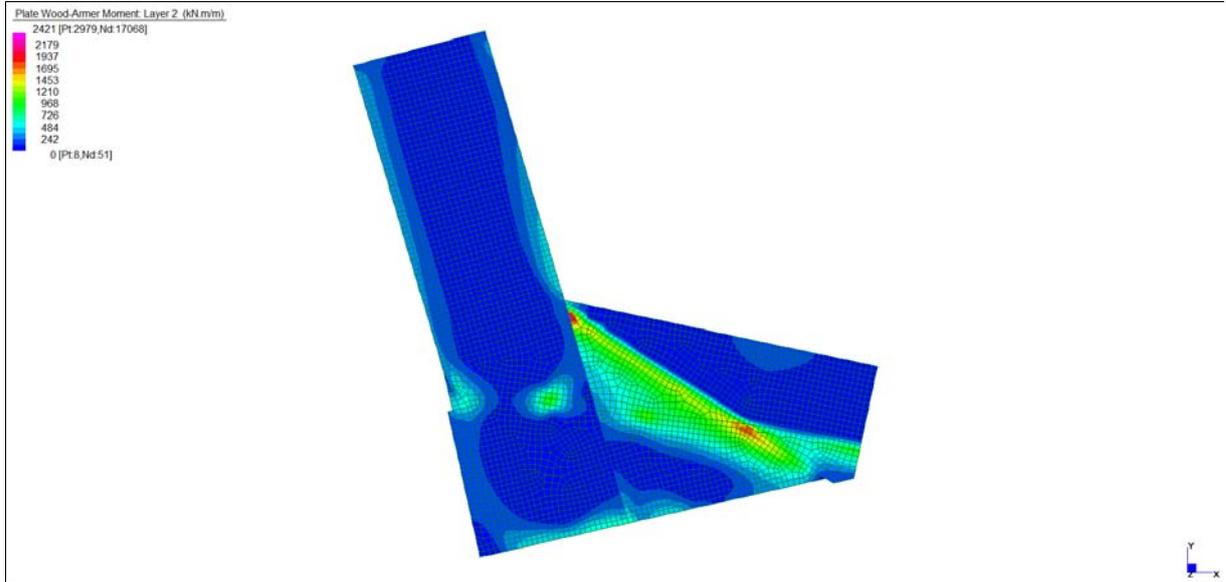
### Grafici di combinazione di SLU



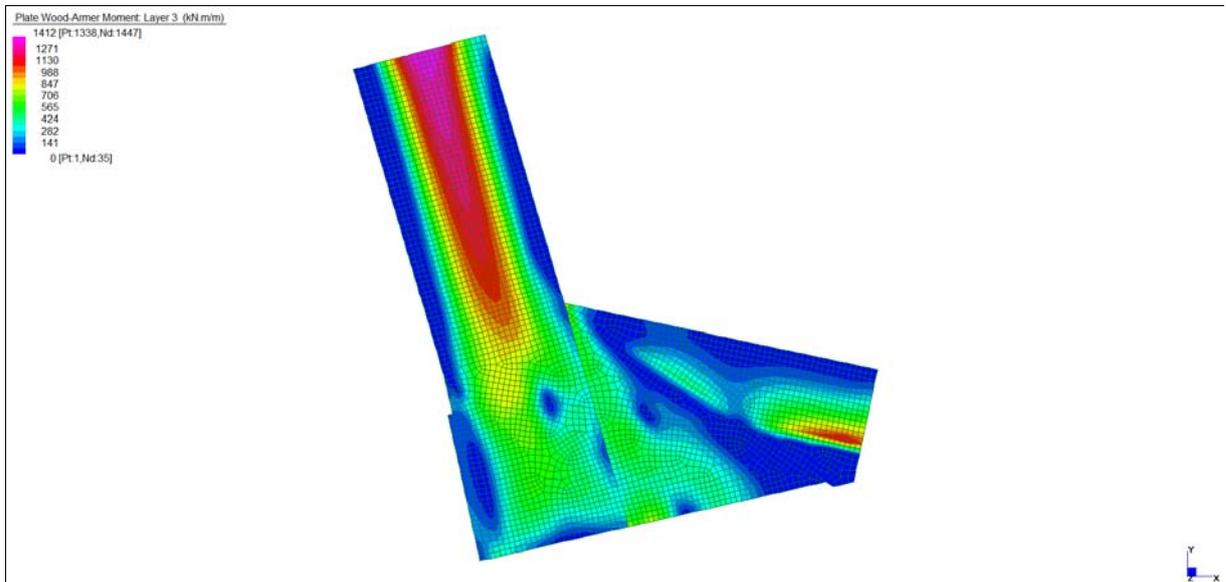
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



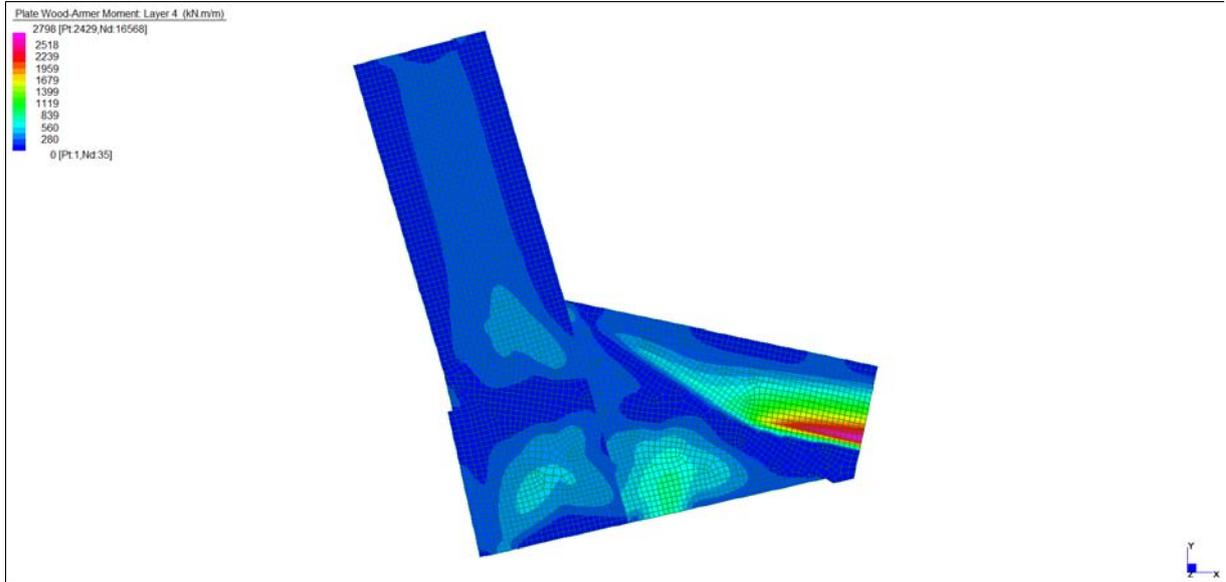
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



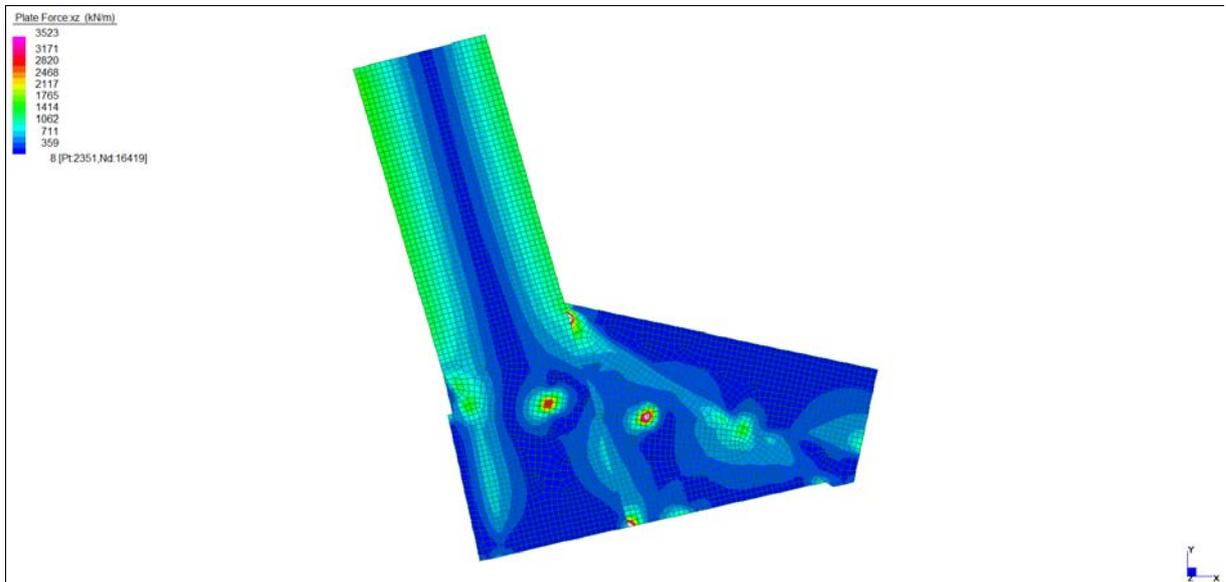
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



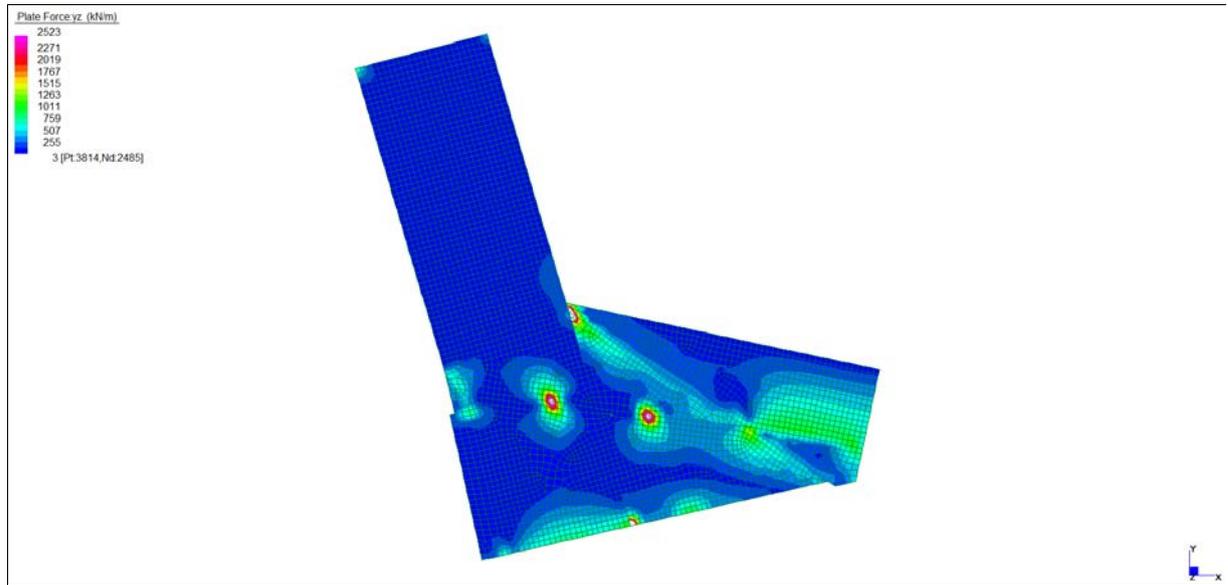
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio  $V_{ZX}$  Locale (S.L.U.)*

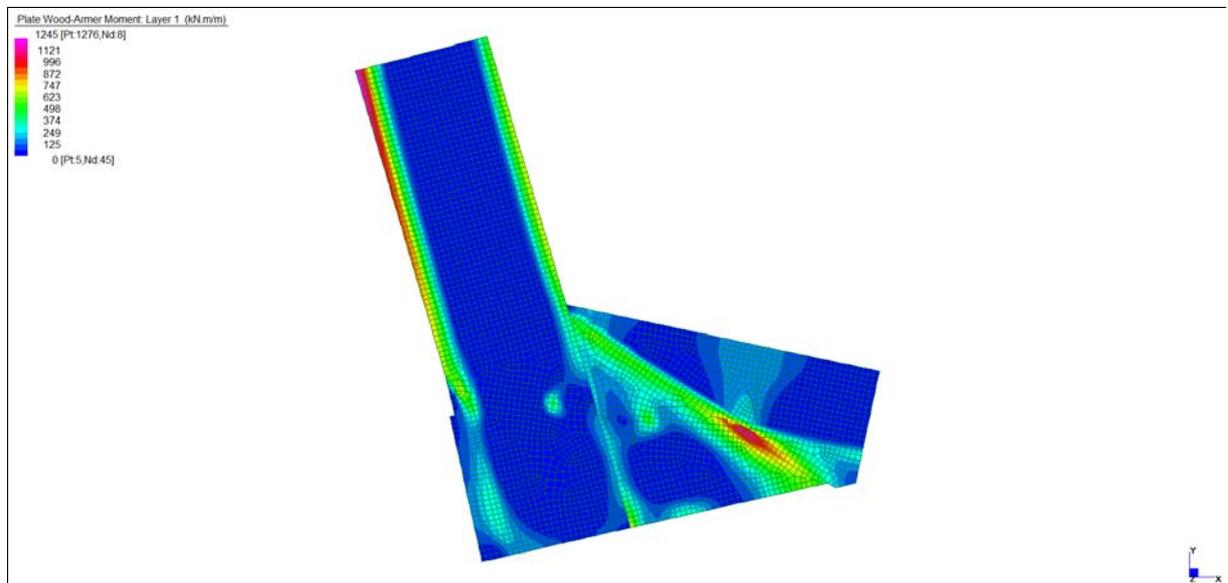
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio  $V_{YZ}$  Locale (S.L.U.)*

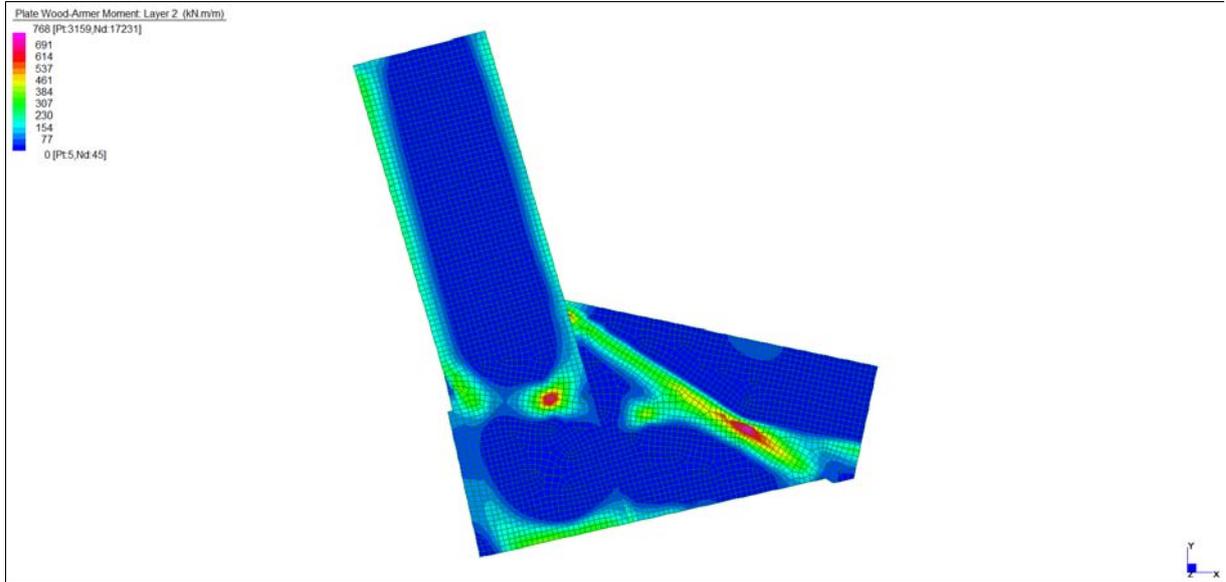
**Grafici di combinazione RARA**



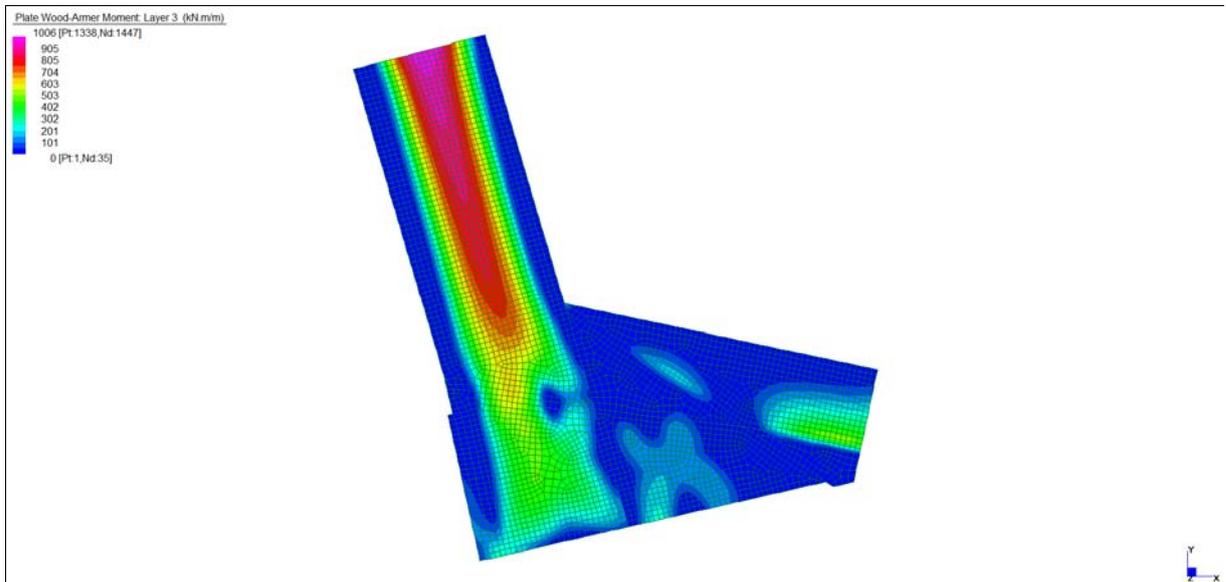
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



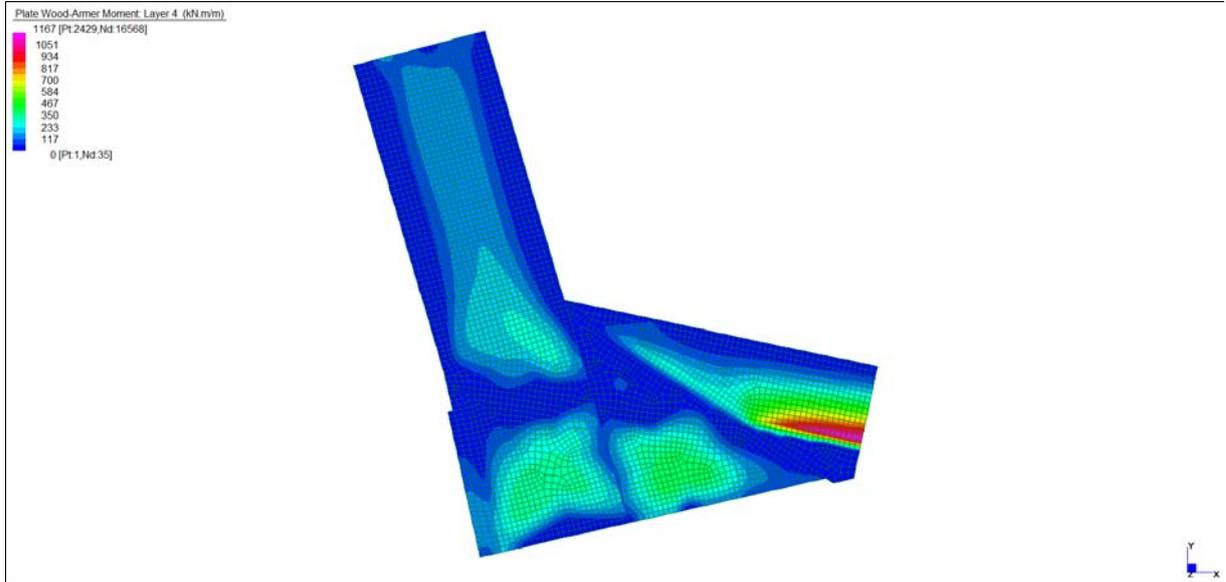
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*

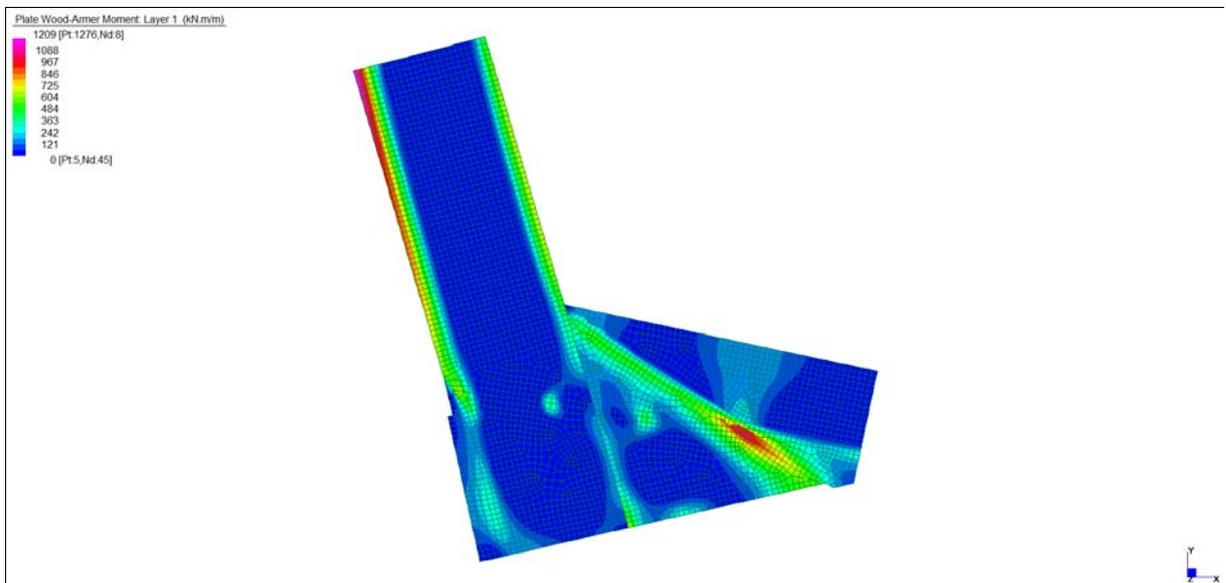
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)*

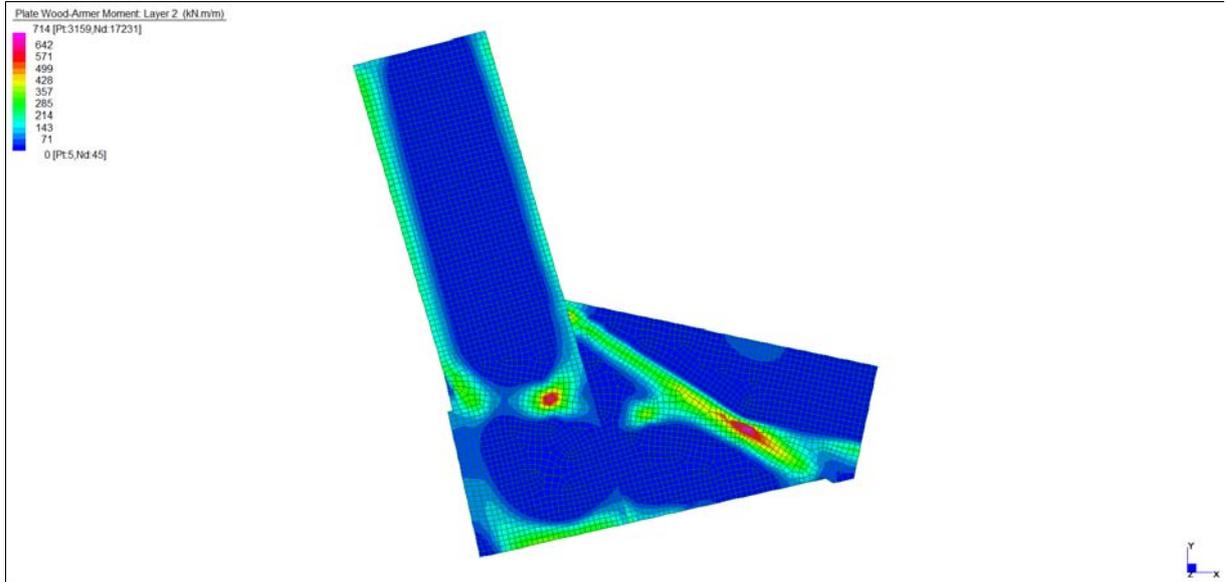
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



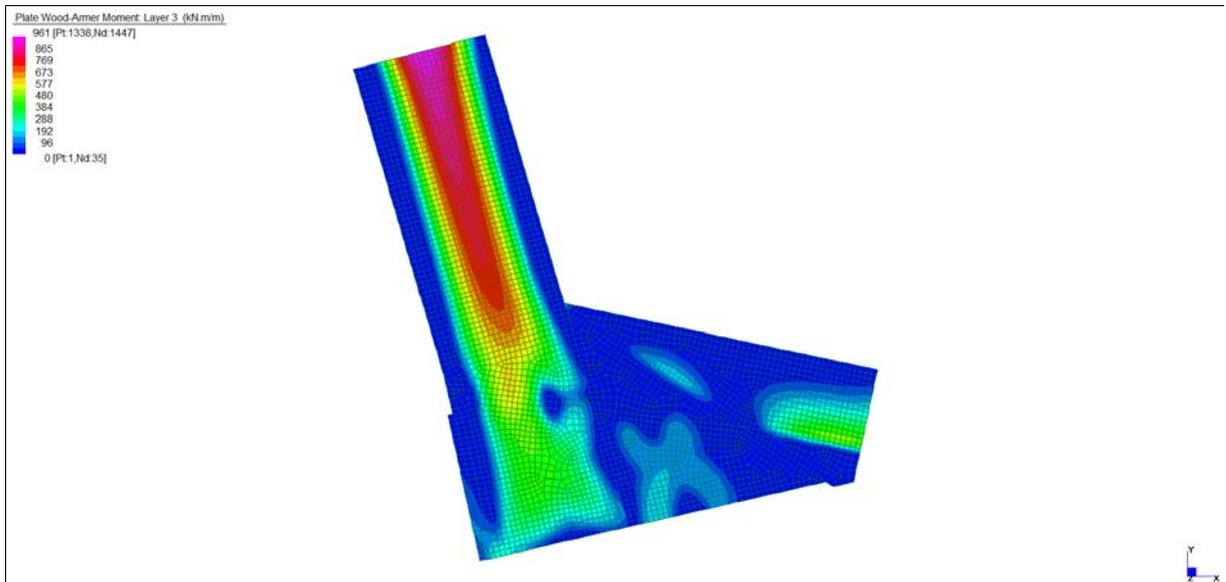
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



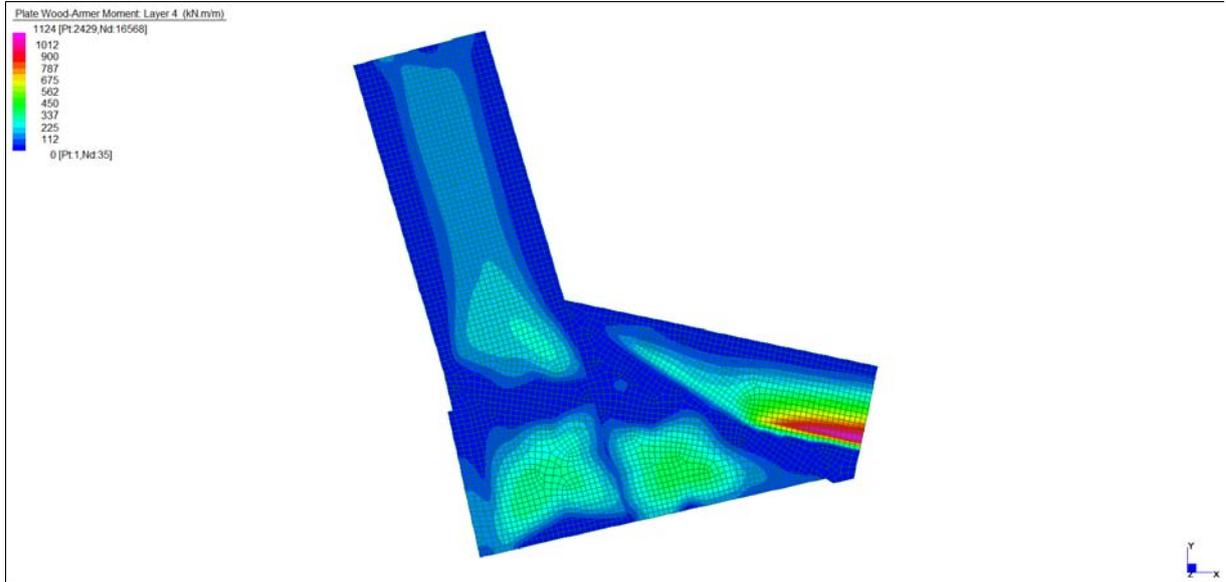
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)*

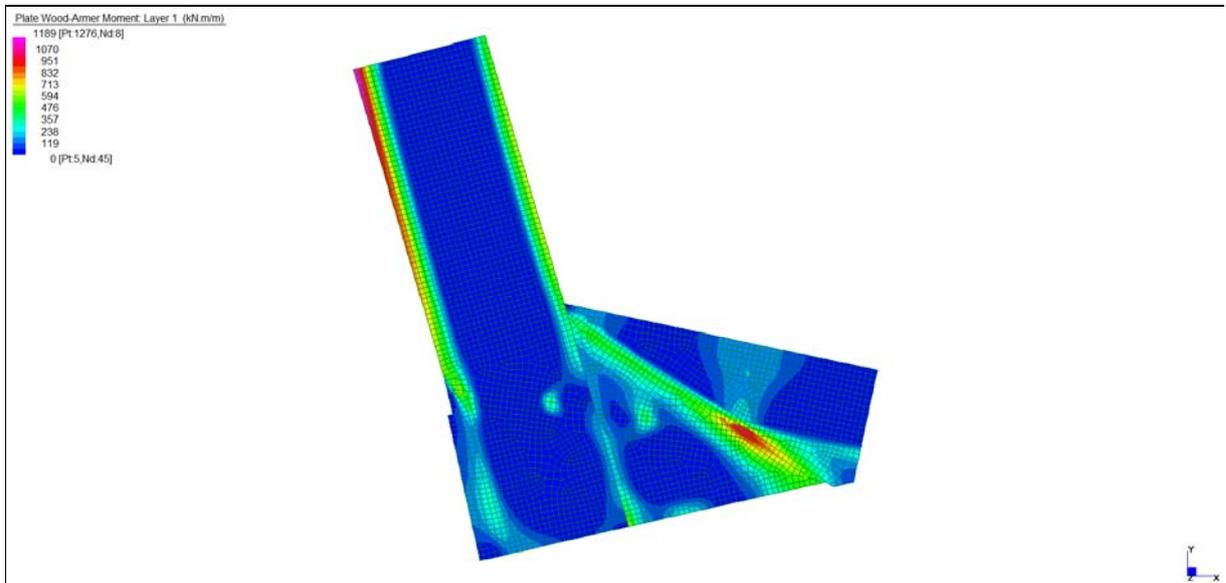
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)*

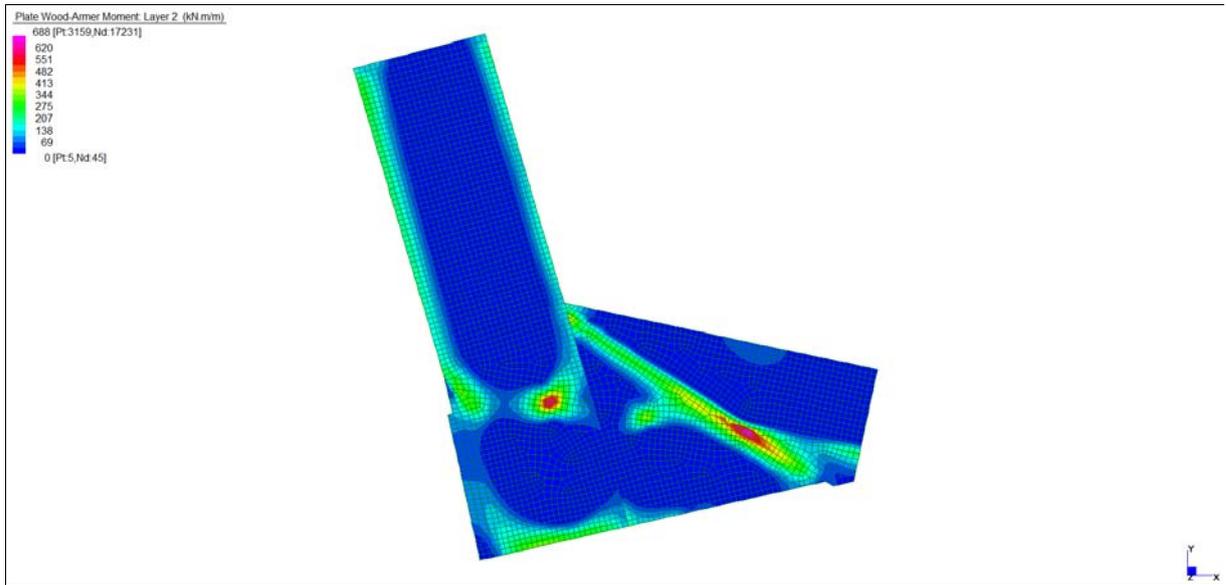
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



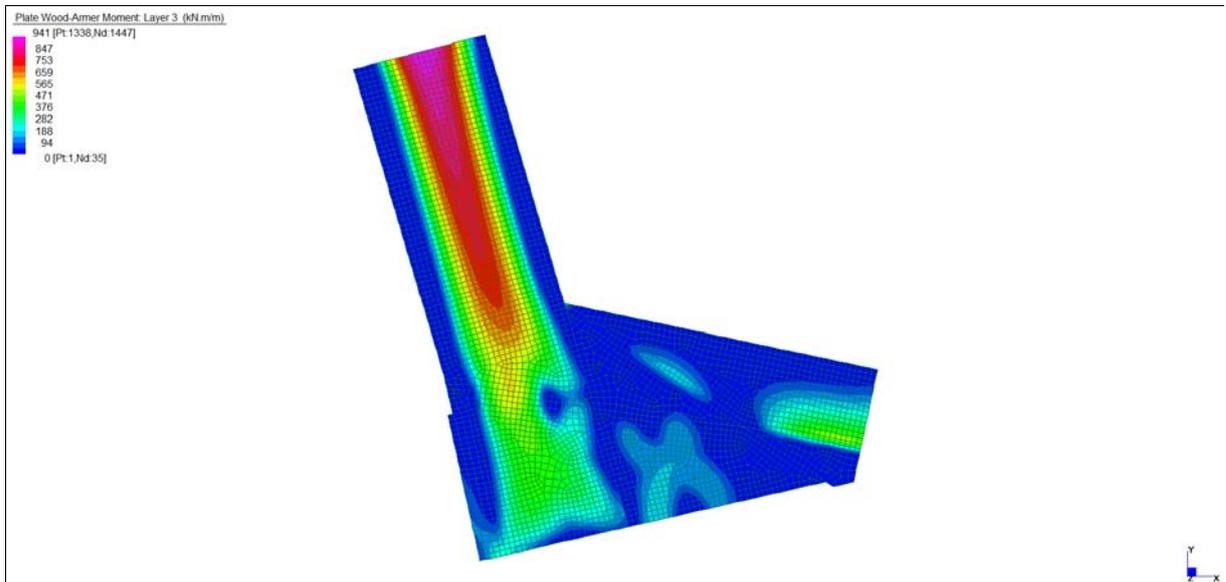
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



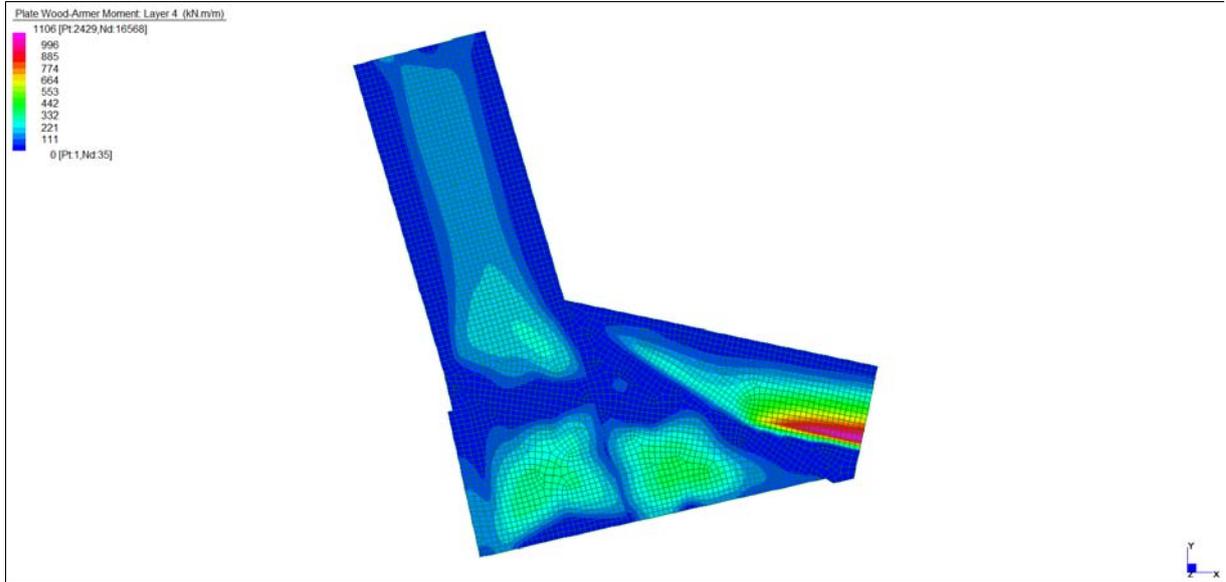
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



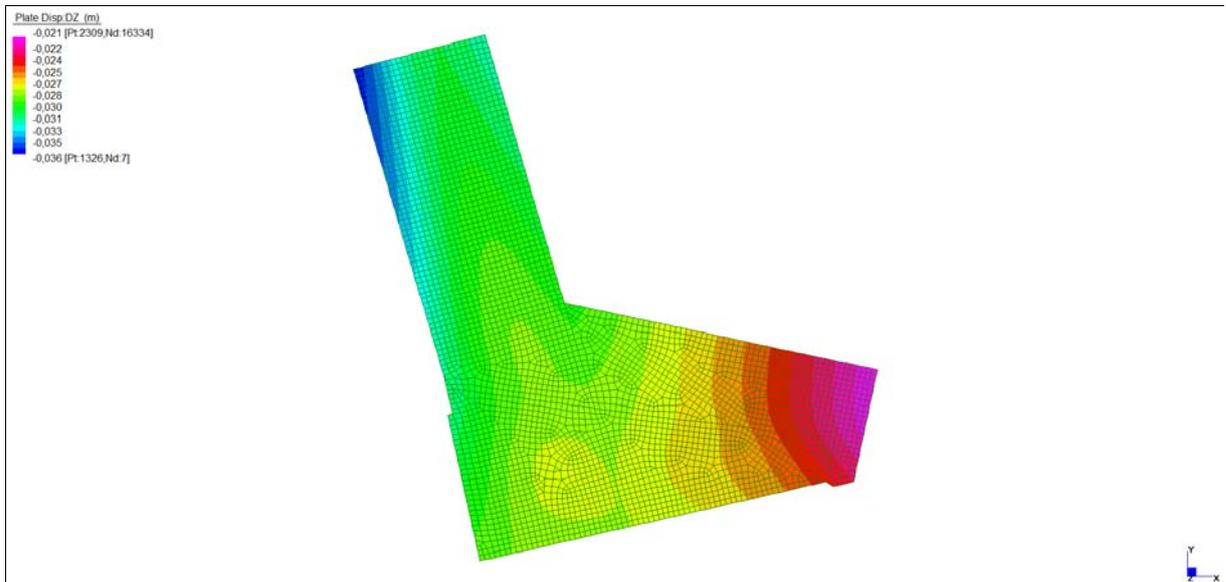
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



*Spostamento  $dz_{min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
PLATEA (s= 80 cm)	X-X	Inf	1	100	80	73	69	-	φ26/10	φ26/10	-	1635	2391	Si
	Y-Y	Inf	2	100	80	71	66	-	φ26/10	φ16/20	-	1058	1537	Si
	X-X	Sup	3	100	80	73	69	-	φ26/10	φ20/20	-	1412	1706	Si
	Y-Y	Sup	4	100	80	71	71	-	φ20/20	φ16/20	-	461	682	Si
PLATEA (s= 100 cm)	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	φ26/10	φ26/10	-	2935	3222	Si
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	87	-	φ26/10	φ20/10	-	2421	2606	Si
	X-X	Sup	3	100	100	93	-	-	φ22/10	-	-	1205	1311	Si
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	87	-	φ26/10	φ24/10	-	2798	2951	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

	Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>t</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
		cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
PLATEA (s= 80 cm)	Z-X loc	100	80	73	8000	φ26/10	1,523	0,0109	0,355	-	422	Si, vedi grafici
	Z-Y loc	100	80	71	8000	φ20/10	1,531	0,0082	0,357	-	374	Si, vedi grafici
PLATEA (s= 100 cm)	Z-X loc	100	100	93	10000	φ20/20	1,464	0,0017	0,334	-	310	Si, vedi grafici
	Z-Y loc	100	100	91	10000	φ20/20	1,469	0,0017	0,336	-	305	Si, vedi grafici

	Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
		cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
PLATEA (s= 80 cm)	Z-X loc	100	80	73	8000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1421	1451	2165	Si
	Z-Y loc	100	80	71	8000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1355	1411	2105	Si
PLATEA (s= 100 cm)	Z-X loc	100	100	93	10000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1755	1849	2758	Si
	Z-Y loc	100	100	91	10000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1670	1809	2698	Si

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Platea

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
PLATEA (s= 80 cm)	X-X	Inf	1	100	80	73	69	-	φ26/10	φ26/10	-	1245	12,19	< 17,43	207	< 360
	Y-Y	Inf	2	100	80	71	66	-	φ26/10	φ16/20	-	749	8,72	< 17,43	199	< 360
	X-X	Sup	3	100	80	73	69	-	φ26/10	φ20/20	-	1006	10,91	< 17,43	240	< 360
	Y-Y	Sup	4	100	80	71	71	-	φ20/20	φ16/20	-	349	5,45	< 17,43	210	< 360
PLATEA (s= 100 cm)	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	φ26/10	φ26/10	-	1212	7,76	< 17,43	153	< 360
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	87	-	φ26/10	φ20/10	-	768	5,42	< 17,43	121	< 360
	X-X	Sup	3	100	100	93	-	-	φ22/10	-	-	528	4,60	< 17,43	166	< 360
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	87	-	φ26/10	φ24/10	-	1167	7,91	< 17,43	161	< 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) – Platea

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
PLATEA (s= 80 cm)	X-X	Inf	1	100	80	73	69	-	φ26/10	φ26/10	-	1209	0,24	< 0,40
	Y-Y	Inf	2	100	80	71	66	-	φ26/10	φ16/20	-	690	0,27	< 0,40
	X-X	Sup	3	100	80	73	69	-	φ26/10	φ20/20	-	961	0,30	< 0,40
	Y-Y	Sup	4	100	80	71	71	-	φ20/20	φ16/20	-	324	0,20	< 0,40
PLATEA (s= 100 cm)	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	φ26/10	φ26/10	-	1129	0,16	< 0,40
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	87	-	φ26/10	φ20/10	-	714	0,12	< 0,40
	X-X	Sup	3	100	100	93	-	-	φ22/10	-	-	512	0,12	< 0,40
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	87	-	φ26/10	φ24/10	-	1124	0,22	< 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) – Platea

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
PLATEA (s= 80 cm)	X-X	Inf	1	100	80	73	69	-	φ26/10	φ26/10	-	1189	11,64	< 13,07	0,24	< 0,30
	Y-Y	Inf	2	100	80	71	66	-	φ26/10	φ16/20	-	666	7,76	< 13,07	0,26	< 0,30
	X-X	Sup	3	100	80	73	69	-	φ26/10	φ20/20	-	941	10,21	< 13,07	0,29	< 0,30
	Y-Y	Sup	4	100	80	71	71	-	φ20/20	φ16/20	-	318	4,97	< 13,07	0,18	< 0,30
PLATEA (s= 100 cm)	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	φ26/10	φ26/10	-	1091	6,98	< 13,07	0,15	< 0,30
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	87	-	φ26/10	φ20/10	-	688	4,86	< 13,07	0,11	< 0,30
	X-X	Sup	3	100	100	93	-	-	φ22/10	-	-	505	4,40	< 13,07	0,12	< 0,30
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	87	-	φ26/10	φ24/10	-	1106	7,50	< 13,07	0,21	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente) – Platea*

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

## 14.2 SOLETTA (+680,50 m)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta di copertura in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

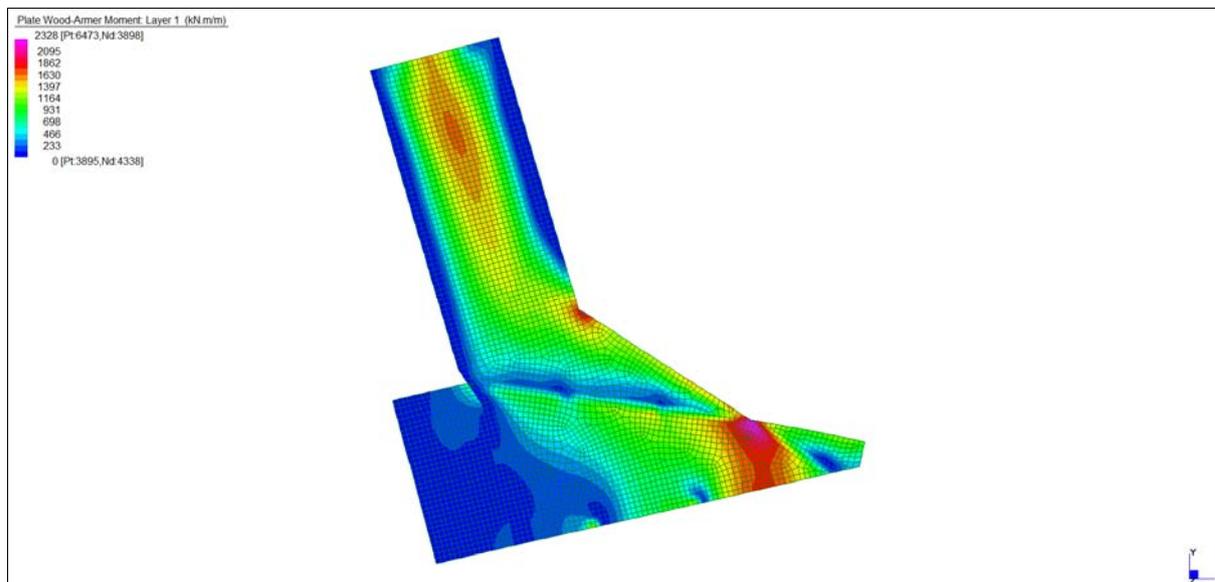
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

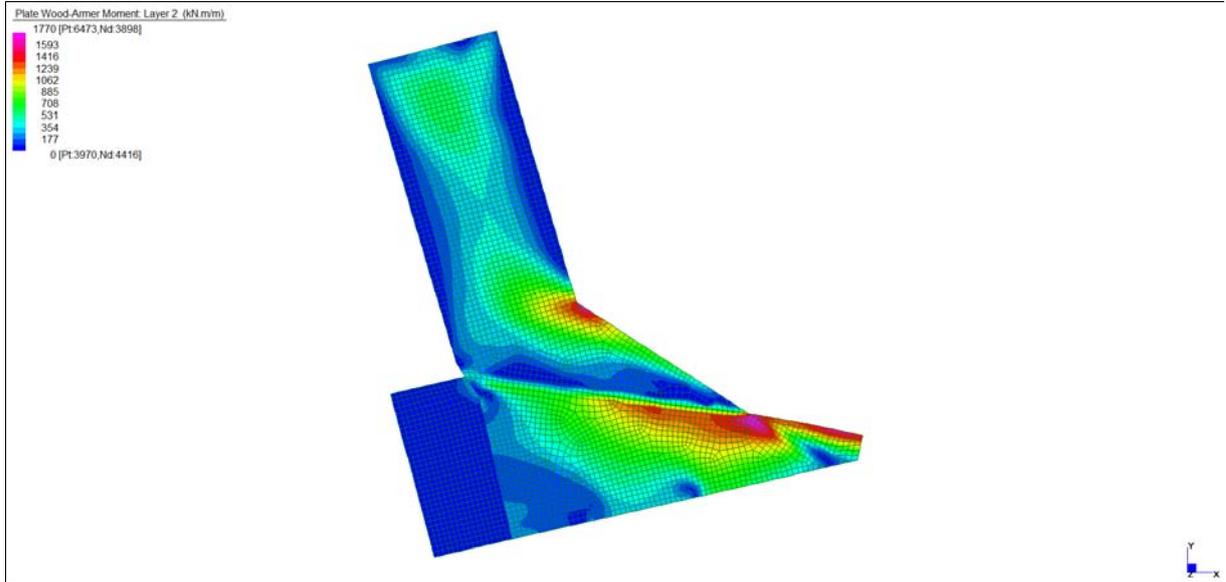
### Grafici di combinazione di SLU



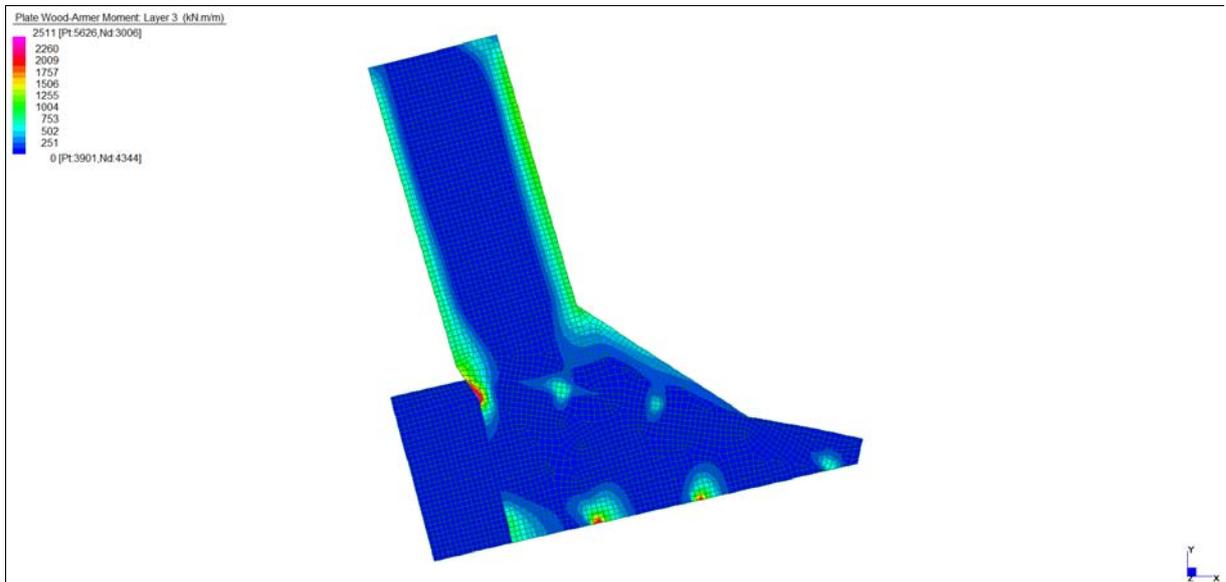
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



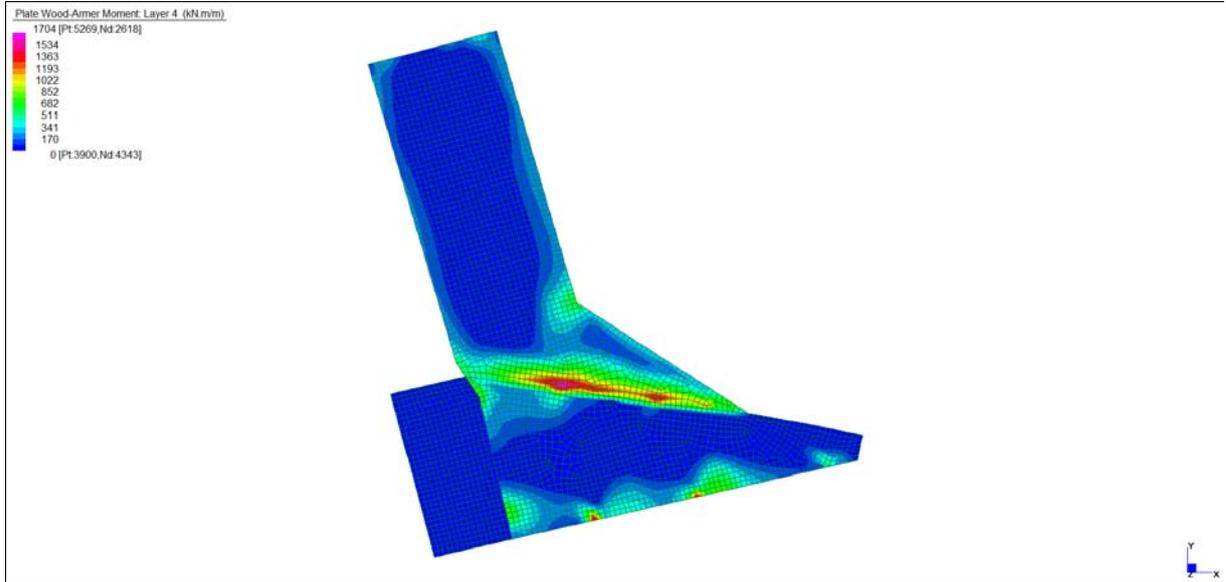
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



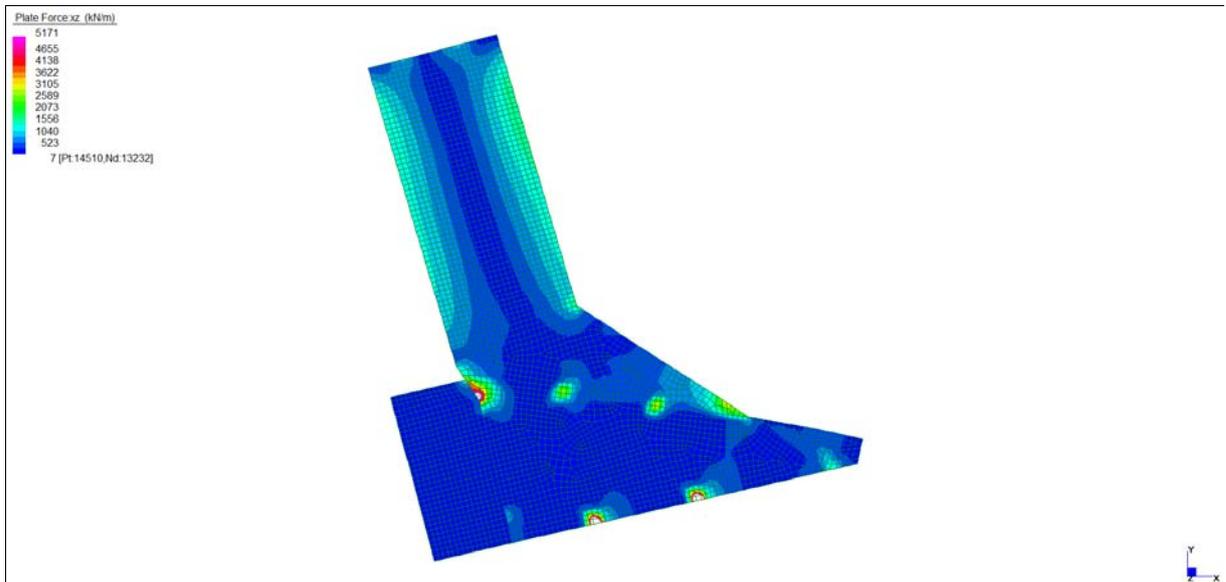
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



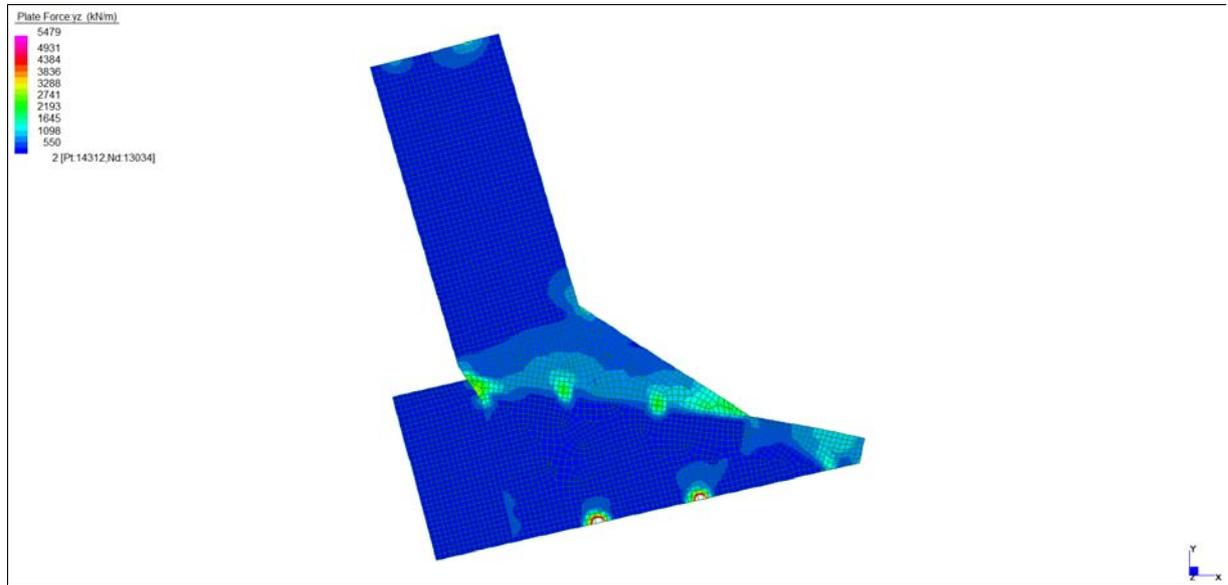
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



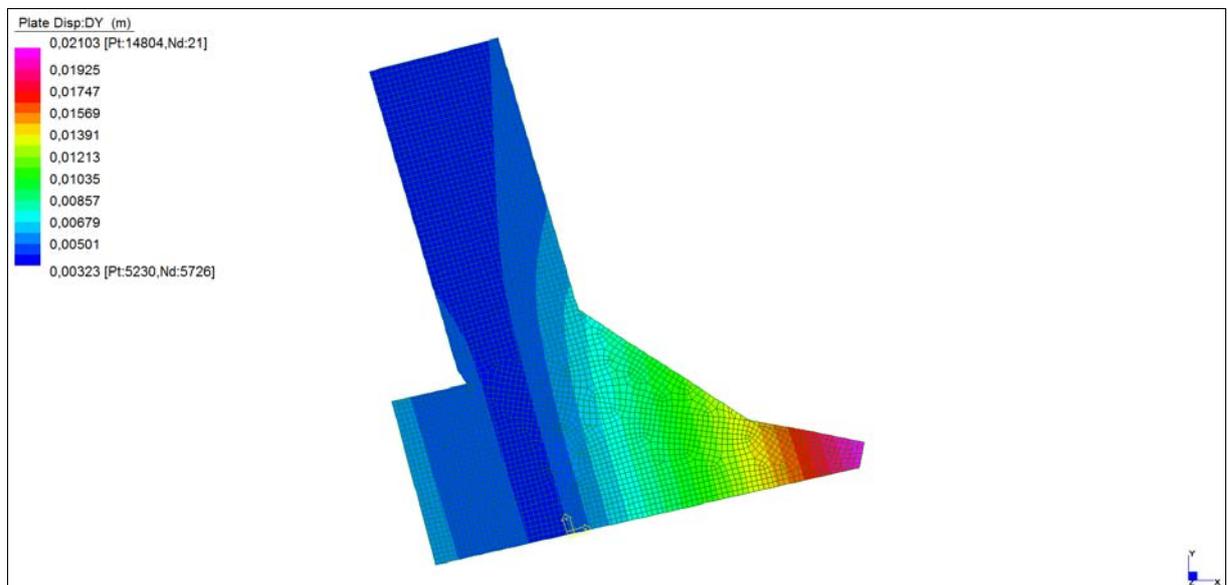
*Sforzo di taglio  $V_{ZX}$  (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio  $V_{YZ}$  (S.L.U.)*

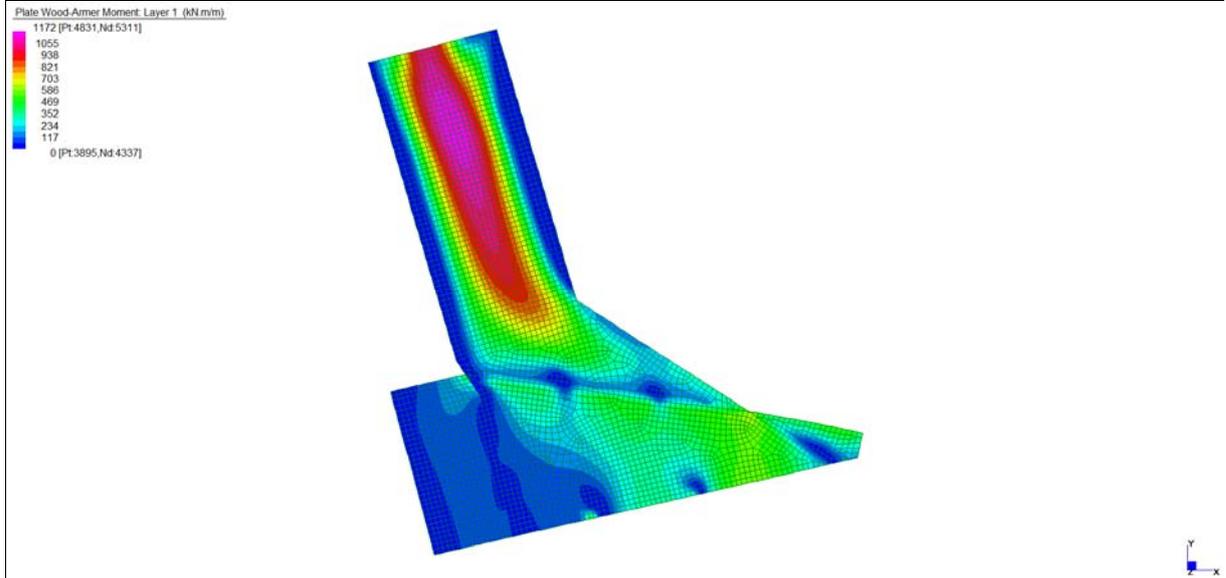


*Spostamento  $d_{Y \min \text{ locale}}$  (S.L.V. Sismico) \_\_Soletta di copertura (livello 680 m)*

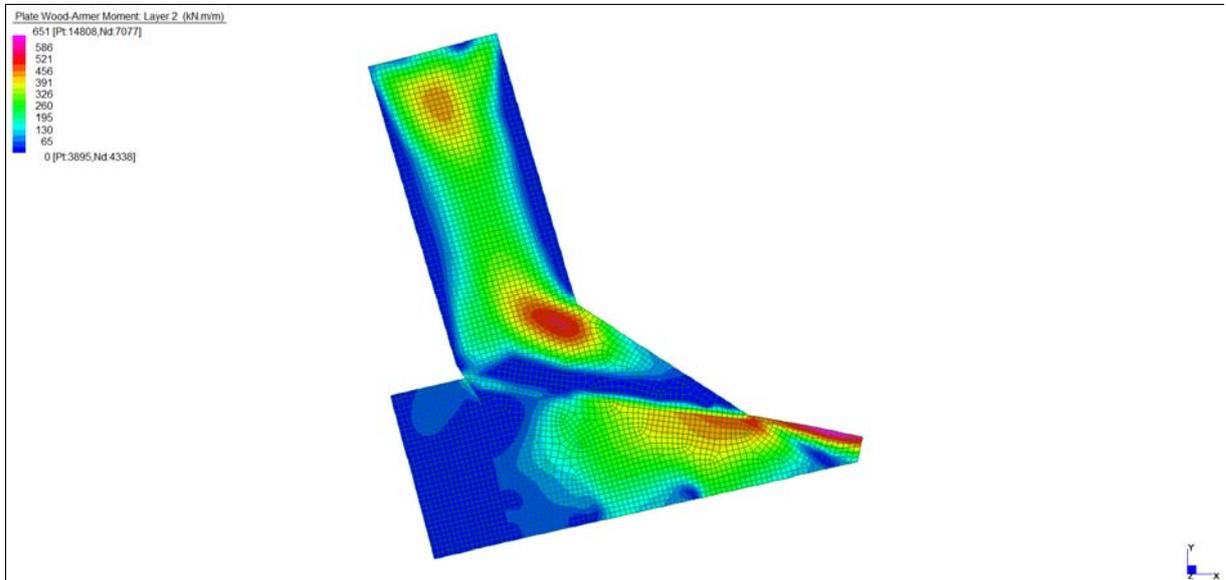
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



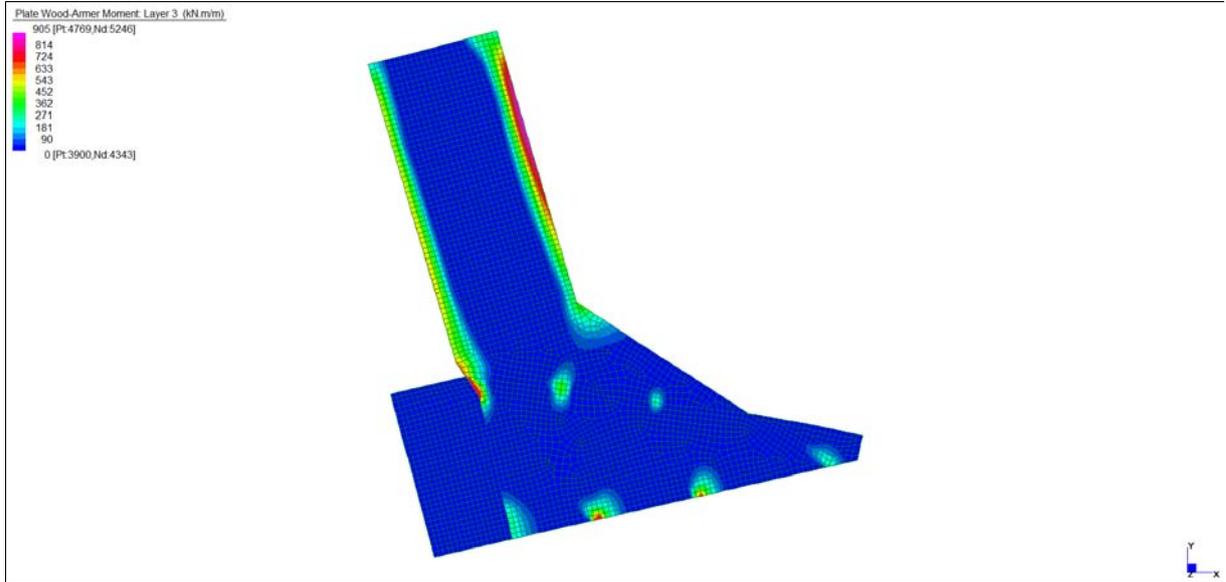
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)



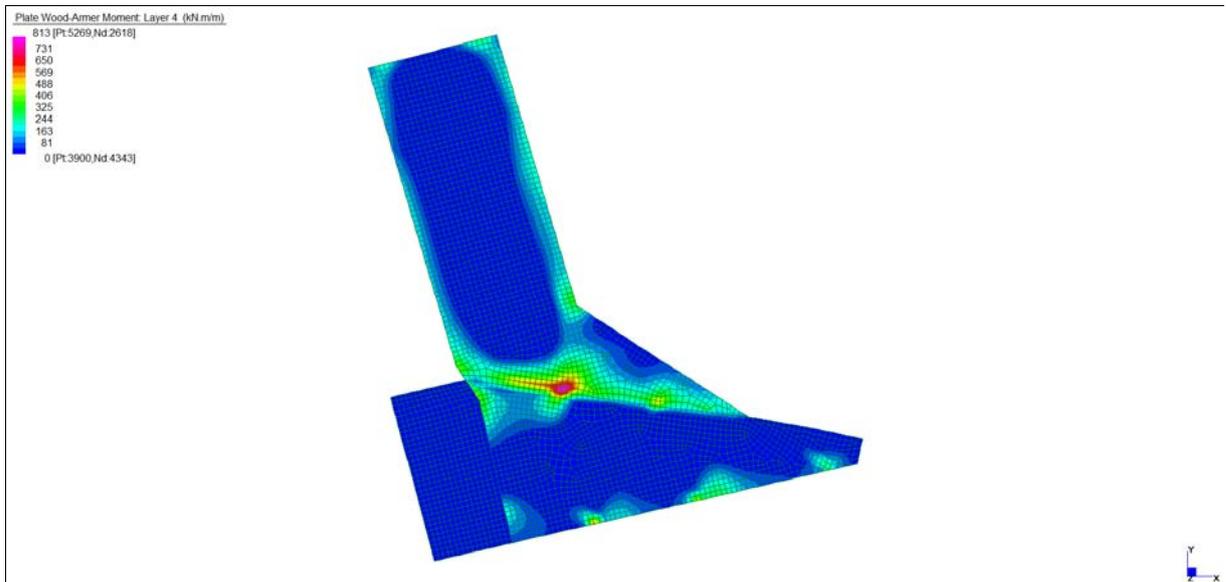
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*

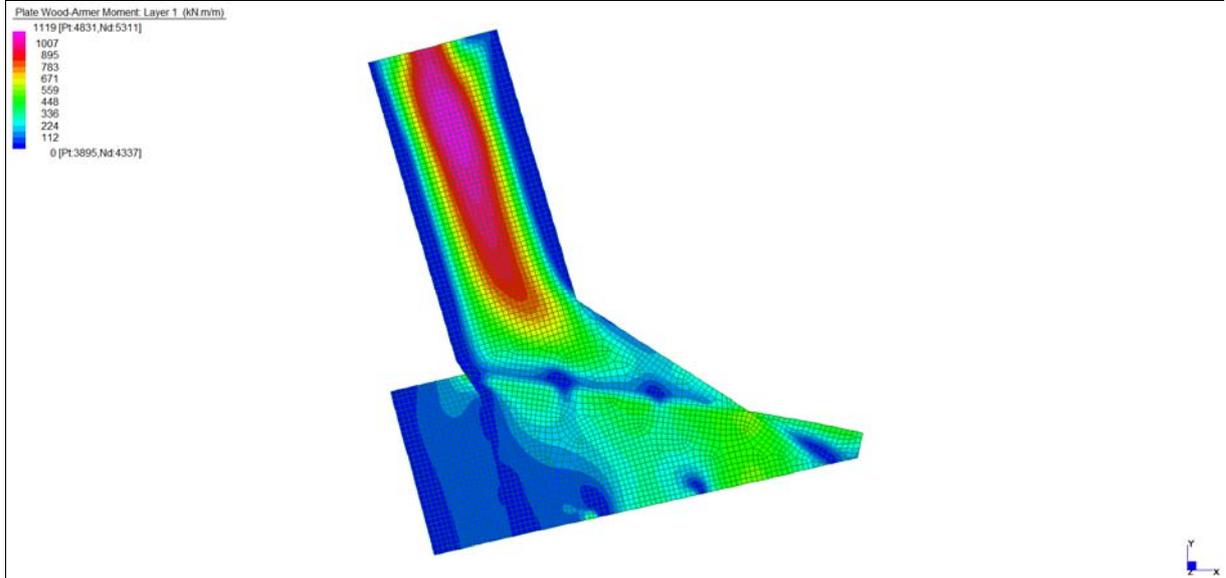


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)*

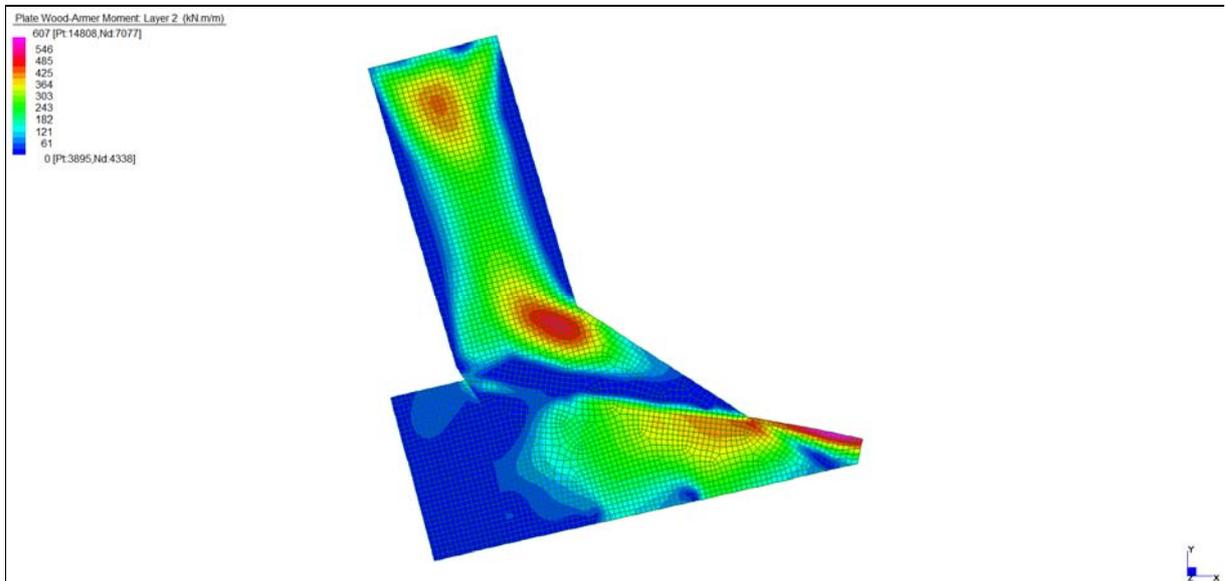
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



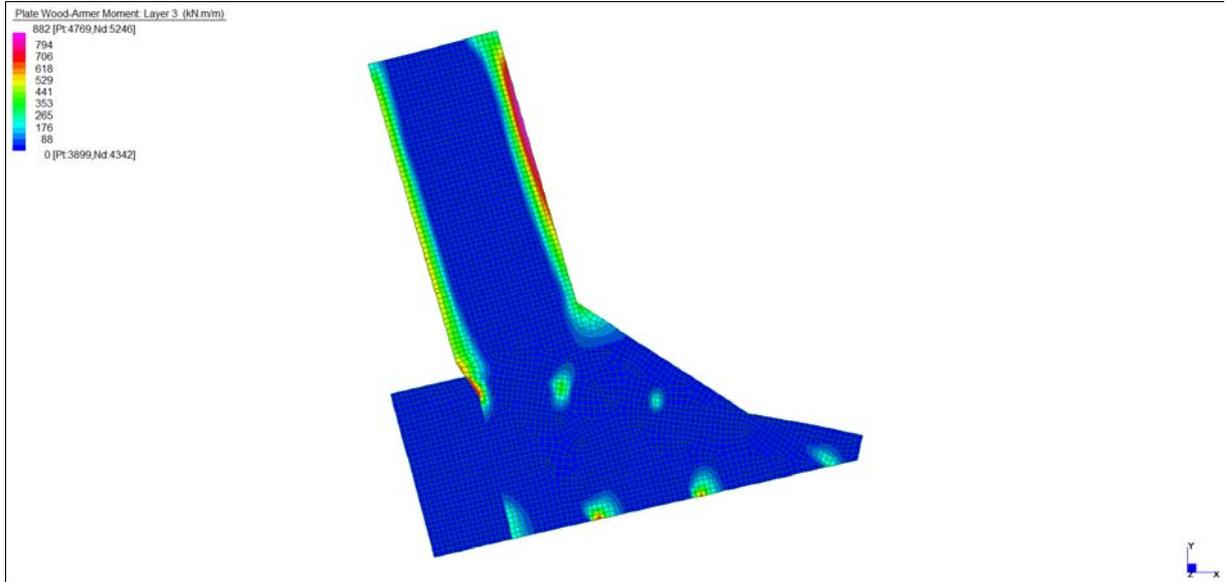
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*



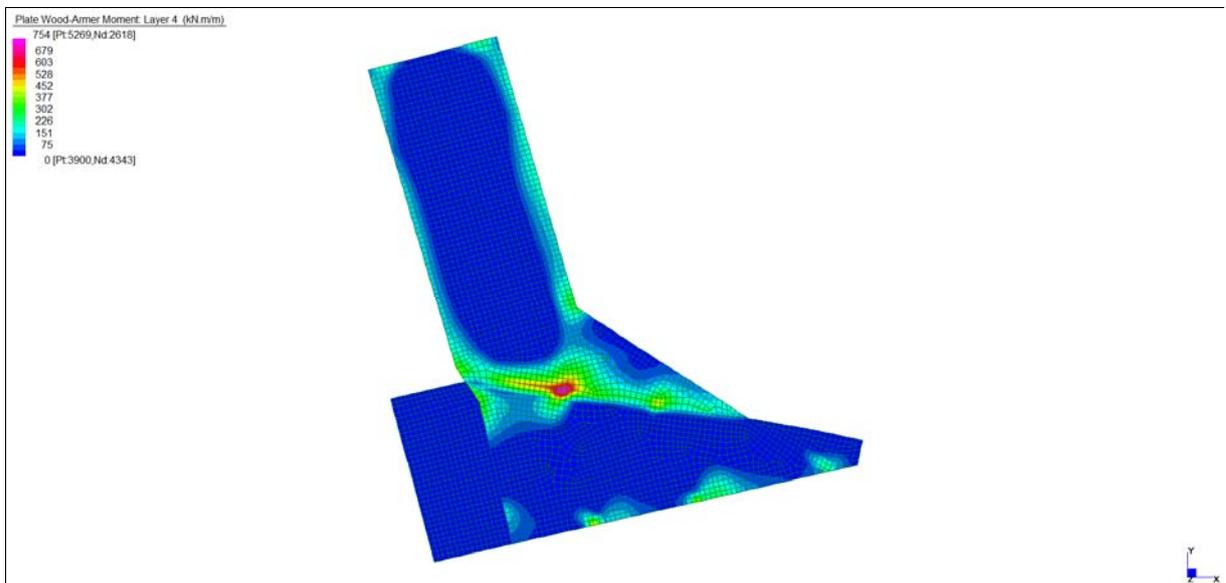
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)*

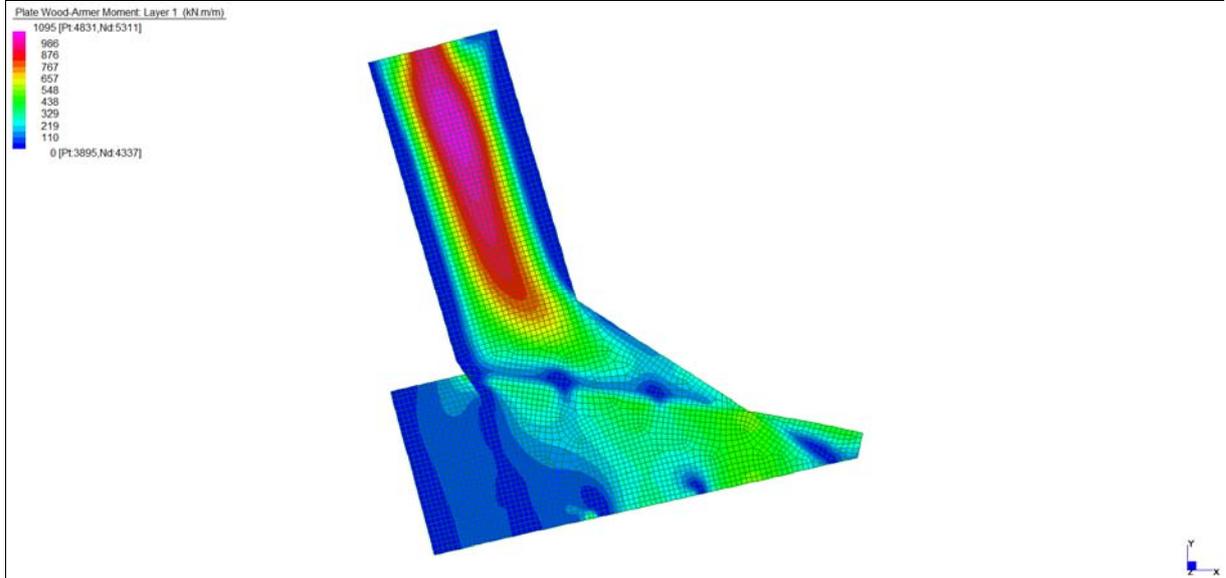


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)*

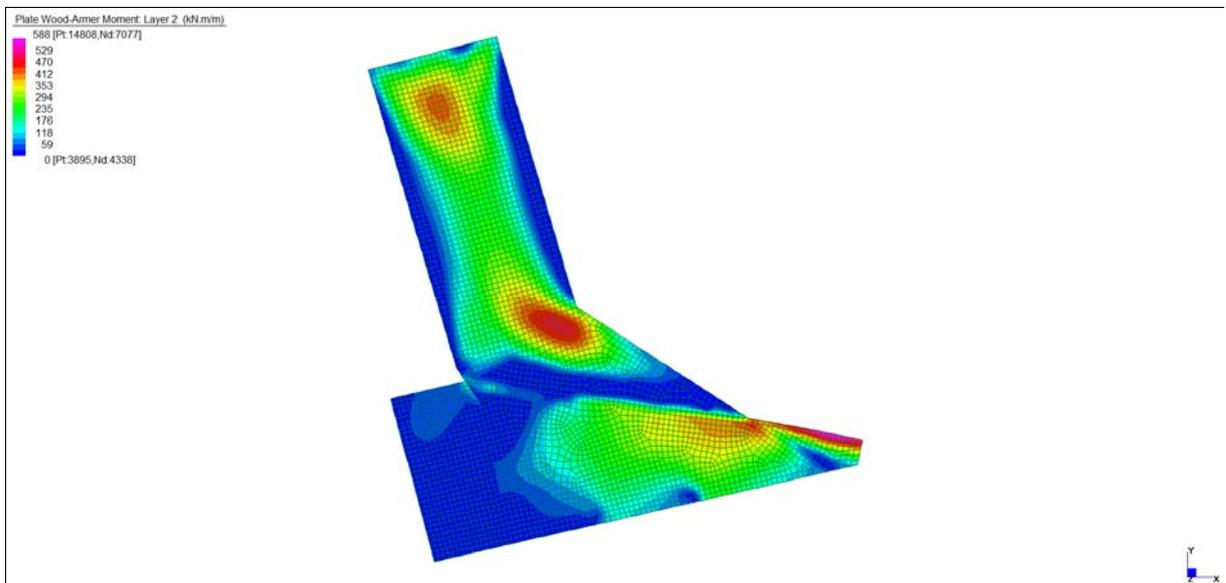
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



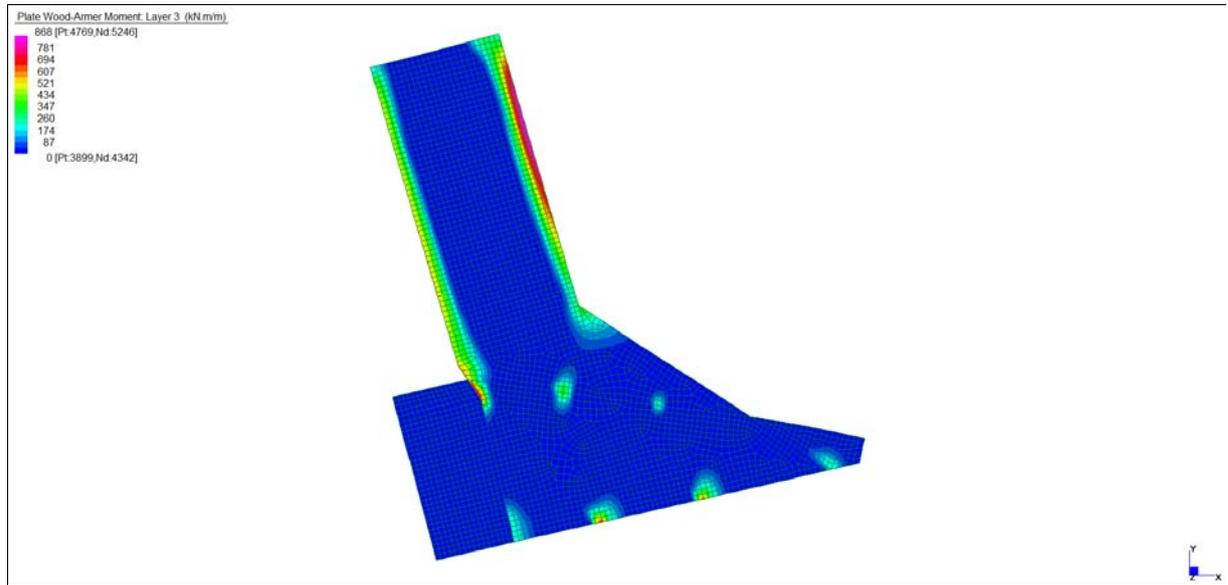
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



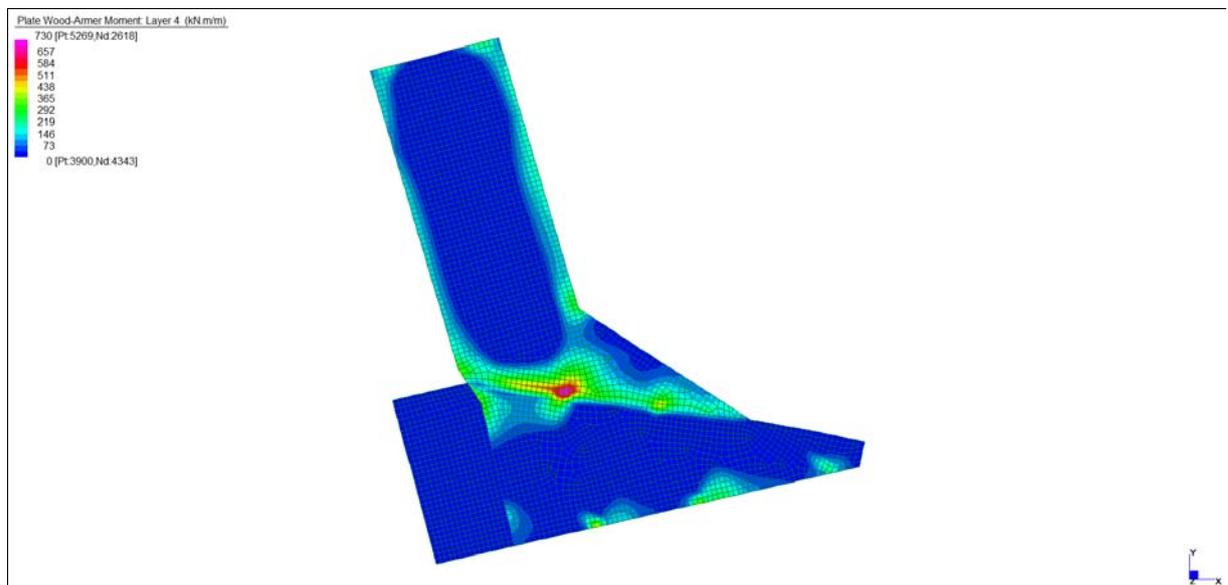
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



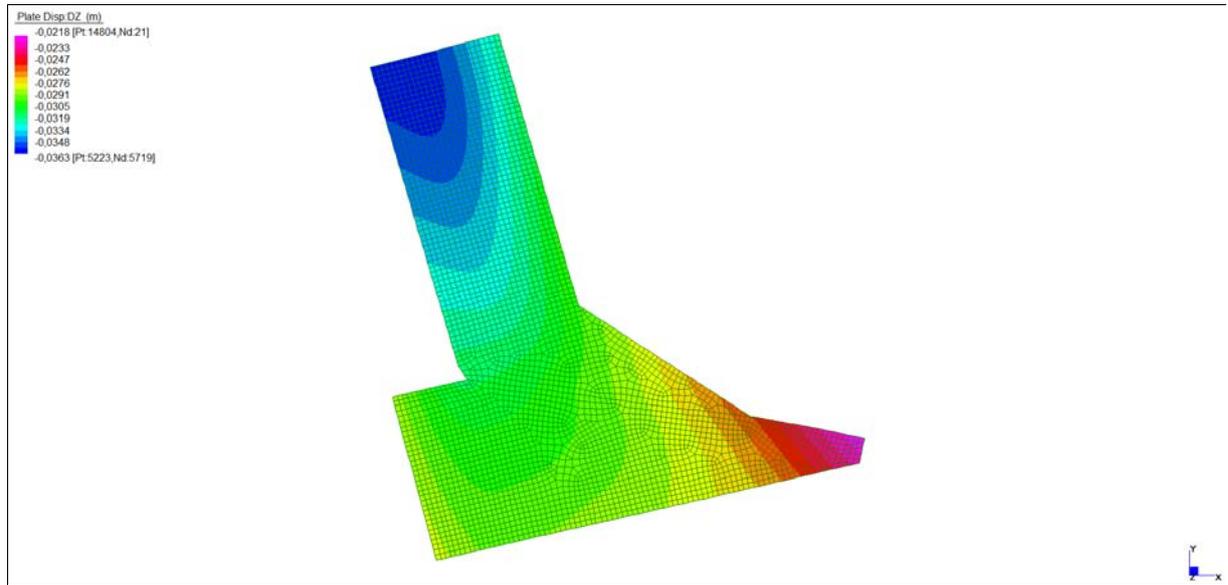
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Spostamento  $dz_{min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

Si precisa che non è stata analizzata la soletta di spessore 50 cm perché presenta sollecitazioni irrilevanti, di seguito invece sono riportate le verifiche nello spessore di 100 cm.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	2328	2542	Si
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	1720	1751	Si
	X-X	Sup	3	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	2323	2542	Si
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	1704	1751	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta copertura (+680,50 m)*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
z-x loc	100	100	93	10000	φ26/10	1,464	0,0057	0,334	-	416	Si, vedi grafici
z-y loc	100	100	91	10000	φ26/10	1,469	0,0058	0,336	-	412	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
z-x loc	100	100	93	10000	spilli φ14/20/20	90	26,6	2350	2517	2758	Si
z-y loc	100	100	91	10000	spilli φ14/20/20	90	26,6	2380	2462	2698	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta copertura (+680,50 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Lay	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	1172	8,10	< 17,43	189	< 360
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	651	5,22	< 17,43	152	< 360
	X-X	Sup	3	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	905	6,25	< 17,43	146	< 360
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	813	6,51	< 17,43	190	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Lay	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	1119	0,21	< 0,40
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	607	0,15	< 0,40
	X-X	Sup	3	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	882	0,15	< 0,40
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	754	0,24	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Lay	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inf	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	1095	7,57	< 13,07	0,21	< 0,30
	Y-Y	Inf	2	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	588	4,71	< 13,07	0,14	< 0,30
	X-X	Sup	3	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	868	6,00	< 13,07	0,15	< 0,30
	Y-Y	Sup	4	100	100	91	-	-	-	φ26/10	-	-	-	730	5,85	< 13,07	0,23	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.) – Soletta copertura (+680,50 m)*

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

### 14.3 SOLETTA (+684,26 m)

#### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

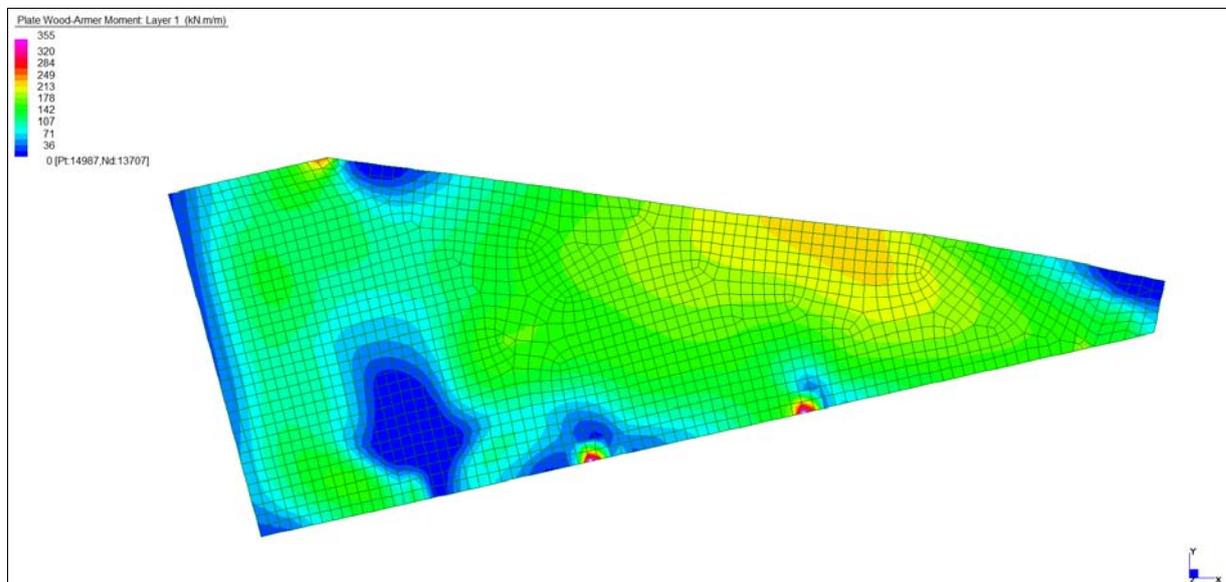
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

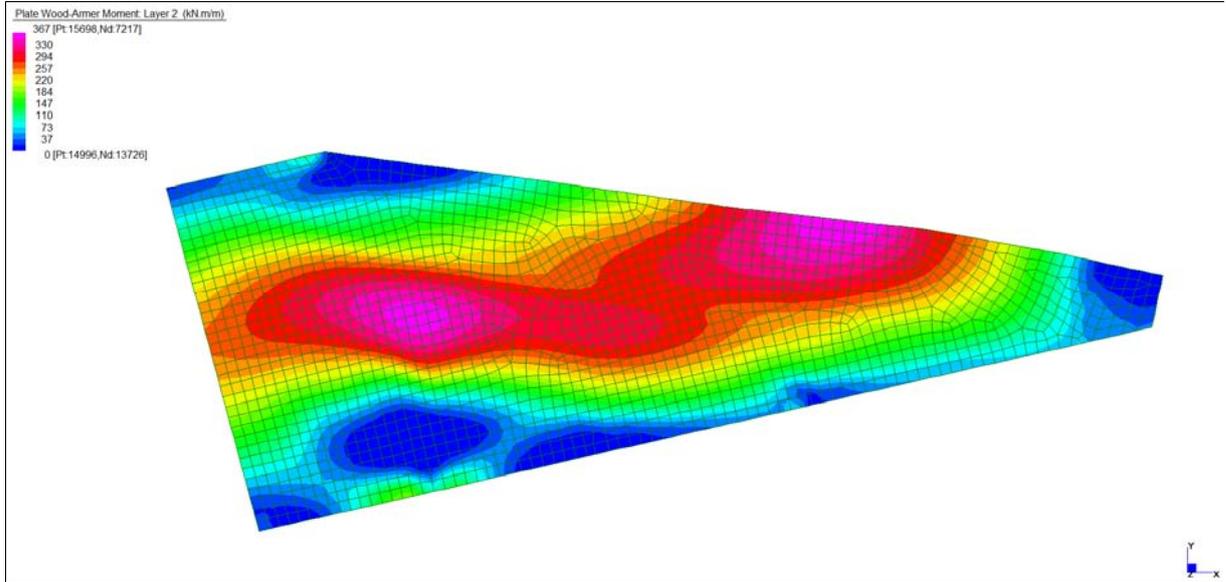
#### Grafici di combinazione di SLU



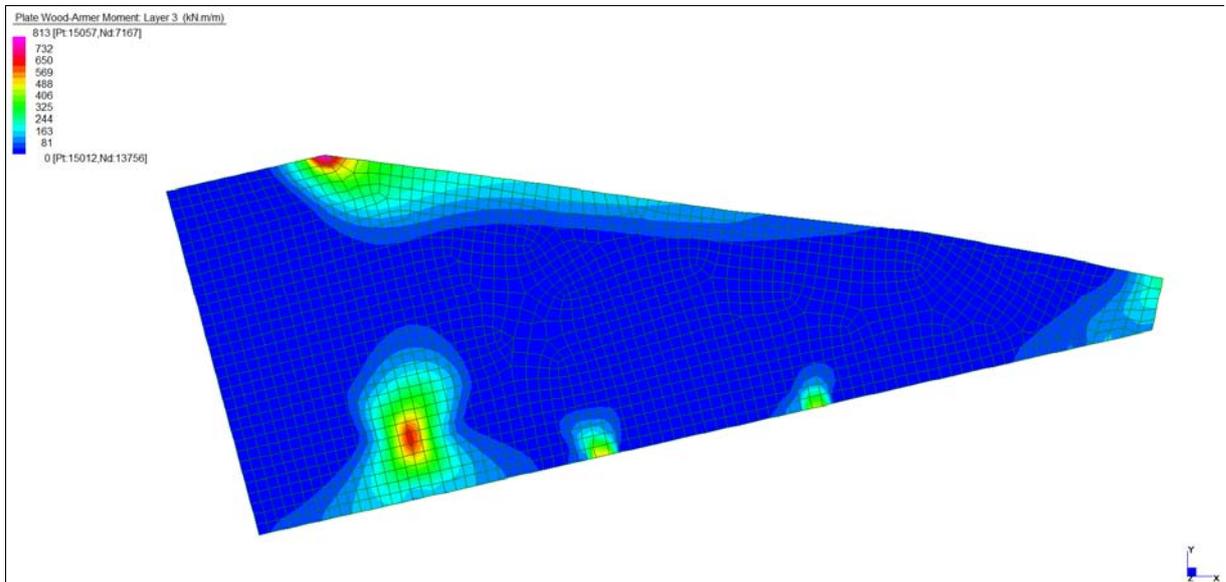
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



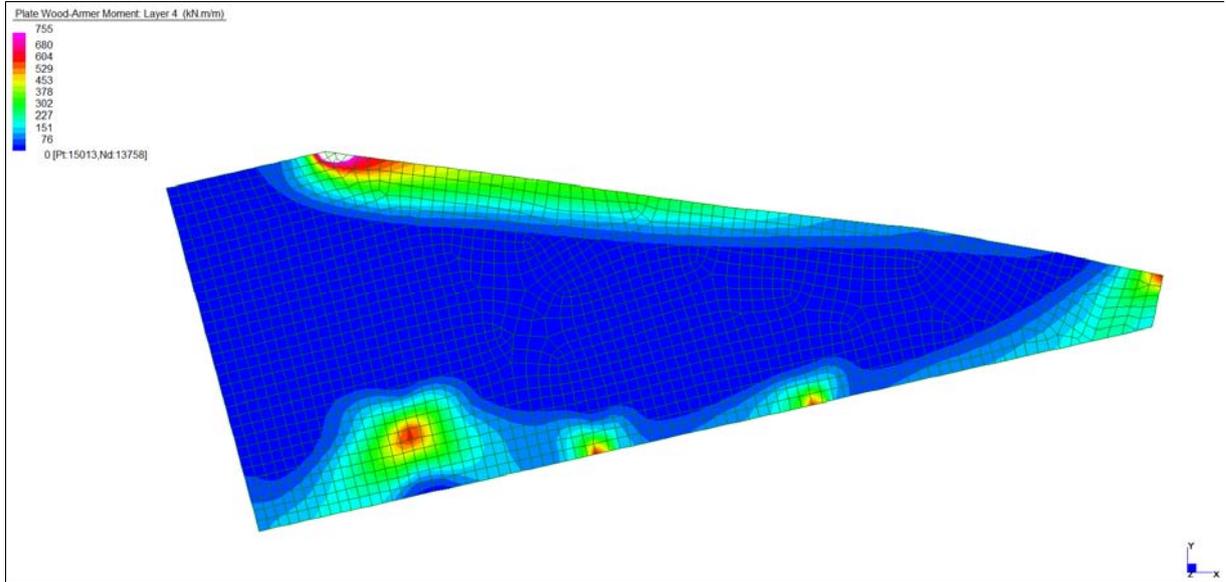
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



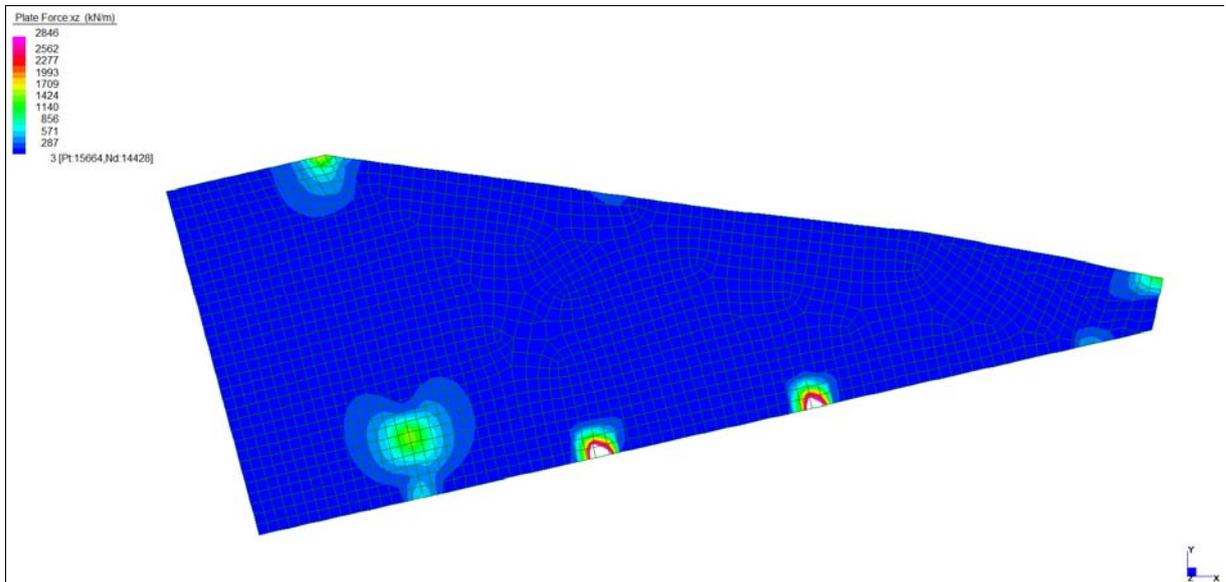
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



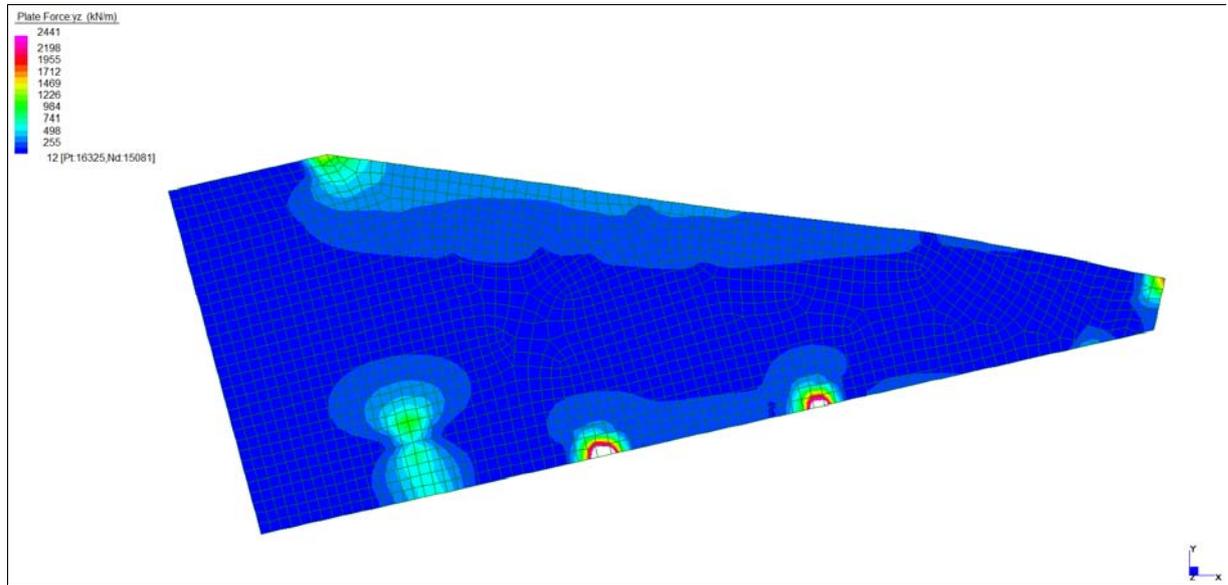
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



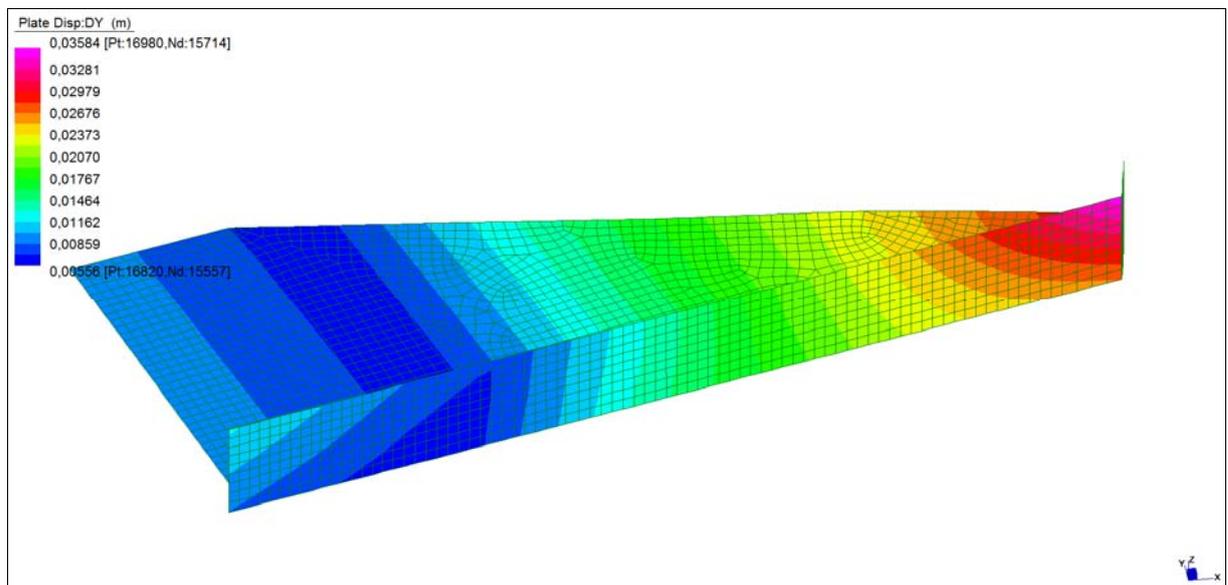
*Sforzo di taglio  $V_{ZX}$  (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio  $V_{YZ}$  (S.L.U.)*

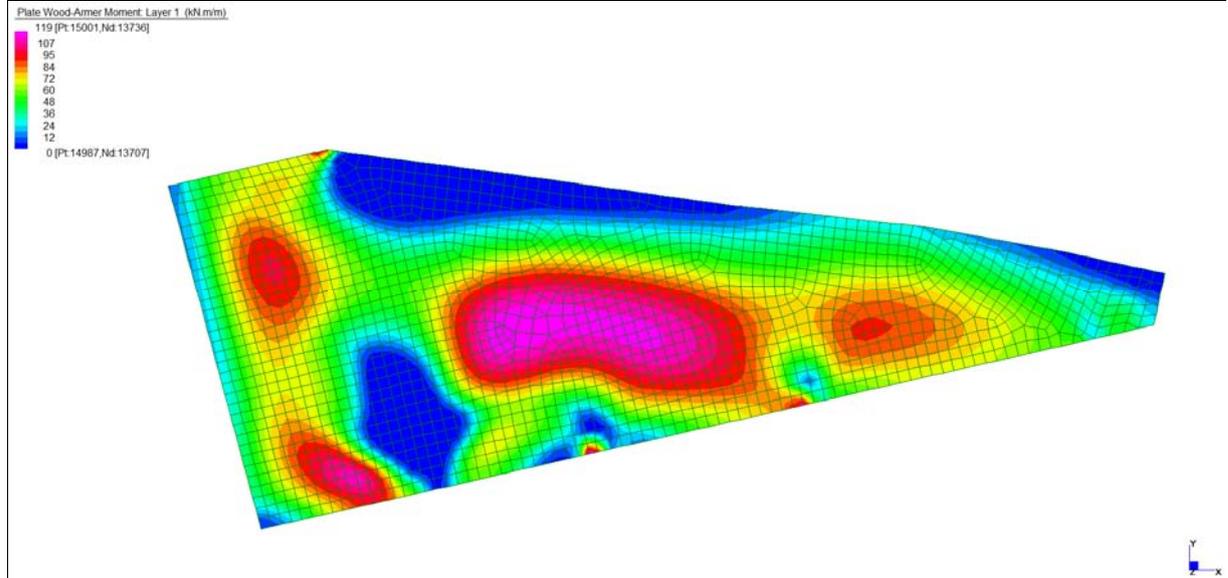


*Spostamento  $d_{Y \min \text{ locale}}$  (S.L.V. Sismico) \_\_Soletta (livello 683 m giunto)*

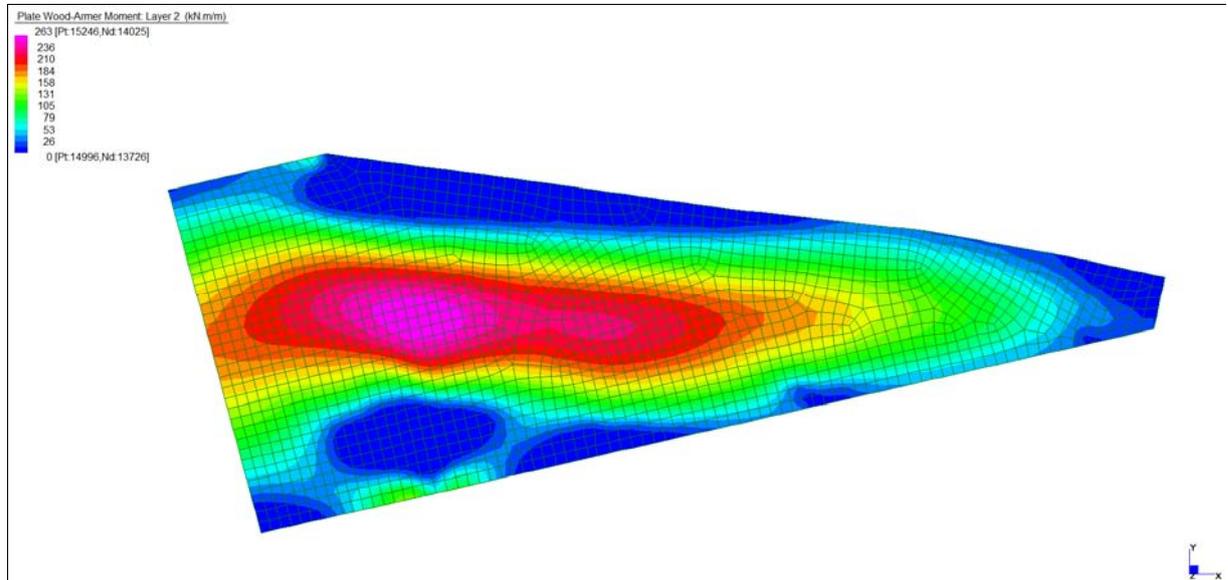
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



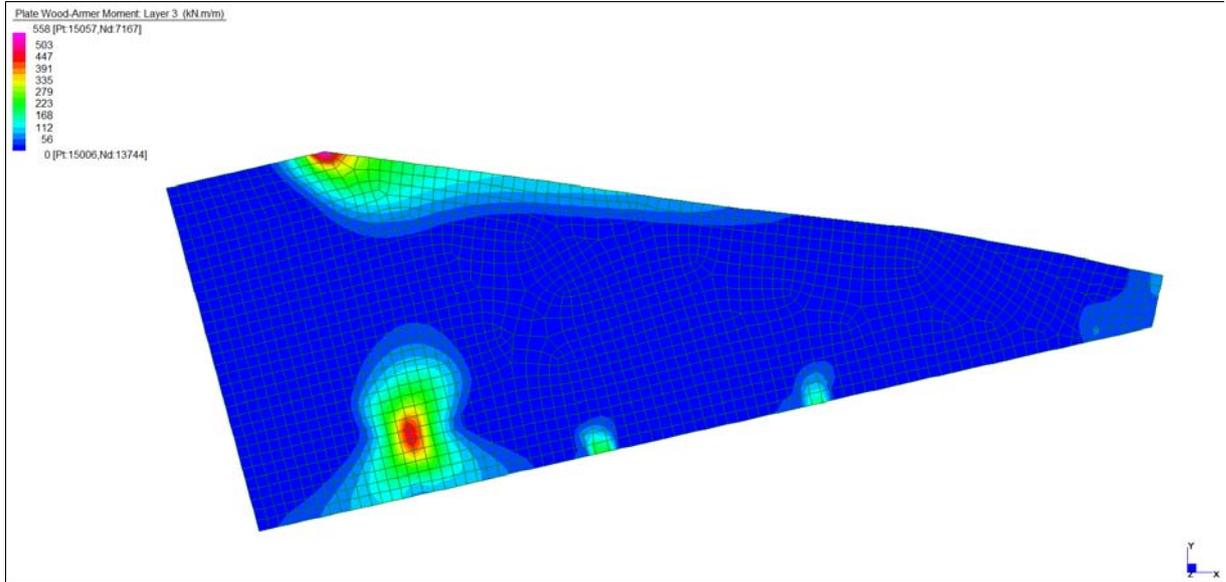
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)



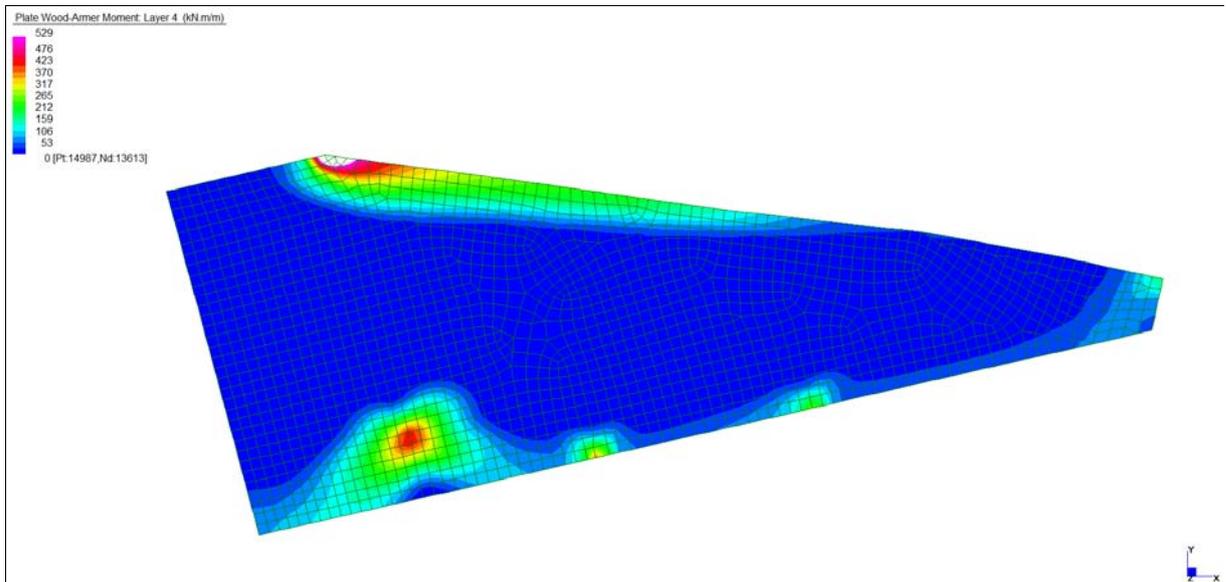
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*

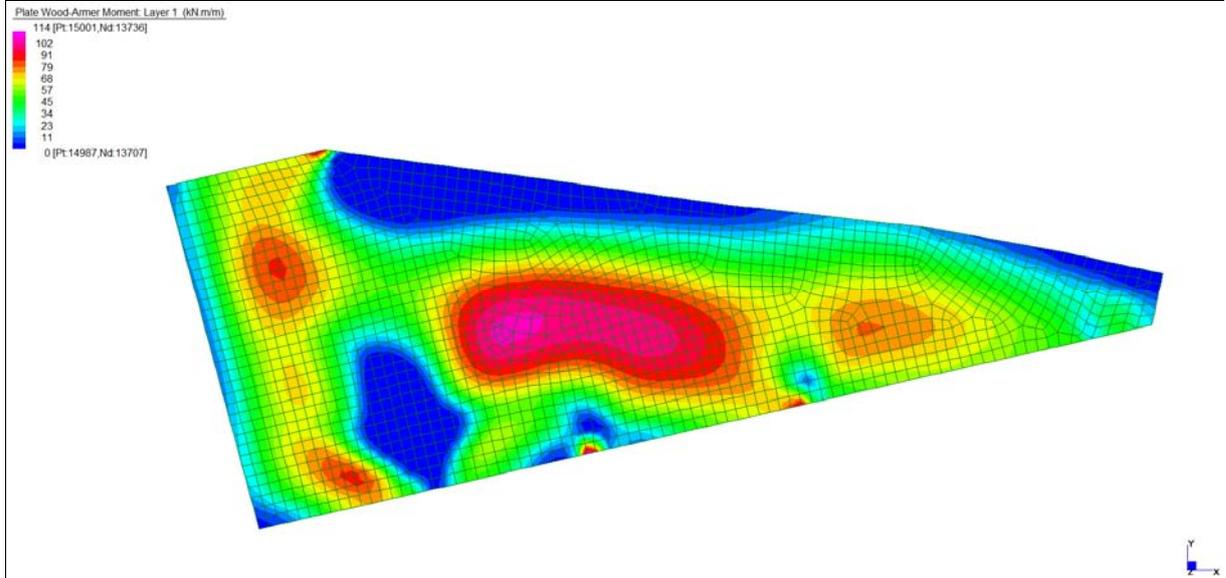


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)*

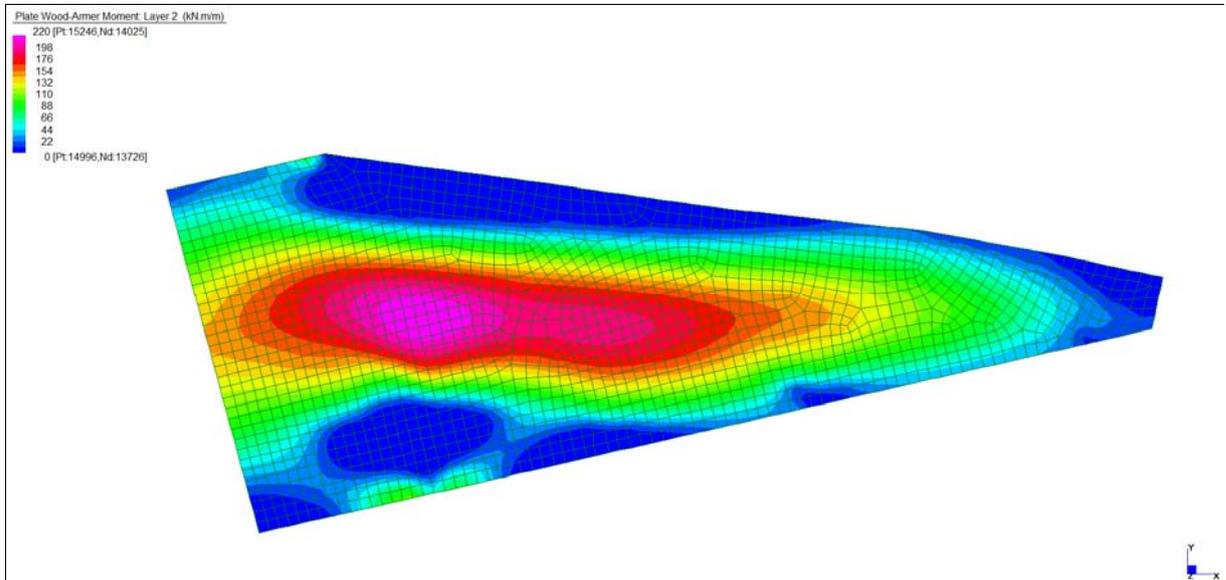
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



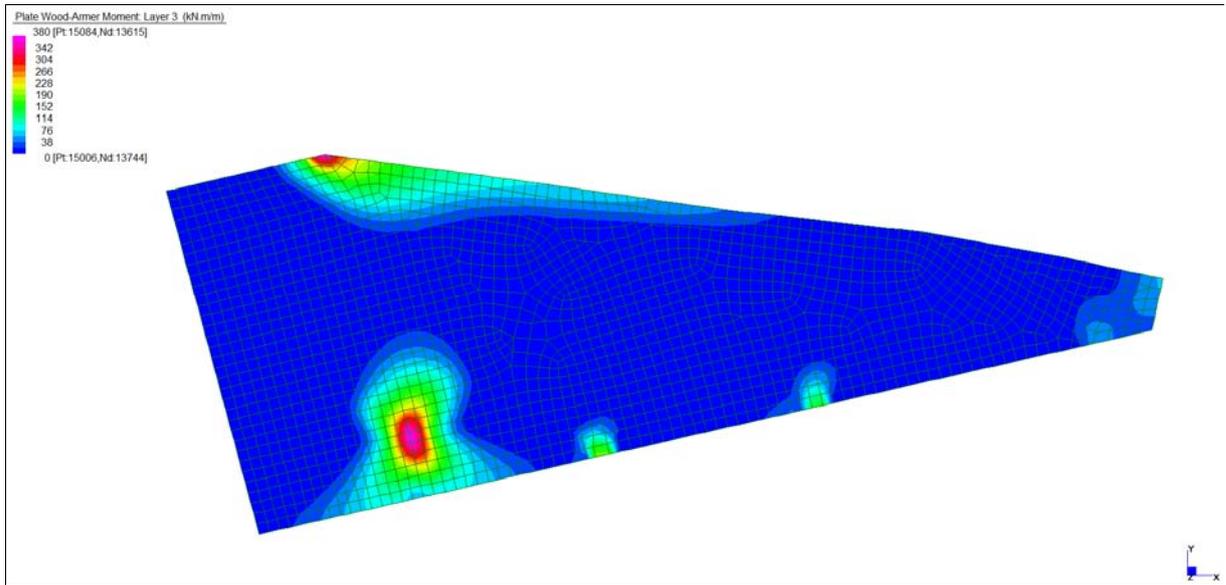
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)



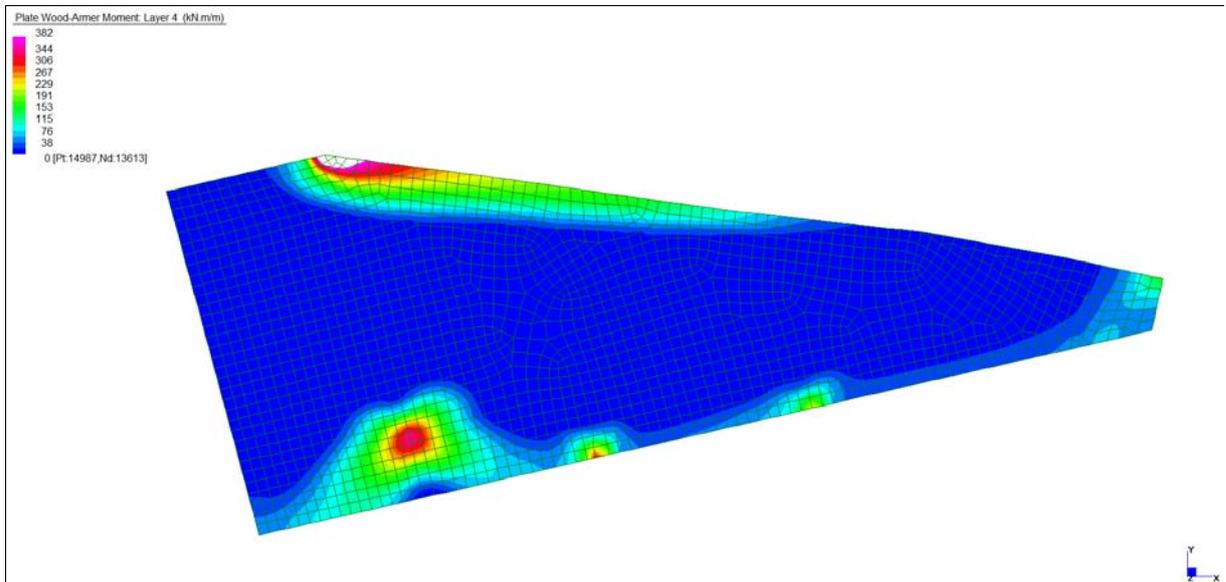
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)*

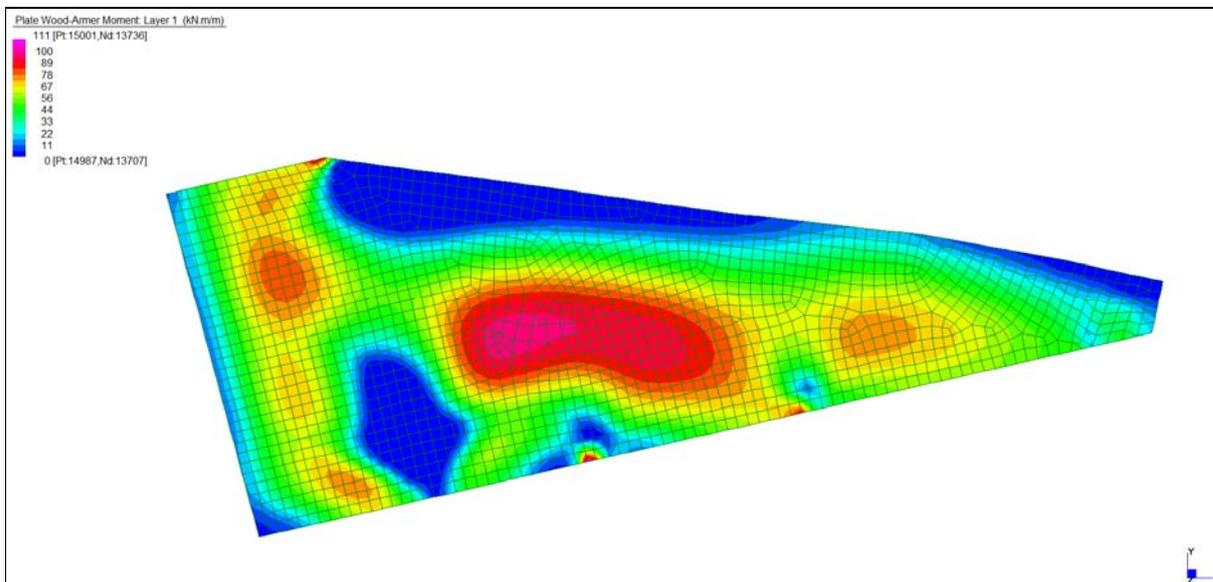


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)*

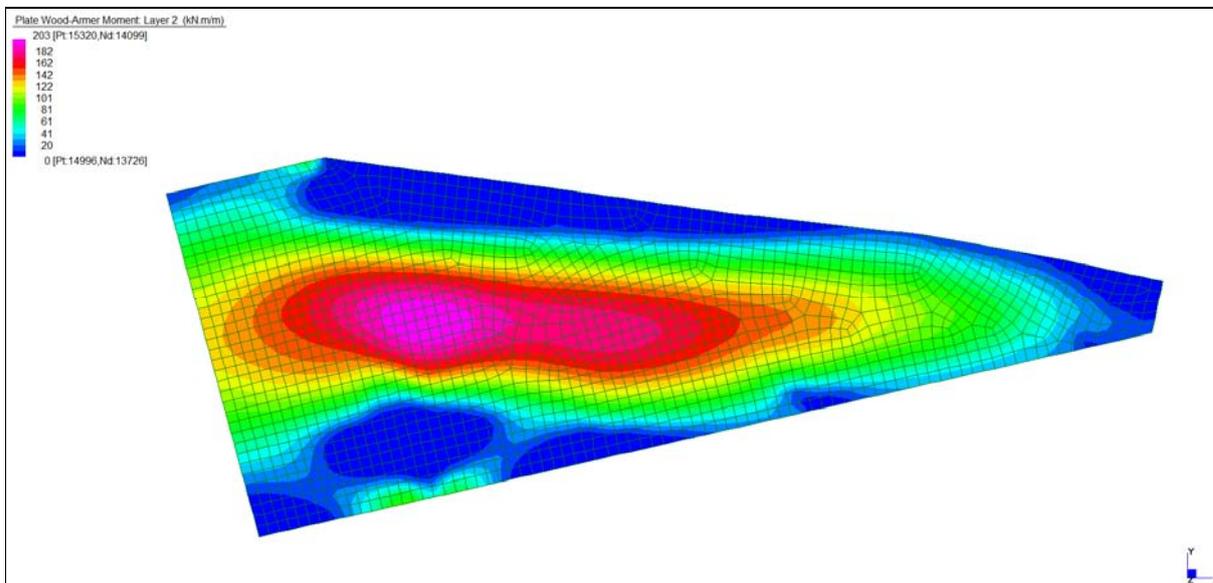
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



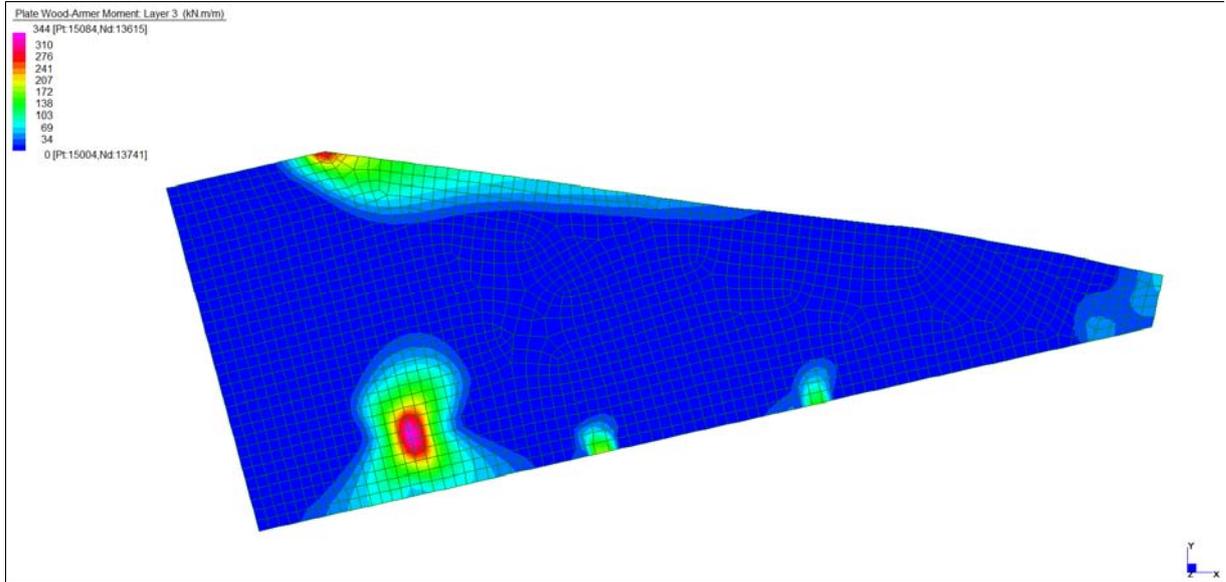
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



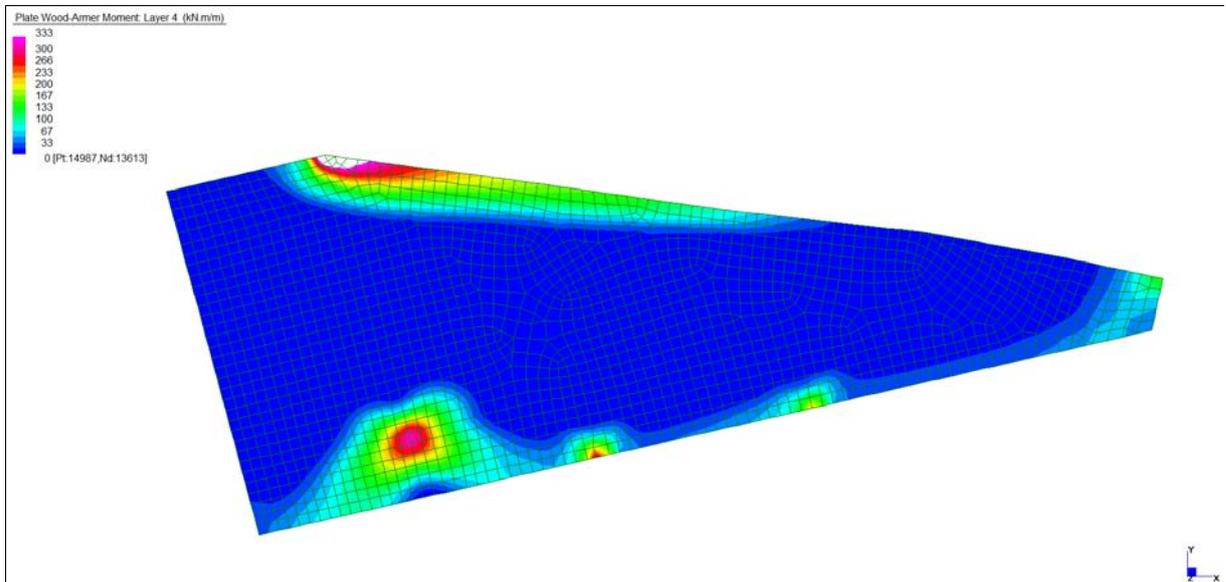
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



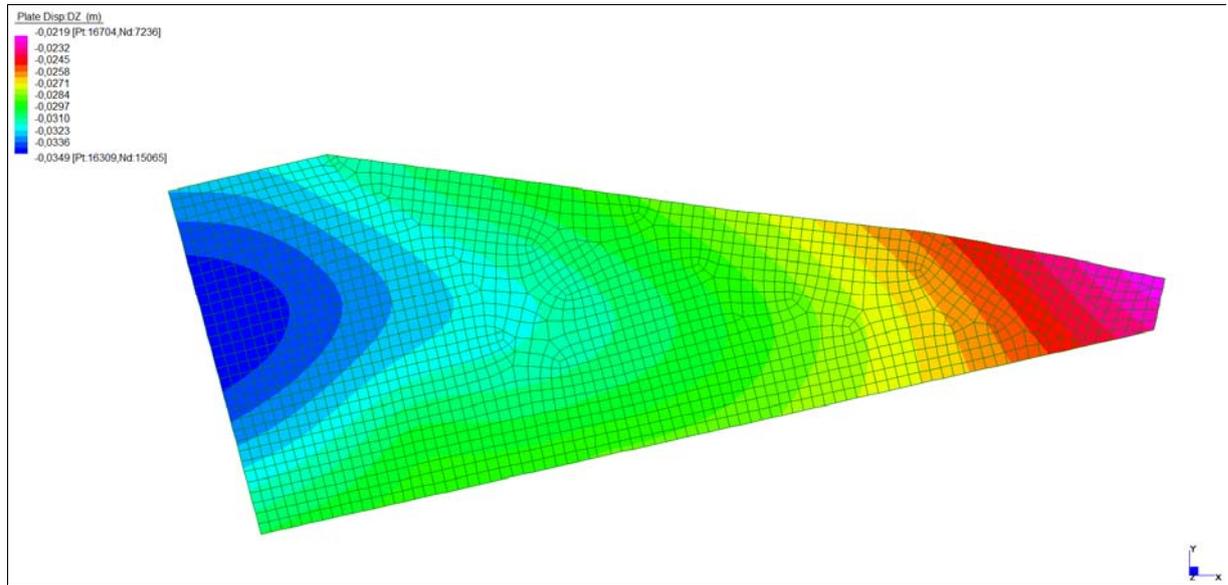
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Spostamento  $dz_{min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
SOLETTA (sp=50cm)	X-X	Inf	1	100	50	41	41	-	φ16/20	φ20/20	-	355	380	Si
	Y-Y	Inf	2	100	50	43	43	-	φ20/20	φ20/20	-	367	479	Si
	X-X	Sup	3	100	50	41	-	-	φ26/10	-	-	690	712	Si
	Y-Y	Sup	4	100	50	43	-	7	φ26/10	-	φ20/20	755	777	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta (+684,26 m)*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
z-x loc	100	50	41	5000	φ16/20	1,698	0,0025	0,418	-	171	Si, vedi grafici
z-y loc	100	50	43	5000	φ20/20	1,682	0,0037	0,412	-	190	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϕ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>RsD</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
z-x loc	100	50	41	5000	spilli φ12/20/20	90	26,6	800	815	1215	Si
z-y loc	100	50	43	5000	spilli φ12/20/20	90	26,6	815	855	1275	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta (+684,26 m)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
SOLETTA (sp= 50cm)	X-X	Inf	1	100	50	41	41	-	φ16/20	φ20/20	-	119	4,58	< 17,43	128	< 360
	Y-Y	Inf	2	100	50	43	43	-	φ20/20	φ20/20	-	263	8,75	< 17,43	222	< 360
	X-X	Sup	3	100	50	41	-	-	φ26/10	-	-	558	17,09	< 17,43	303	< 360
	Y-Y	Sup	4	100	50	43	-	7	φ26/10	-	φ20/20	529	13,51	< 17,43	271	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
SOLETTA (sp= 50cm)	X-X	Inf	1	100	50	41	41	-	φ16/20	φ20/20	-	114	0,11	< 0,40
	Y-Y	Inf	2	100	50	43	43	-	φ20/20	φ20/20	-	220	0,26	< 0,40
	X-X	Sup	3	100	50	41	-	-	φ26/10	-	-	380	0,32	< 0,40
	Y-Y	Sup	4	100	50	43	-	7	φ26/10	-	φ20/20	382	0,25	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
SOLETTA (sp= 50cm)	X-X	Inf	1	100	50	41	41	-	φ16/20	φ20/20	-	111	4,27	< 13,07	0,10	< 0,30
	Y-Y	Inf	2	100	50	43	43	-	φ20/20	φ20/20	-	209	6,95	< 13,07	0,24	< 0,30
	X-X	Sup	3	100	50	41	-	-	φ26/10	-	-	344	10,53	< 13,07	0,29	< 0,30
	Y-Y	Sup	4	100	50	43	-	7	φ26/10	-	φ20/20	333	8,50	< 13,07	0,21	< 0,30

**Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.) – Soletta (+684,26 m)**

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

## 14.4 MURI Y-Z-X

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nei muri in esame restituite dal modello relativamente agli involuipi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

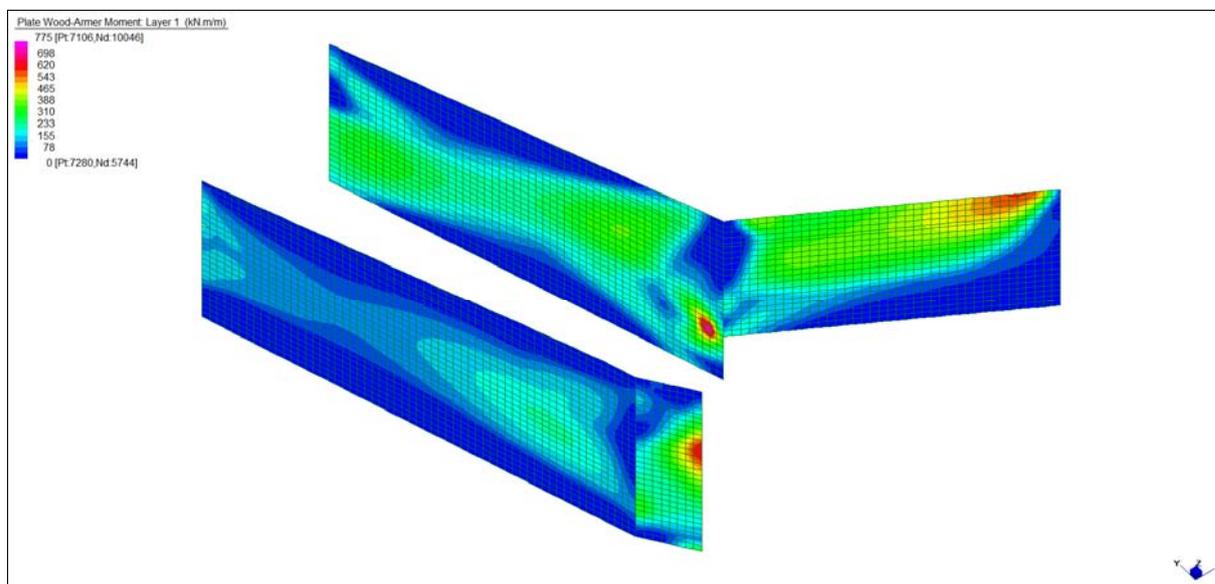
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

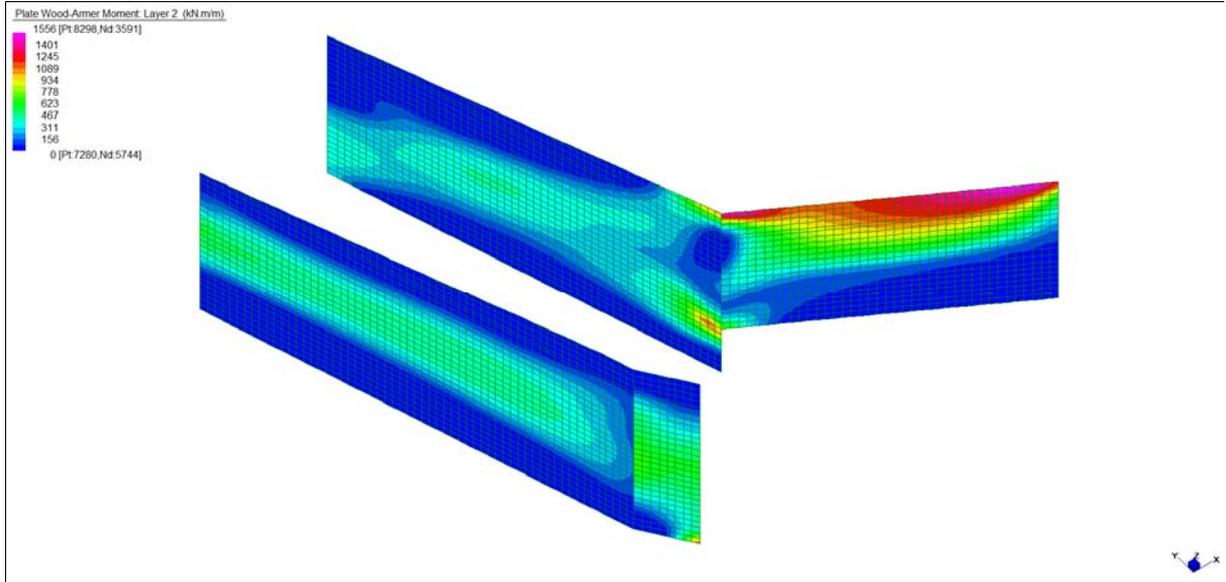
### Grafici di combinazione di SLU



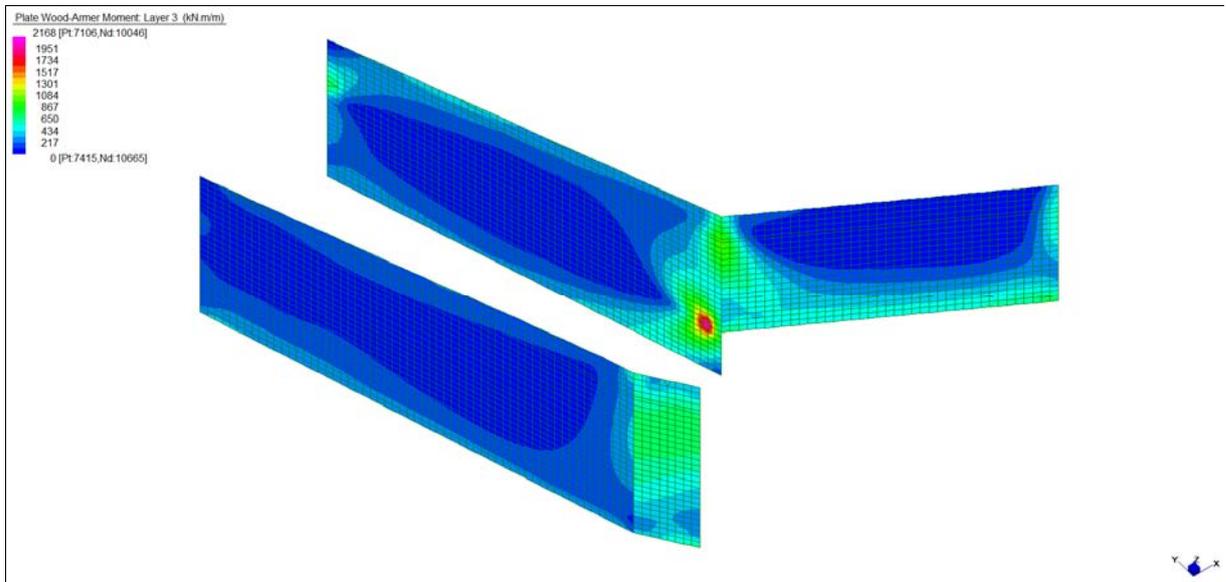
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



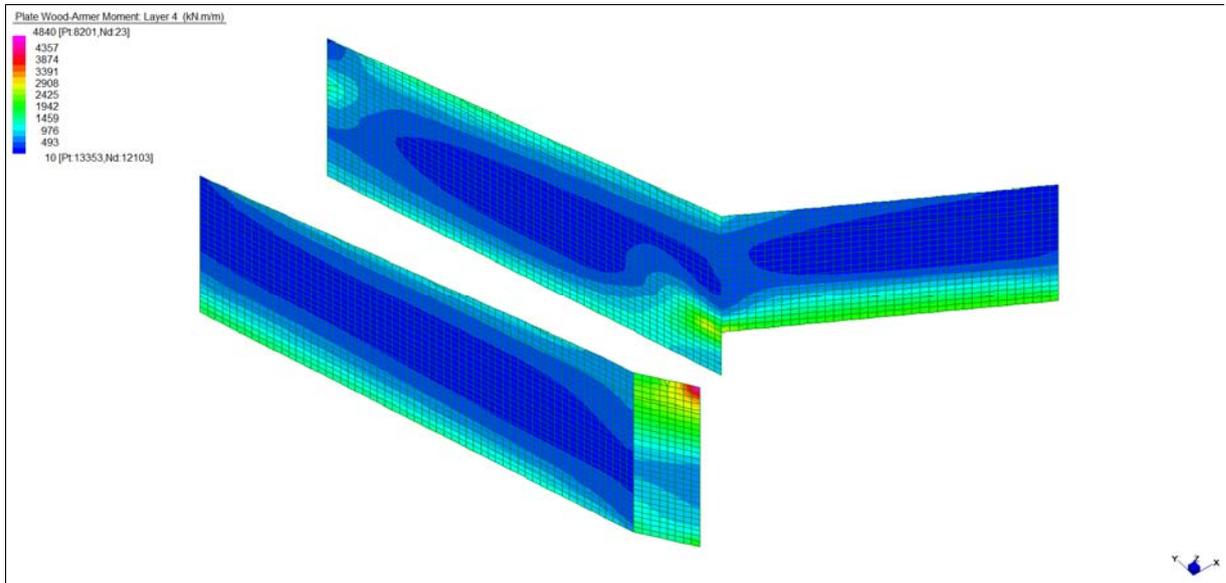
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.U.)*



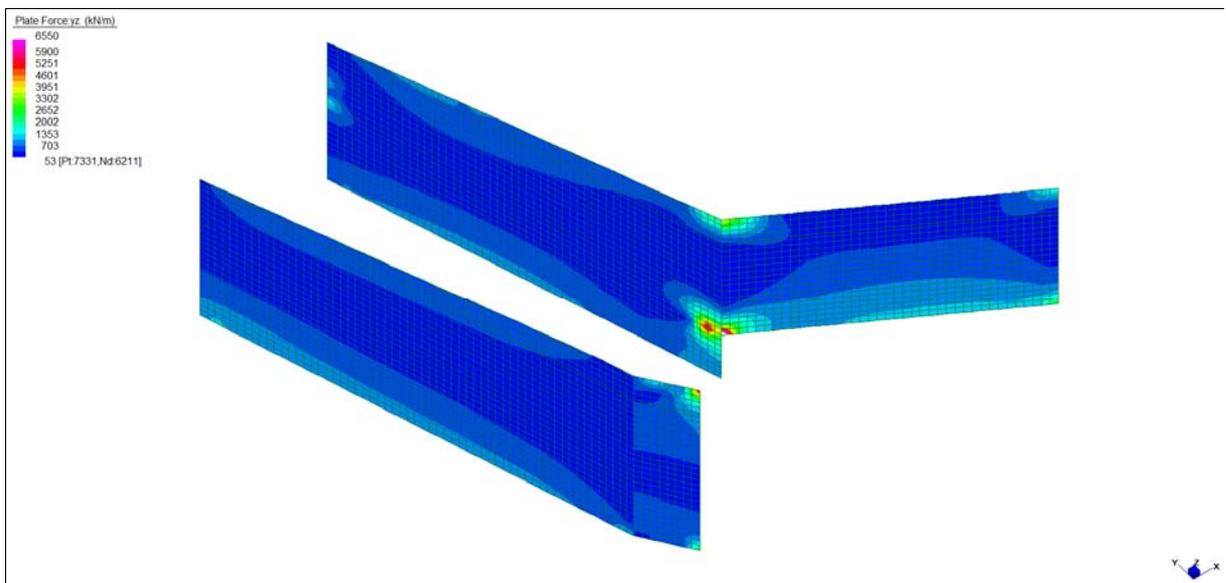
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



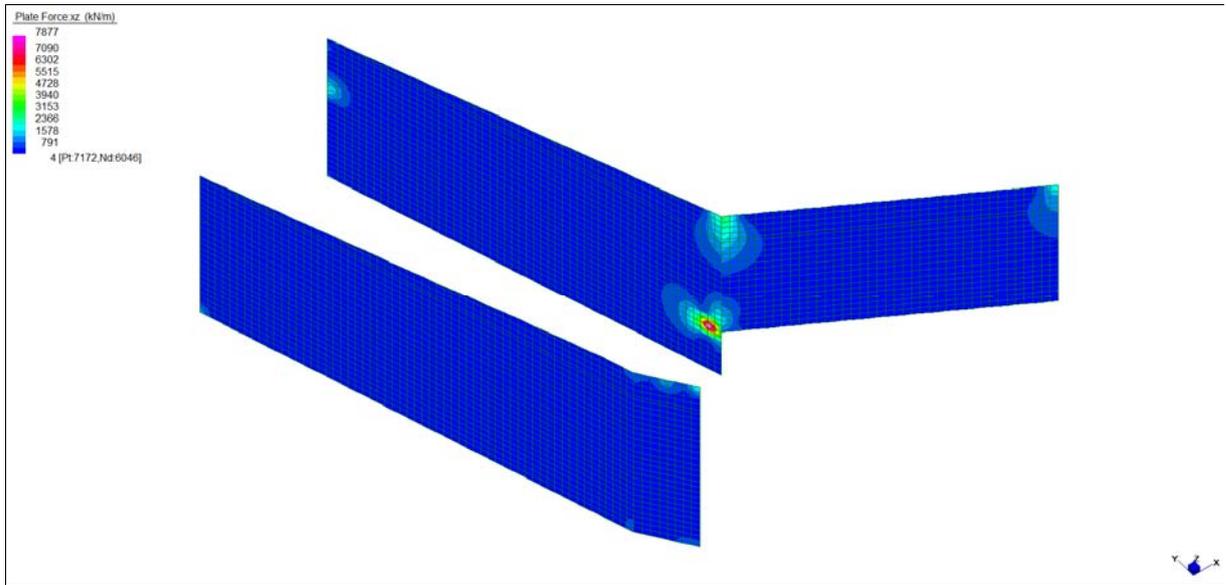
*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

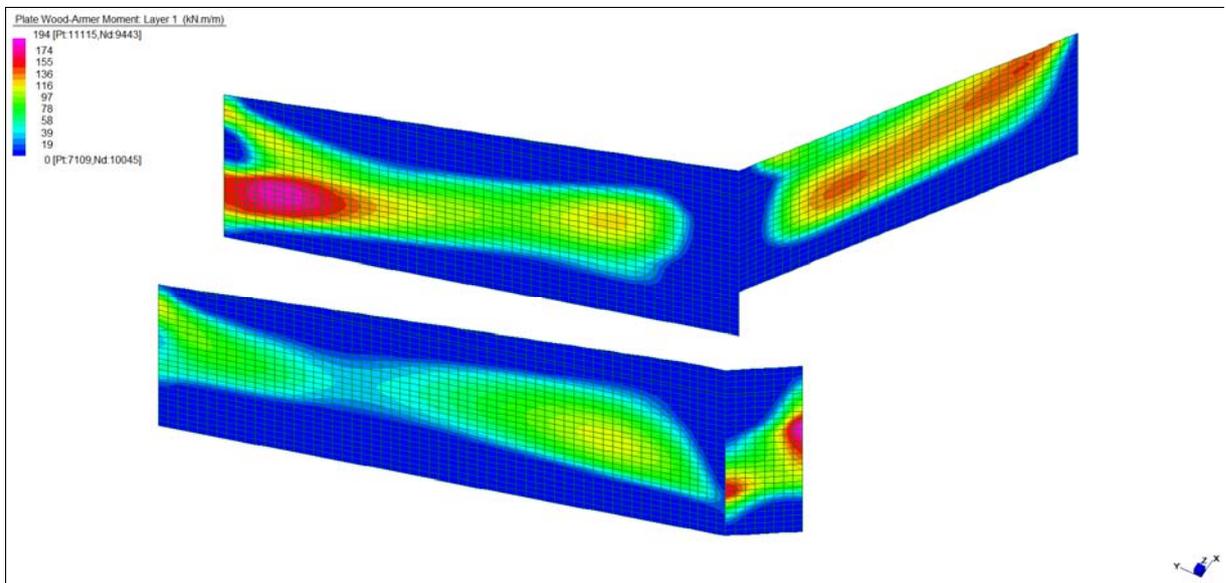
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale\_VZX\_locale (S.L.U.)*

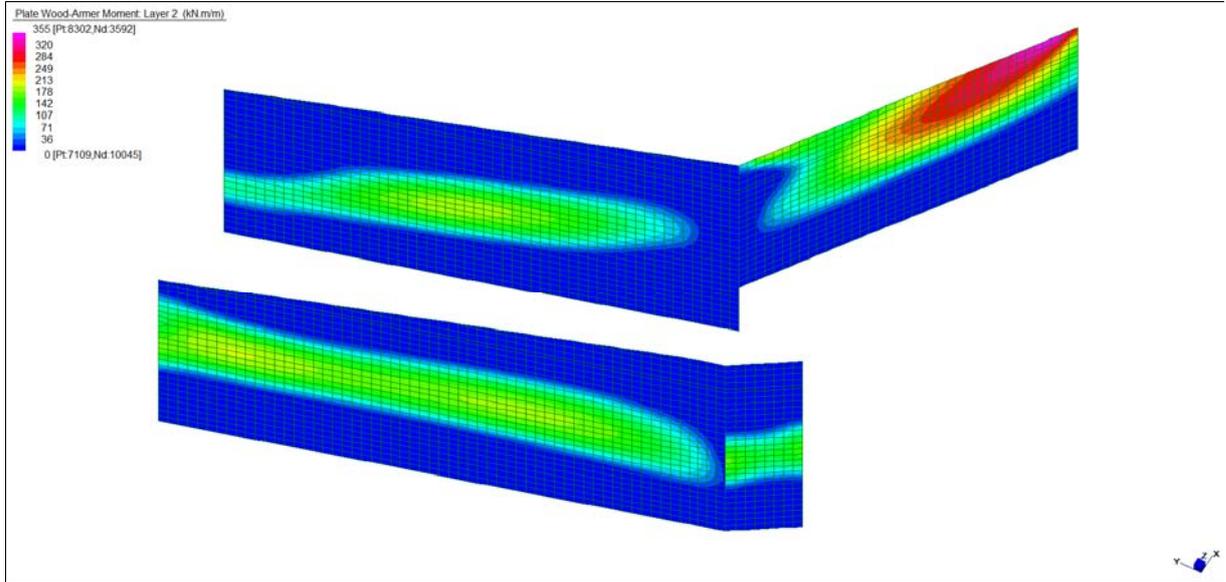
Grafici di combinazione RARA



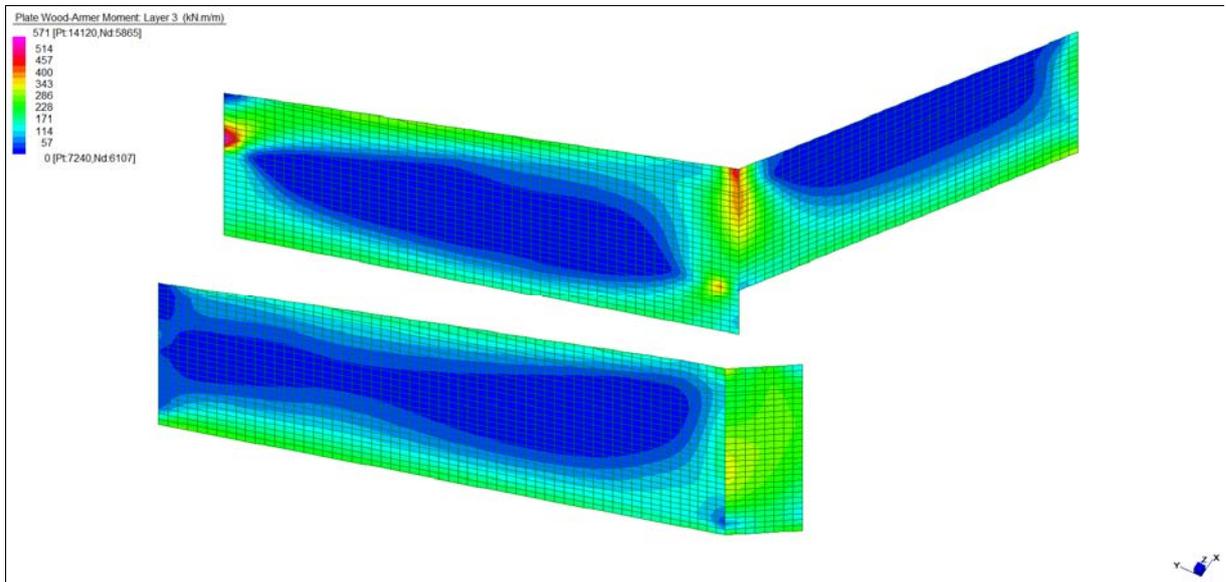
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



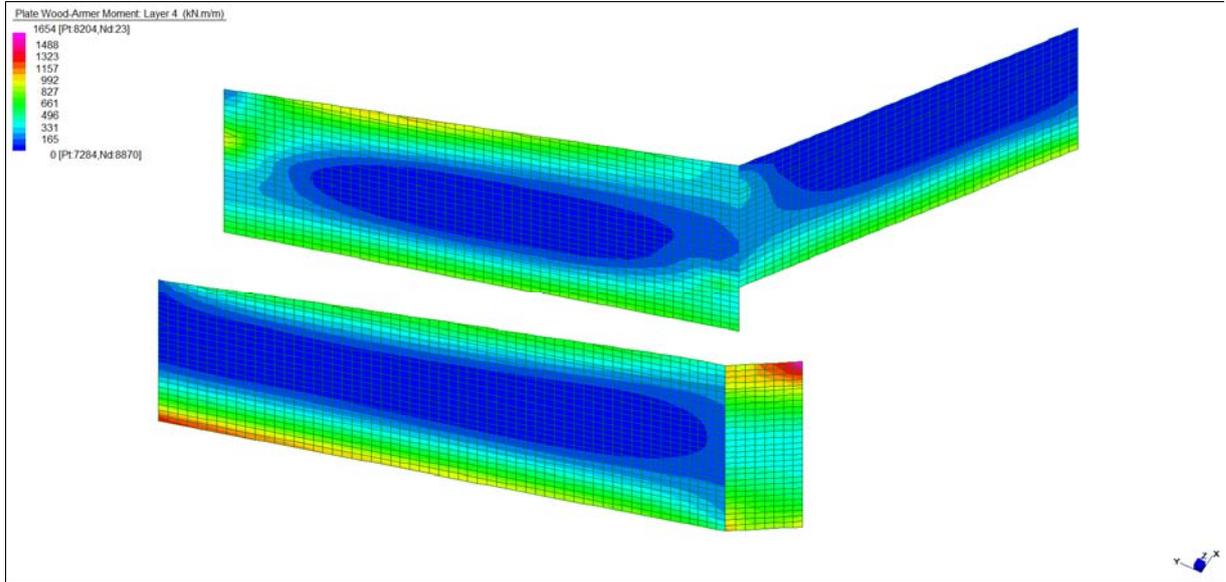
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Rara)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Rara)*

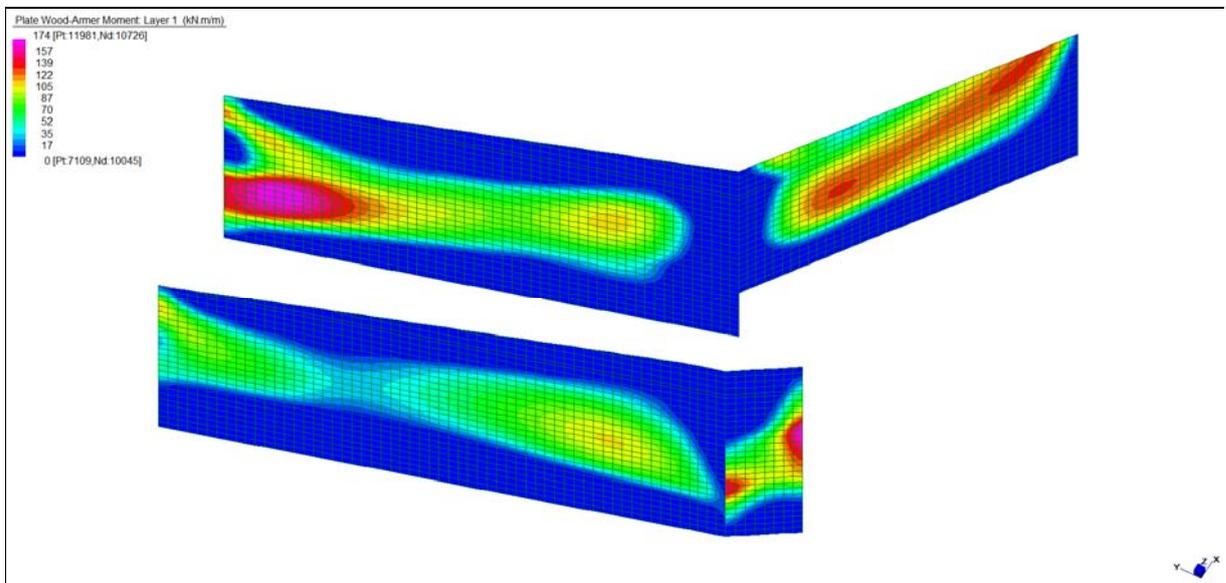
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Rara)*

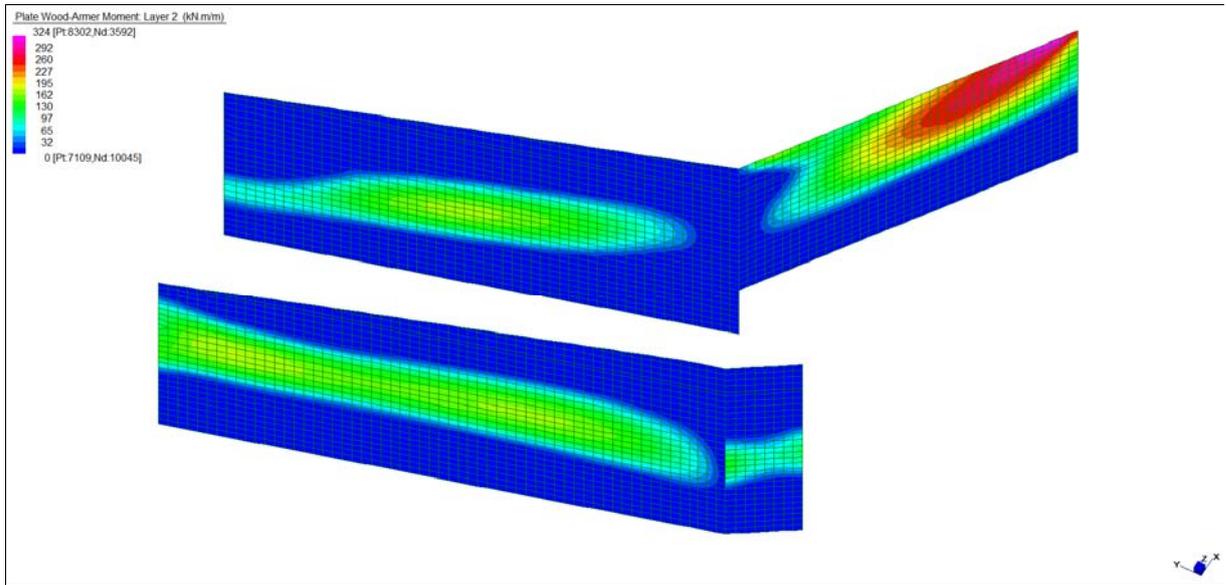
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



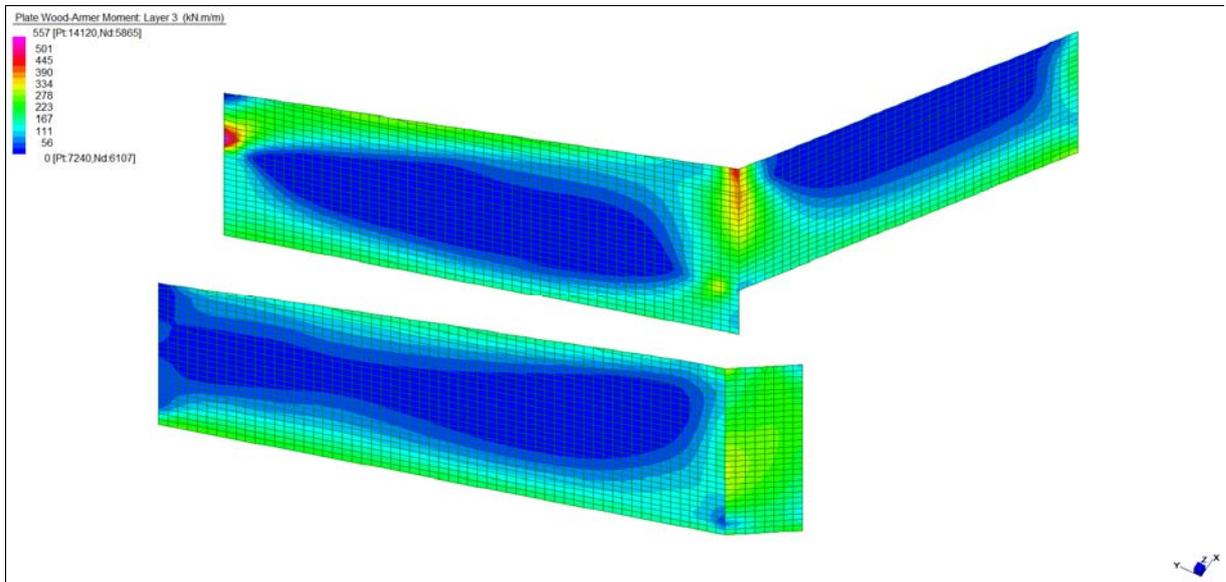
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



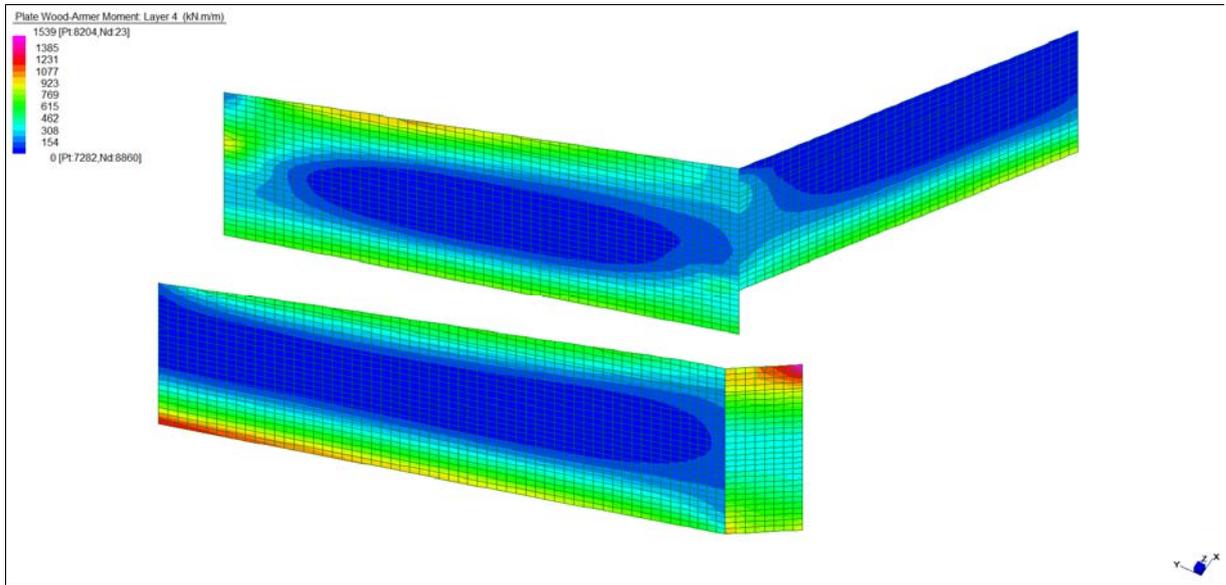
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Frequente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Frequente)*

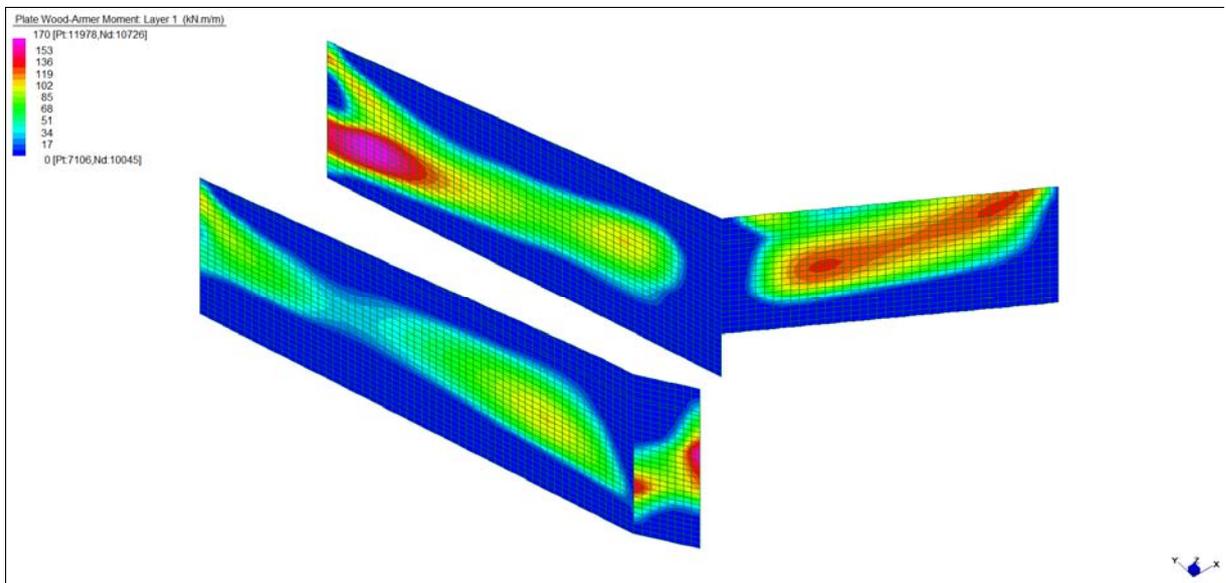
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Frequente)*

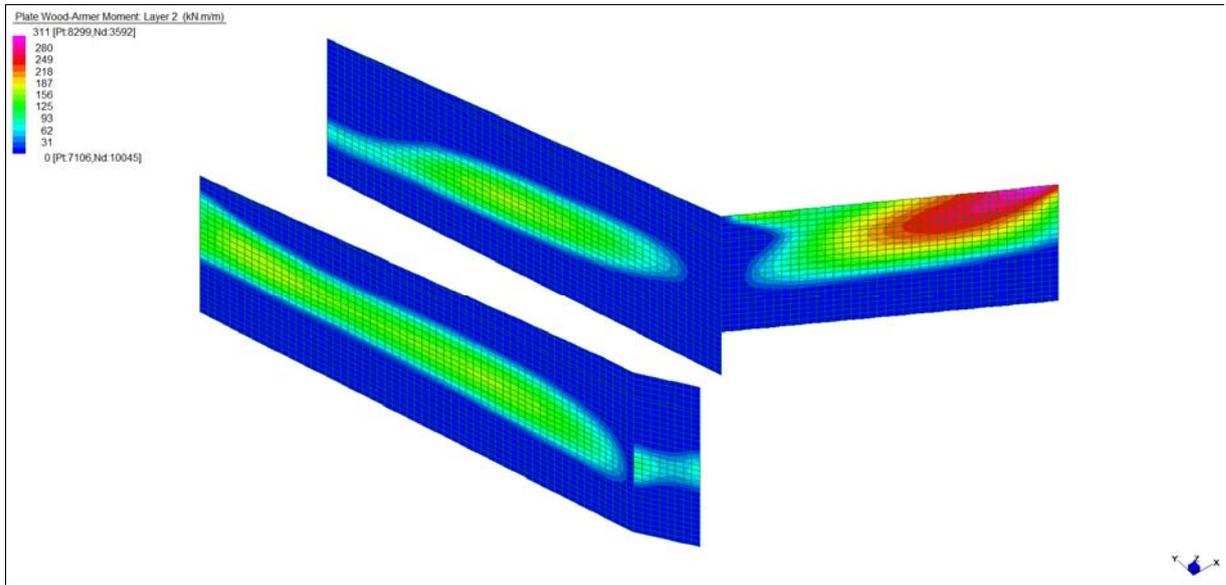
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



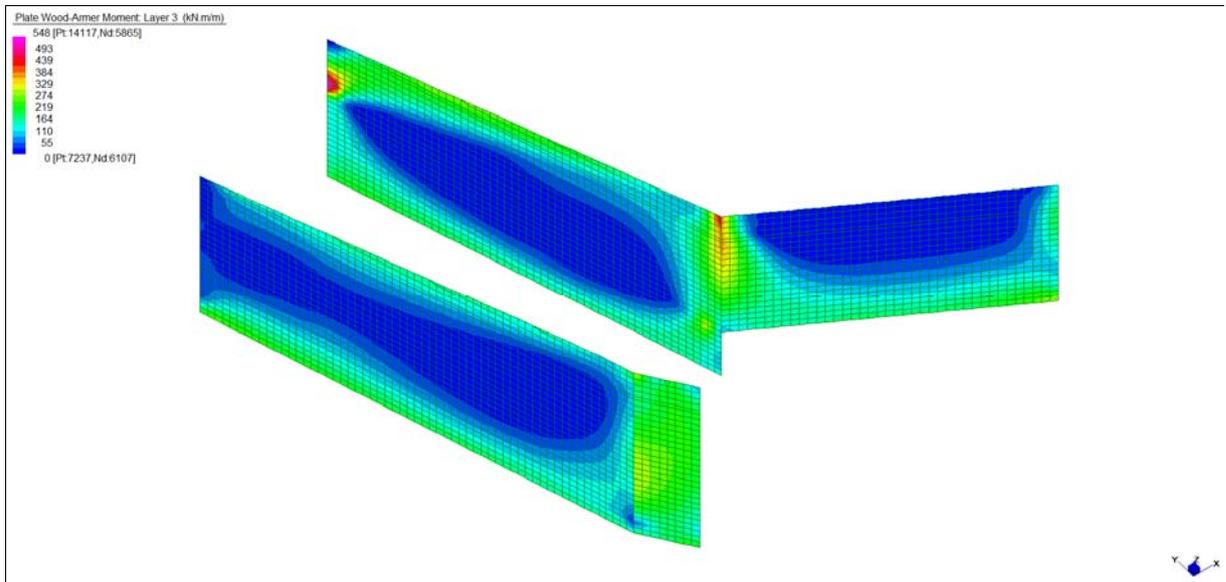
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



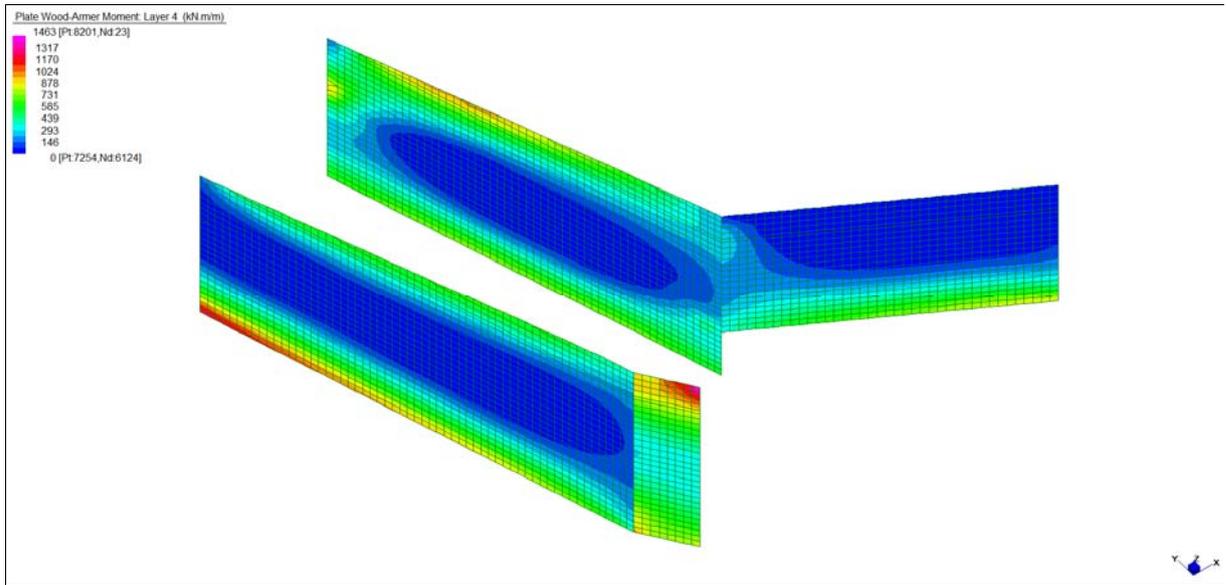
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	
MURO Y-Z-X (sp = 80 cm)	Orizz	Interno	1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	776	823	Si
	Vert	Interno	2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	1557	1706	Si
	Orizz	Terreno	3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	2168	2287	Si
	Vert	Terreno	4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	3052	3134	Si
MURO Y (sp = 128 cm)	Orizz	Interno	1	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	650	1028	Si
	Vert	Interno	2	100	128	121	121	-	-	φ24/20	φ16/20	-	-	1174	1494	Si
	Orizz	Terreno	3	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	723	1028	Si
	Vert	Terreno	4	100	128	121	117	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	4150	4385	Si

Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muri Y – Z - X

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

	Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>t</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
		cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
MURO Y-Z-X (sp = 80 cm)	Vert (z-y loc)	100	80	73	8000	φ26/10	1,523	0,0073	0,355	-	368	Si, vedi grafici
	Orizz (z-x loc)	100	80	71	8000	φ20/10	1,531	0,0044	0,357	-	305	Si, vedi grafici
MURO Y (sp = 128 cm)	Vert (z-y loc)	100	128	121	12800	φ24/20	1,407	0,0019	0,315	-	380	Si, vedi grafici
	Orizz (z-x loc)	100	128	119	12800	φ24/20	1,410	0,0019	0,316	-	375	Si, vedi grafici

	Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
		cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
MURO Y-Z-X (sp = 80 cm)	Vert (z-y loc)	100	80	73	8000	spilli φ16/20/10	90	26,6	2109	5161	2165	Si
	Orizz (z-x loc)	100	80	71	8000	spilli φ16/20/10	90	26,6	1980	5019	2105	Si
MURO Y (sp = 128 cm)	Vert (z-y loc)	100	128	121	12800	spilli φ12/20/20	90	26,6	2235	2406	3588	Si
	Orizz (z-x loc)	100	128	119	12800	spilli φ12/20/20	90	26,6	2133	2366	3529	Si

Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muri Y – Z - X

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE**

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nei muri in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

MURO Y (128 cm)			MURO Y-Z-X (80 cm)		
$N_{min} =$	6300	kN/m	$N_{min} =$	5867	kN/m
$b =$	100	cm	$b =$	100	cm
$h =$	128	cm	$h =$	80	cm
$A_c =$	12800	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	8000	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,299		$v =$	0,446	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	760	cm	$L =$	760	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	380	cm	$L_0 =$	380	cm
$\rho =$	36,95	cm	$\rho =$	23,09	cm
$\lambda =$	<b>10,28</b>		$\lambda =$	<b>16,45</b>	
$\lambda_{lim} =$	<b>47,88</b>		$\lambda_{lim} =$	<b>39,22</b>	
Verifica	<b>Si</b>		Verifica	<b>Si</b>	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Muri Y - Z - X*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 N/mm^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 N/mm^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40$  mm;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30$  mm;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 N/mm^2$

RARA	Dir.	Lato	Lay	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO Y-Z-X (sp = 80 cm)	Orizz	Int	1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	183	2,66	< 17,43	91	< 360
	Vert	Int	2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	355	3,85	< 17,43	85	< 360
	Orizz	Terra	3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	571	5,94	< 17,43	100	< 360
	Vert	Terra	4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1315	11,32	< 17,43	166	< 360
MURO Y (sp = 128 cm)	Orizz	Int	1	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	194	1,39	< 17,43	78	< 360
	Vert	Int	2	100	128	121	121	-	-	φ24/20	φ16/20	-	-	167	1,01	< 17,43	46	< 360
	Orizz	Terra	3	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	340	2,44	< 17,43	136	< 360
	Vert	Terra	4	100	128	121	117	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1654	6,73	< 17,43	155	< 360

Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara) \_ Muri Y-Z-X

FREQ	Dir.	Lato	Lay	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO Y-Z-X (sp = 80 cm)	Orizz	Int	1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	174	0,08	< 0,40
	Vert	Int	2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	324	0,04	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	557	0,11	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1275	0,18	< 0,40
MURO Y (sp = 128 cm)	Orizz	Int	1	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	173	0,08	< 0,40
	Vert	Int	2	100	128	121	121	-	-	φ24/20	φ16/20	-	-	123	0,02	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	315	0,14	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	128	121	117	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1539	0,15	< 0,40

Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Frequente) \_ Muri Y-Z-X

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

QPER	Dir.	Lato	Lay	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO Y-Z-X (sp = 80 cm)	Orizz	Int	1	100	80	71	-	-	-	φ20/10	-	-	-	170	2,47	< 13,07	0,08	< 0,30
	Vert	Int	2	100	80	73	69	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	311	3,37	< 13,07	0,04	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	80	71	66	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	548	5,70	< 13,07	0,11	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	80	73	69	63	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1254	10,79	< 13,07	0,18	< 0,30
MURO Y (sp = 128 cm)	Orizz	Int	1	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	164	1,18	< 13,07	0,07	< 0,30
	Vert	Int	2	100	128	121	121	-	-	φ24/20	φ16/20	-	-	98	0,59	< 13,07	0,02	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	128	119	-	-	-	φ24/20	-	-	-	305	2,19	< 13,07	0,13	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	128	121	117	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1463	5,95	< 13,07	0,13	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E. Quasi permanente)\_ Muri Y-Z-X*

## 14.5 MURO Y'

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel muro in esame restituite dal modello relativamente agli inviluppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

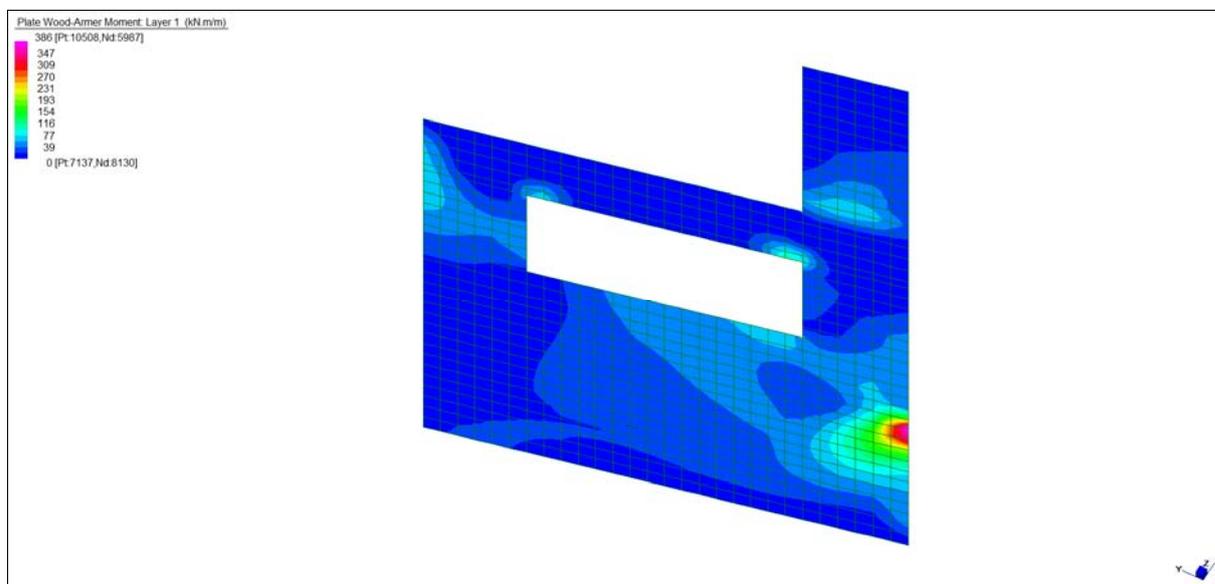
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

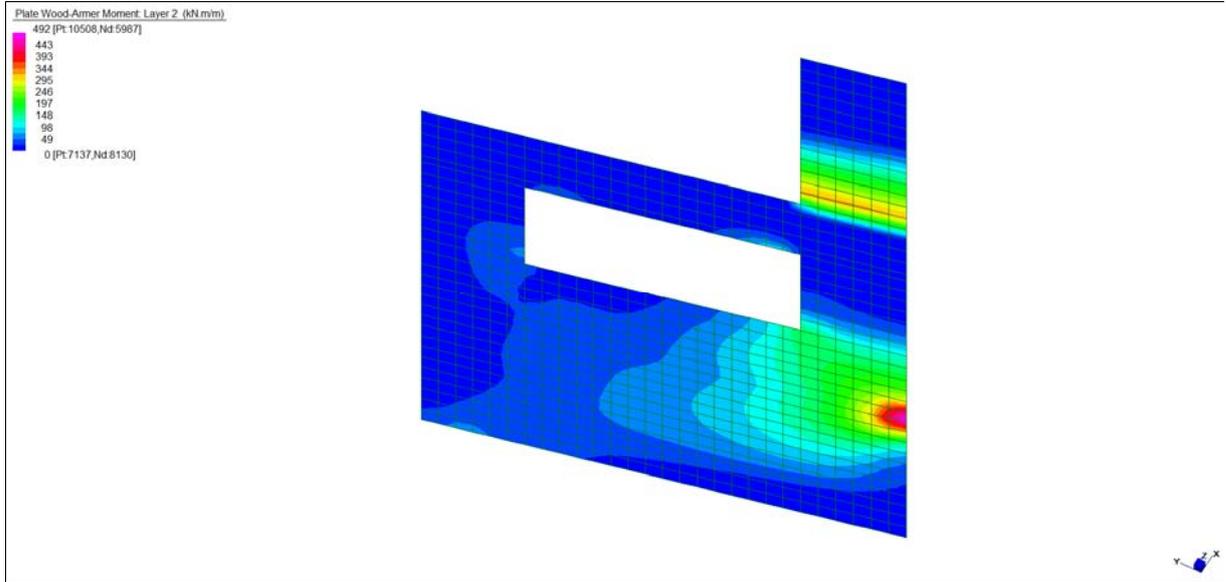
### Grafici di combinazione di SLU



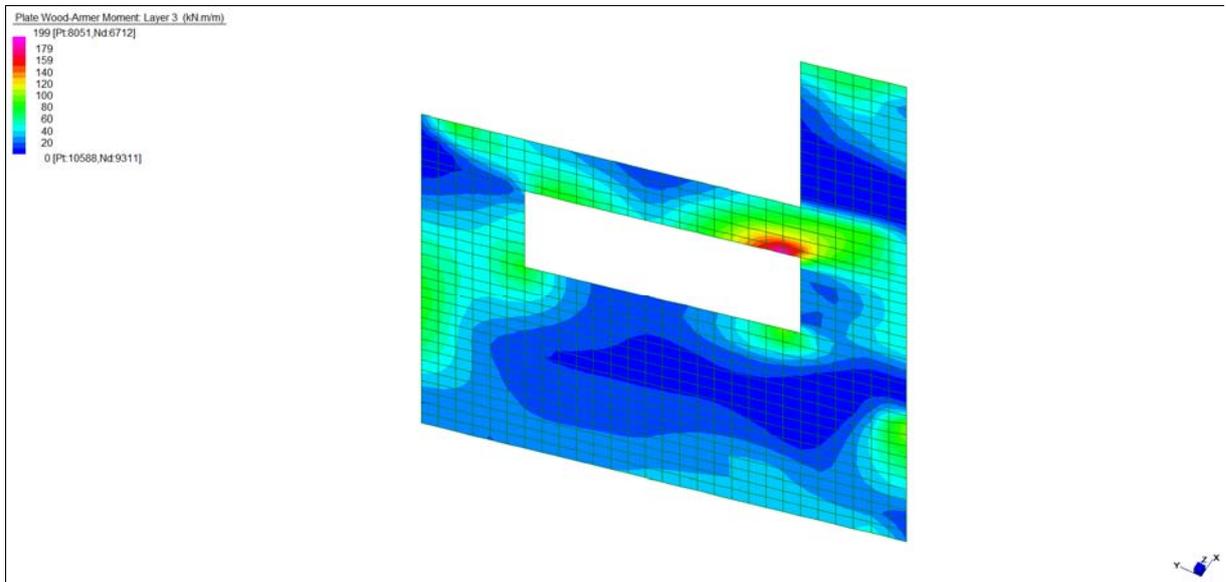
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



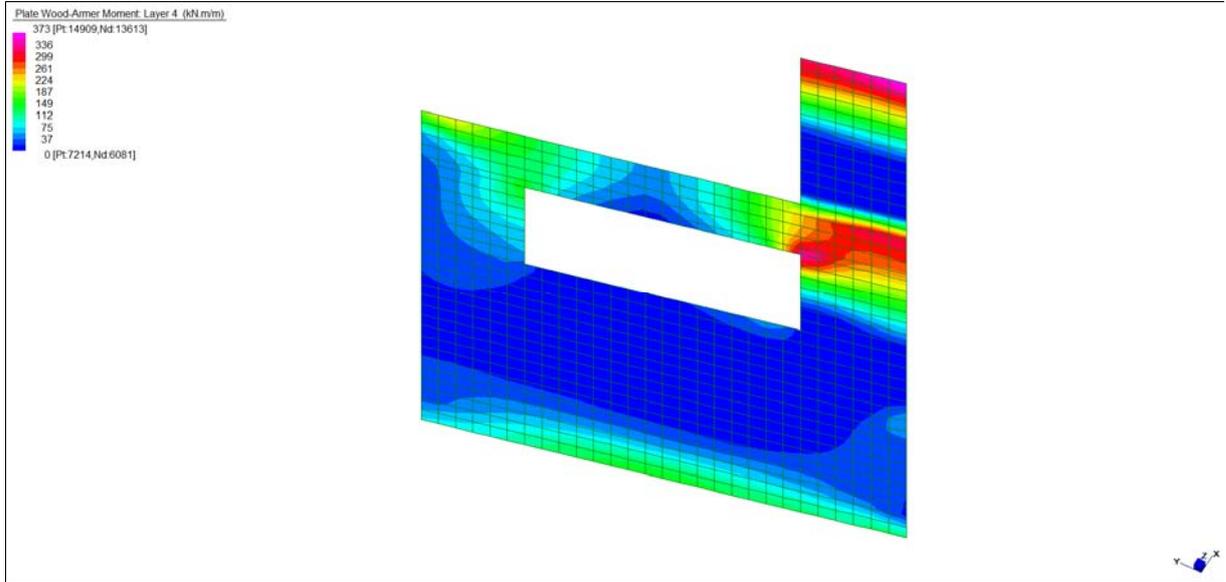
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.U.)*



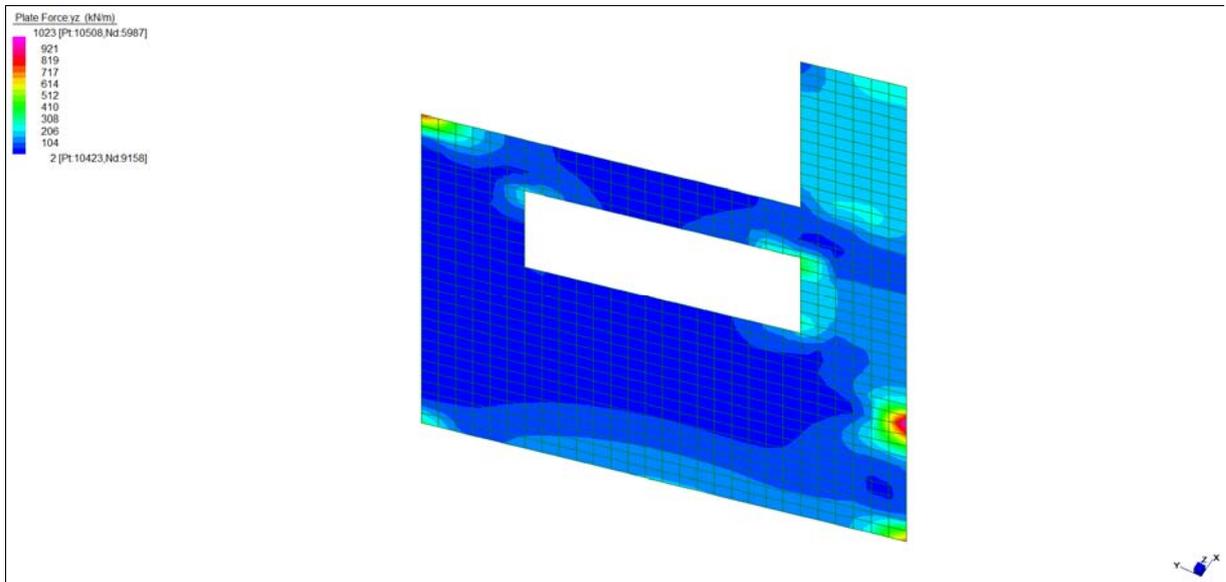
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



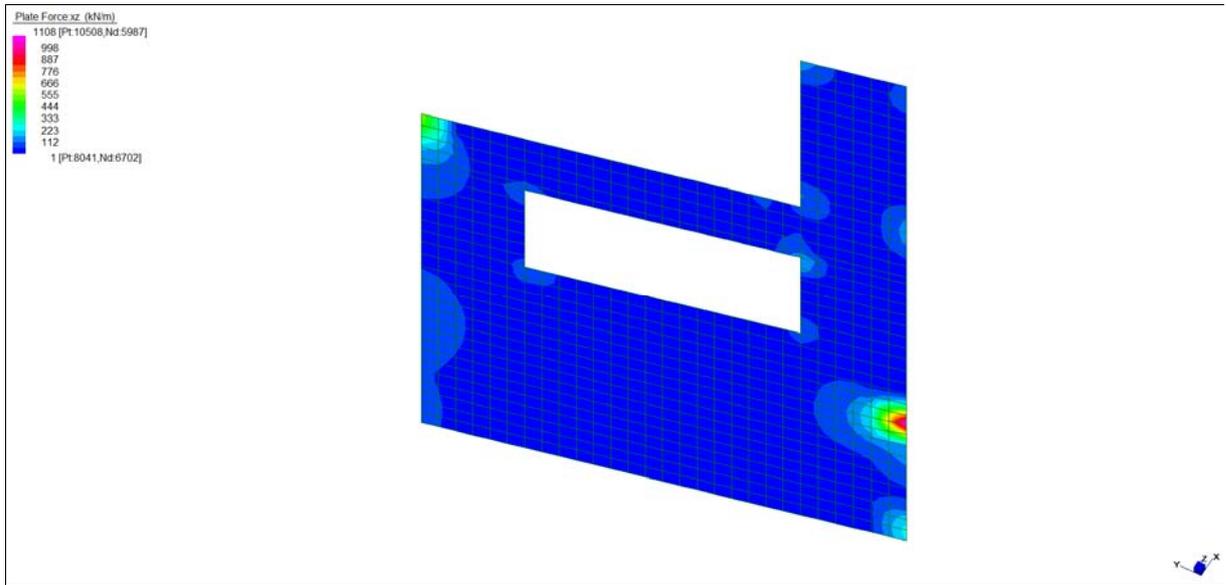
*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

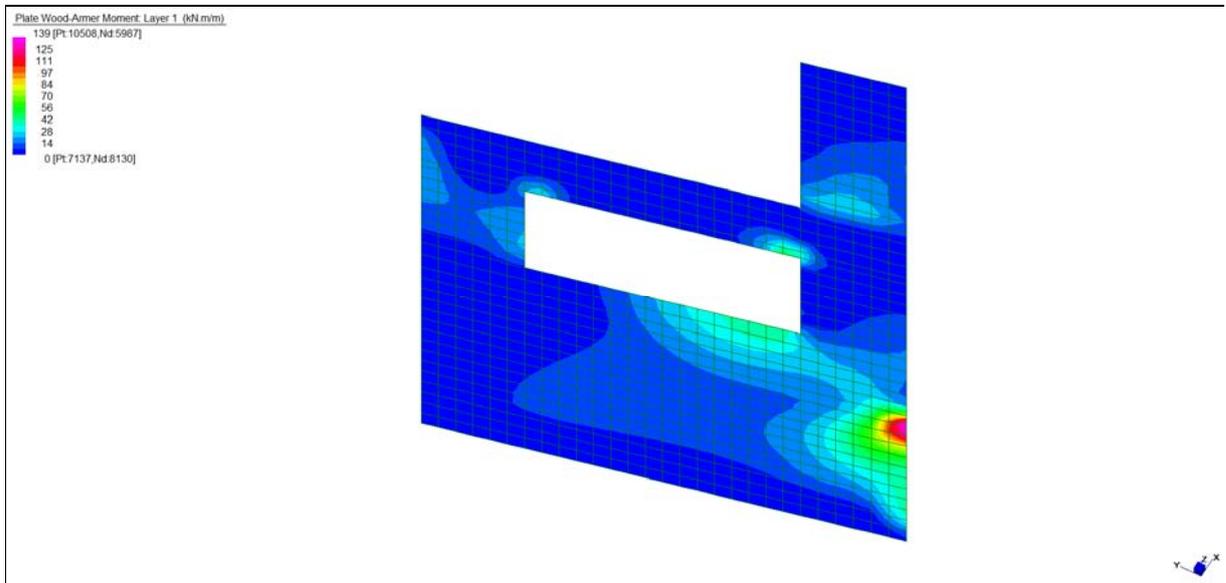
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale\_VZX\_locale (S.L.U.)*

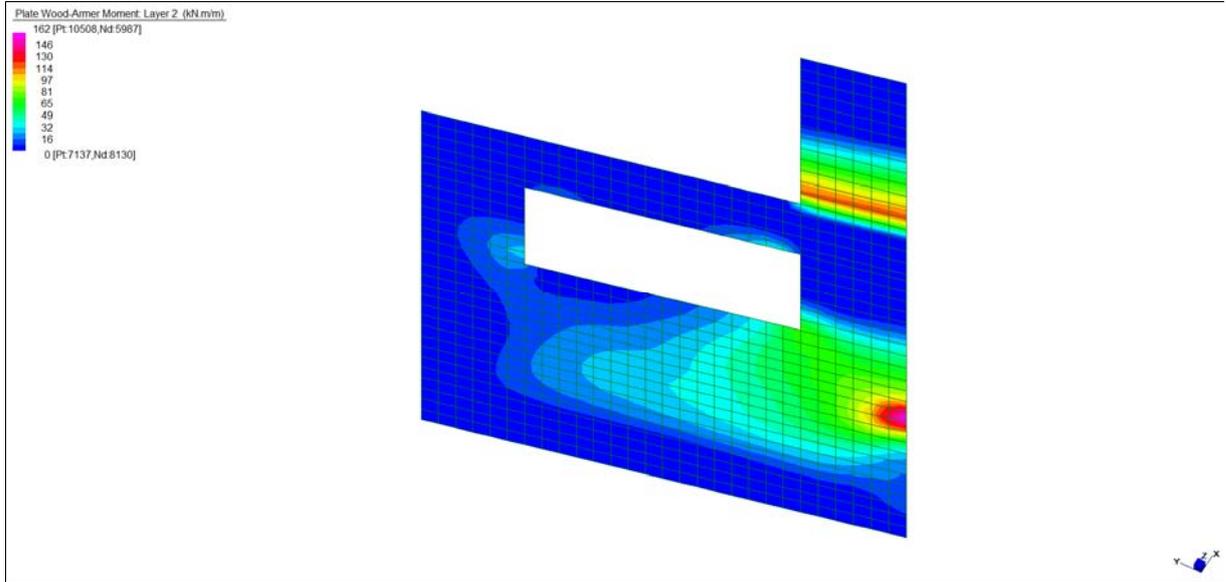
Grafici di combinazione RARA



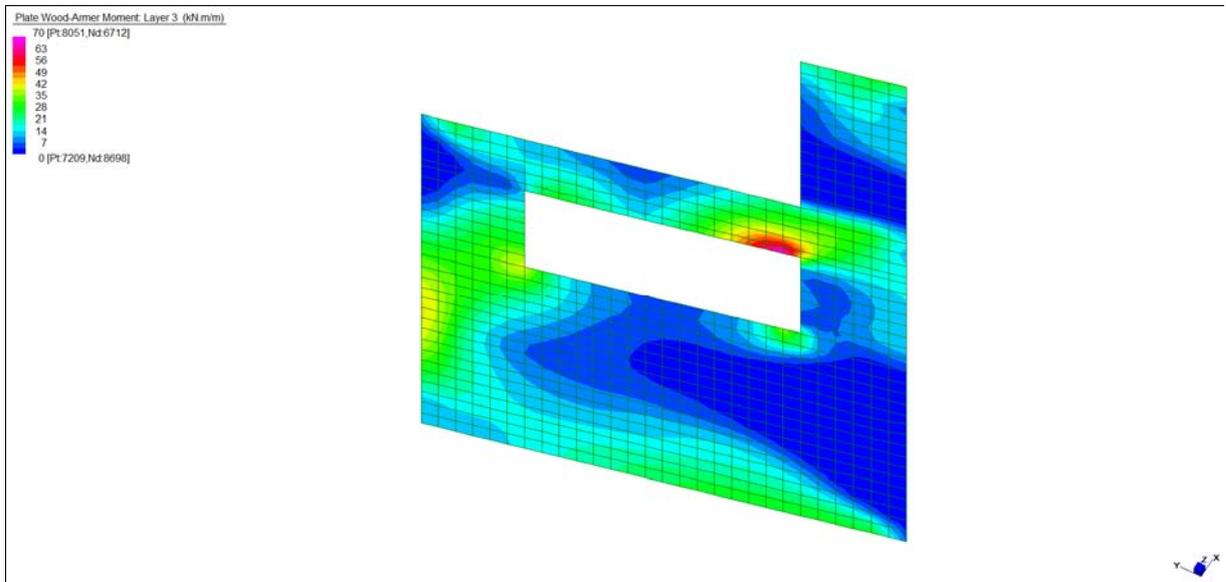
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



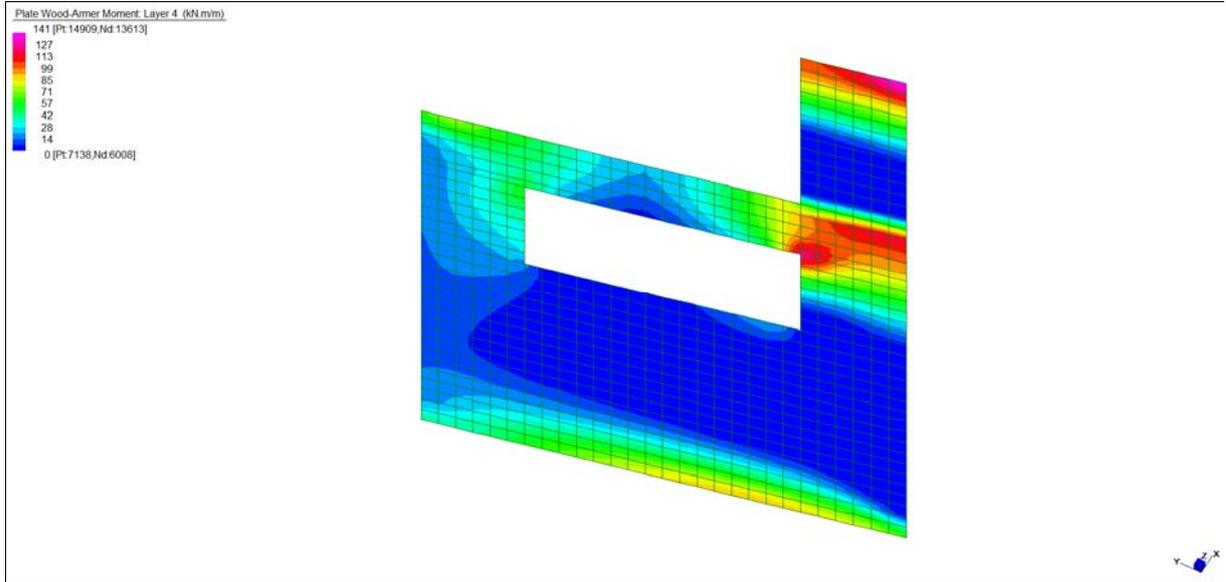
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Rara)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Rara)*

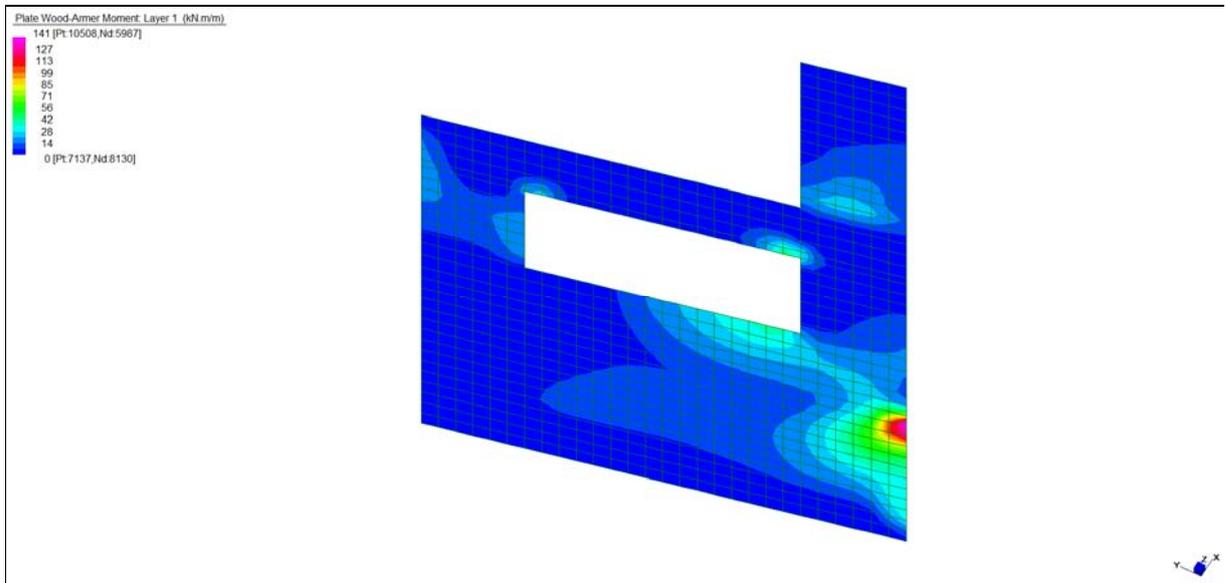
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Rara)*

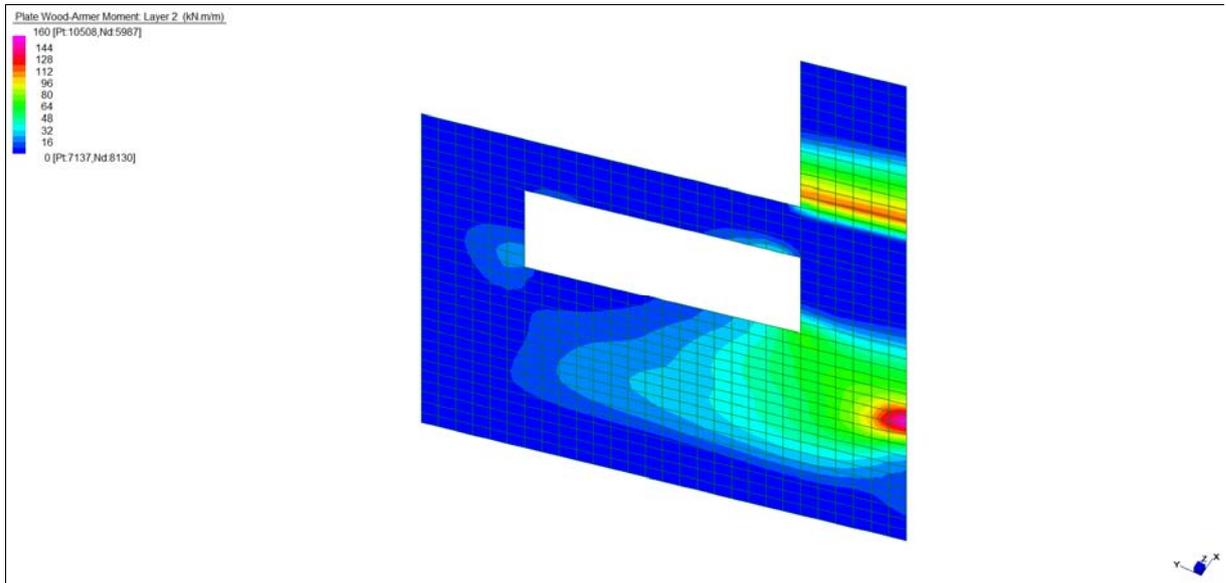
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



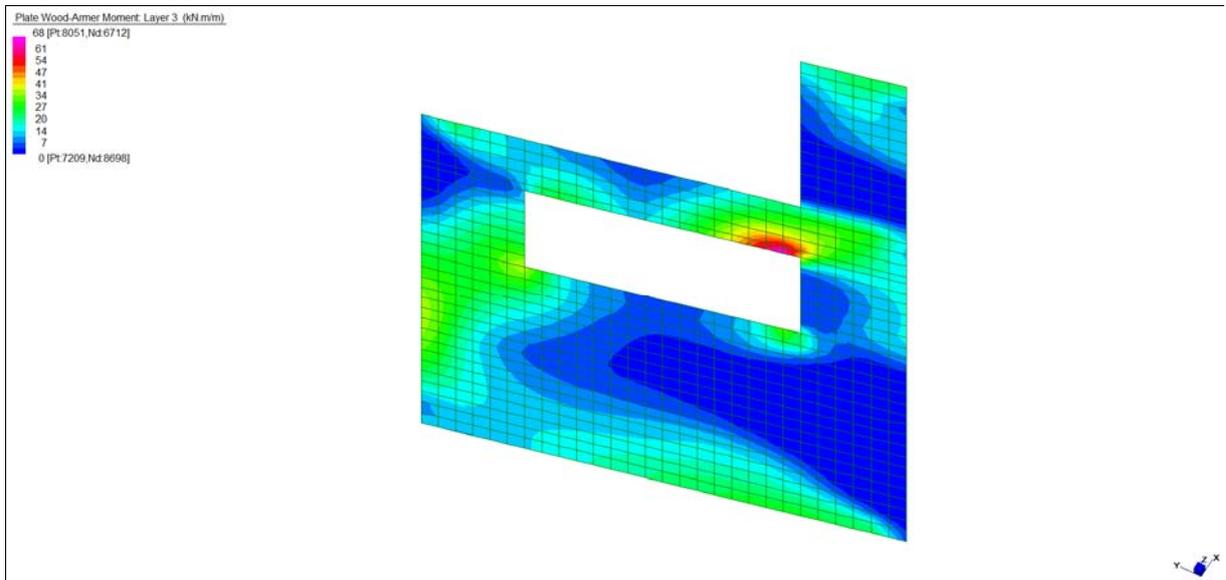
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



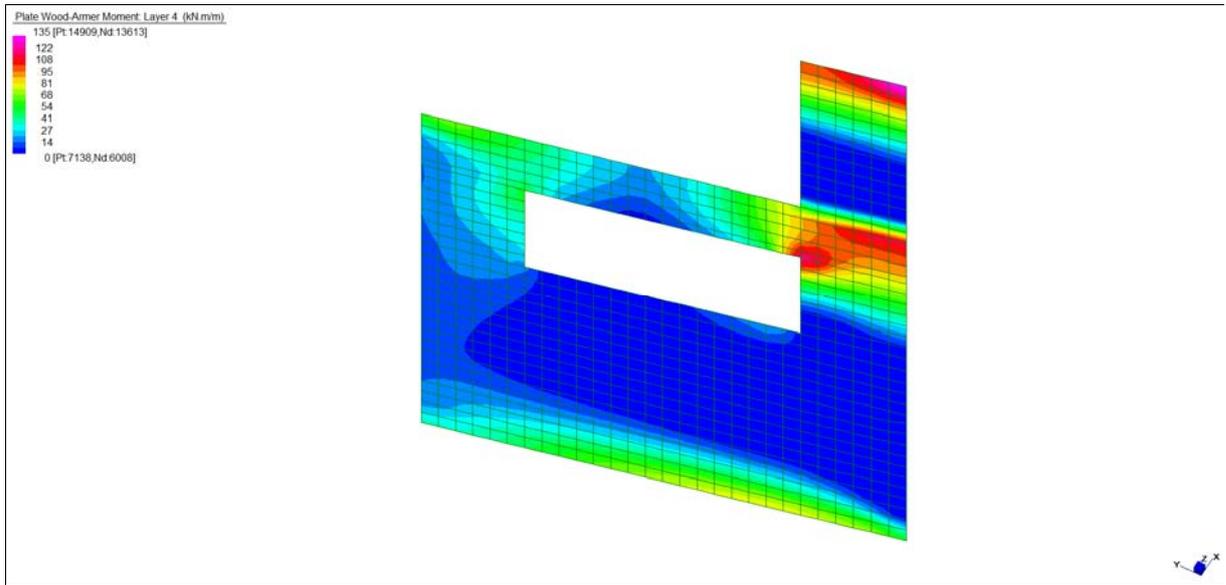
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Frequente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Frequente)*

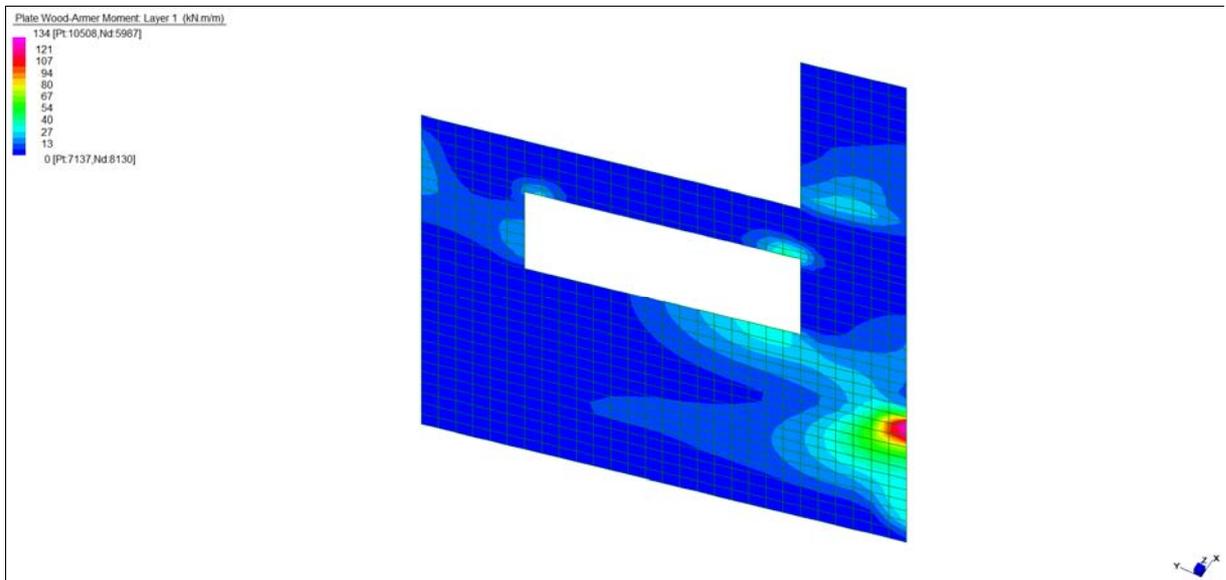
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Frequente)*

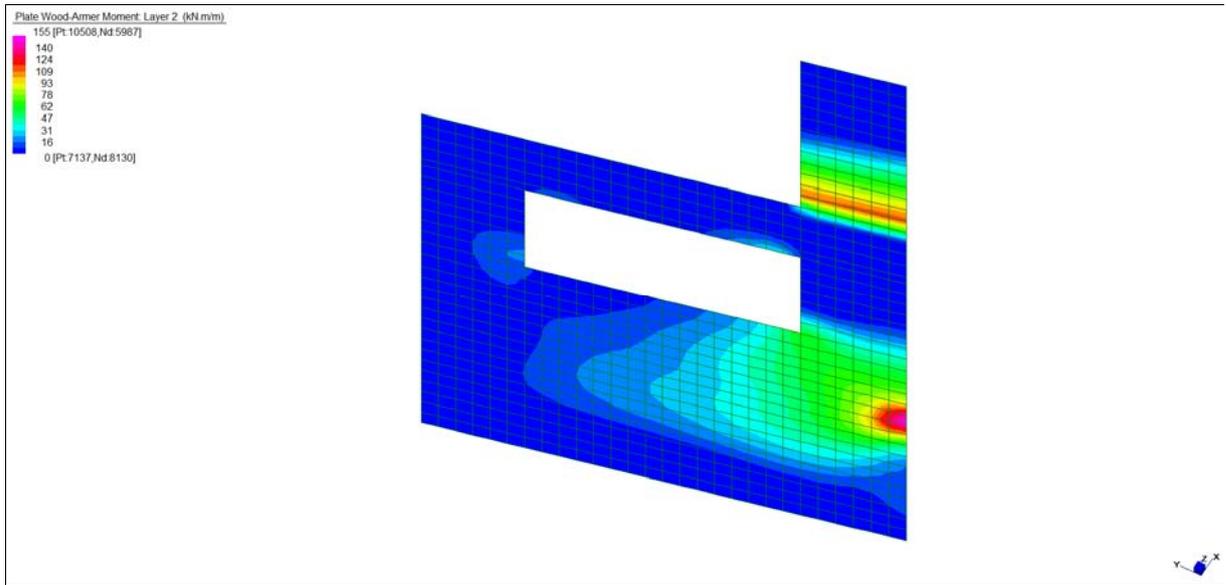
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



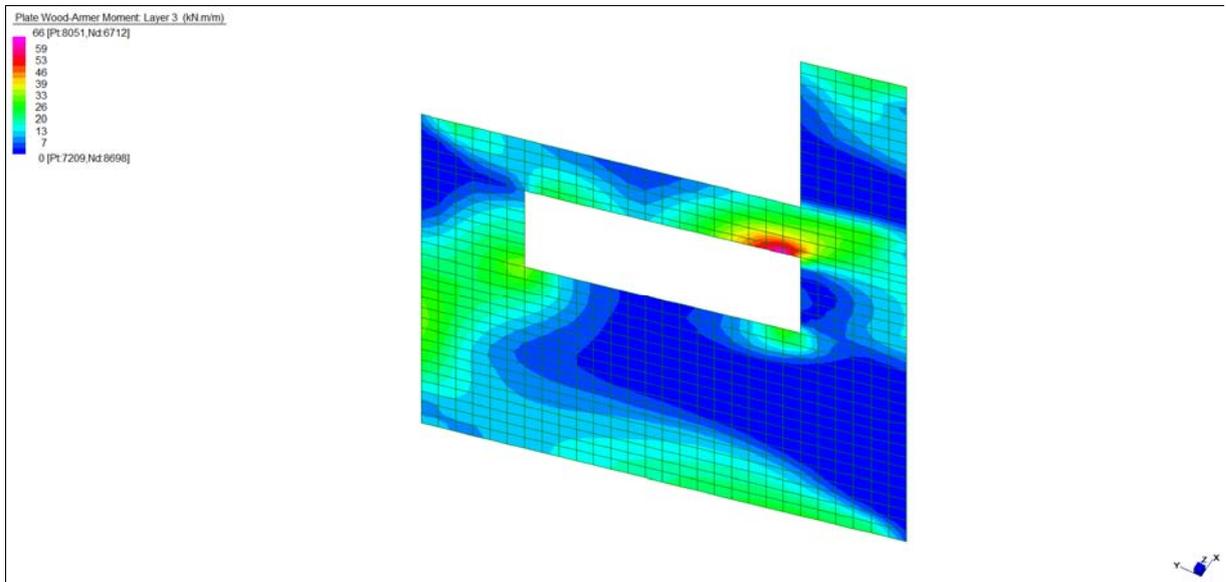
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



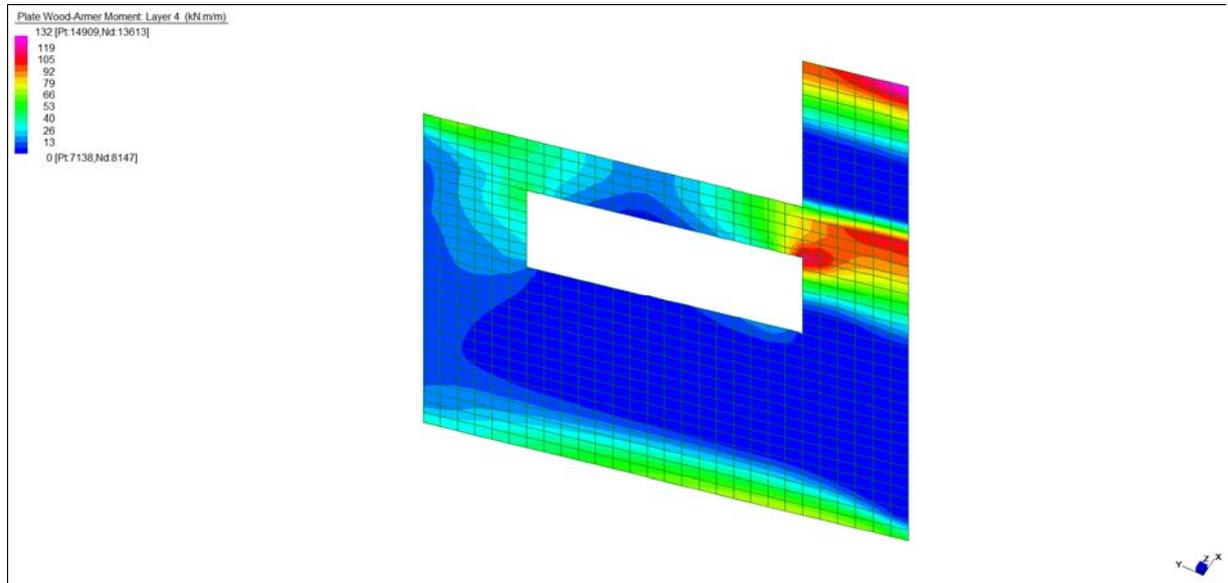
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
MURO Y	Orizz	Int	1	100	35	26	-	-	φ26/10	-	-	386	400	Si
	Vert	Int	2	100	35	28	-	-	φ26/10	-	-	162	441	Si
	Orizz	Terra	3	100	35	26	26	-	φ16/20	φ20/20	-	199	229	Si
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ24/10	-	-	373	394	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro Y'*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>t</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	35	28	3500	φ26/10	1,845	0,0190	0,473	-	235	Si, vedi grafici
Orizz (z-x loc)	100	35	26	3500	φ26/10	1,877	0,0200	0,485	-	226	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	35	28	3500	spilli φ12/20/20	90	26,6	410	556	830	Si
Orizz (z-x loc)	100	35	26	3500	spilli φ12/20/20	90	26,6	444	517	771	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muro Y'*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

### VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nel muro in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

MURO Y' (35 cm)

$N_{min} =$	4500	kN/m
$b =$	100	cm
$h =$	35	cm
$A_c =$	3500	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,781	
$C =$	1,7	
$L =$	326	cm
$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	163	cm
$\rho =$	10,10	cm
$\lambda =$	<b>16,13</b>	
$\lambda_{lim} =$	<b>29,62</b>	
Verifica	<b>Si</b>	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Muro Y'*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO Y'	Orizz	Int	1	100	35	26	-	-	φ26/10	-	-	139	9,37	< 17,43	123	< 360
	Vert	Int	2	100	35	28	-	-	φ26/10	-	-	162	9,59	< 17,43	132	< 360
	Orizz	Terra	3	100	35	26	26	-	φ16/20	φ20/20	-	70	5,77	< 17,43	70	< 360
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ24/10	-	-	141	8,70	< 17,43	141	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO Y'	Orizz	Int	1	100	35	26	-	-	φ26/10	-	-	141	0,17	< 0,40
	Vert	Int	2	100	35	28	-	-	φ26/10	-	-	160	0,15	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	35	26	26	-	φ16/20	φ20/20	-	68	0,13	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ24/10	-	-	135	0,14	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO Y'	Orizz	Int	1	100	35	26	-	-	φ26/10	-	-	134	9,03	< 13,07	0,16	< 0,30
	Vert	Int	2	100	35	28	-	-	φ26/10	-	-	155	9,18	< 13,07	0,14	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	35	26	26	-	φ16/20	φ20/20	-	66	5,44	< 13,07	0,12	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ24/10	-	-	132	8,15	< 13,07	0,14	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Muro Y'*

## 14.6 MURO J-X (65cm)

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nei muri in esame restituite dal modello relativamente agli involuipi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

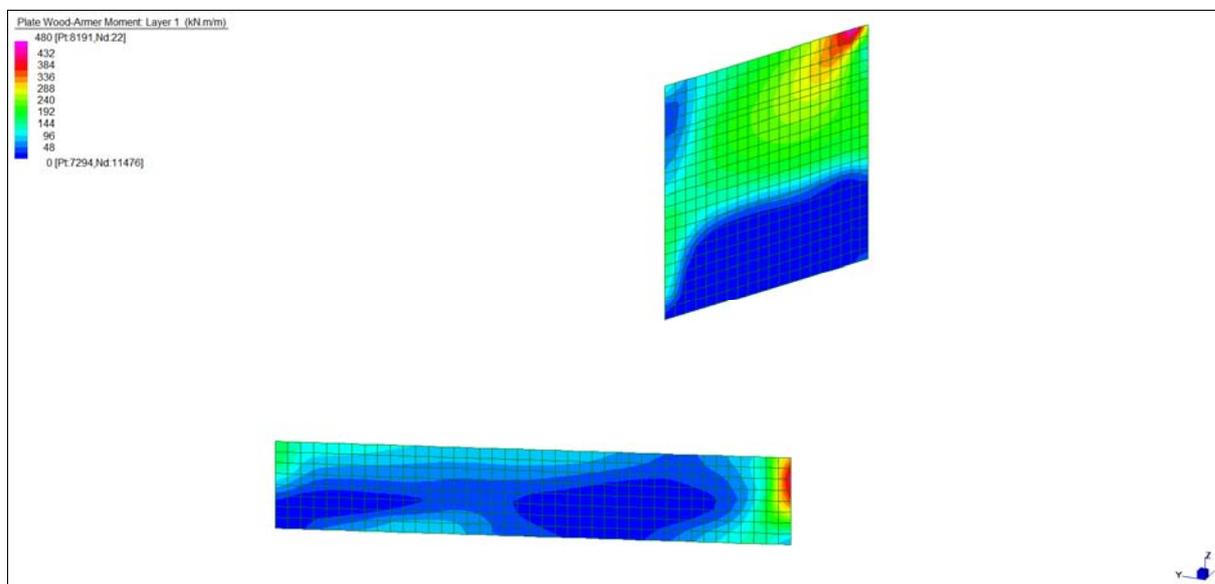
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

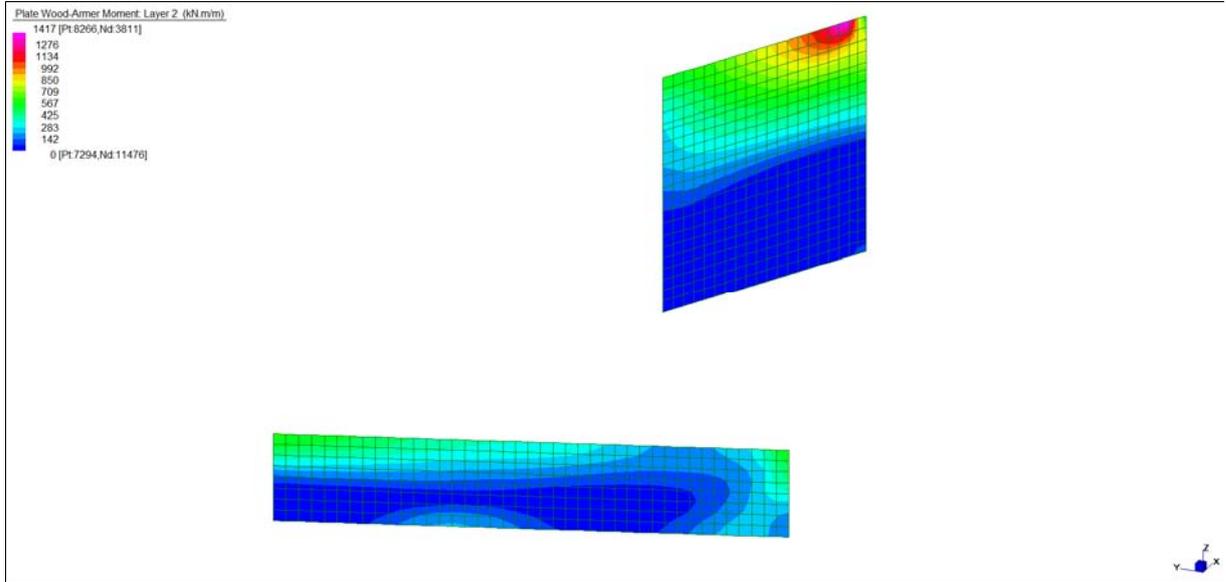
### Grafici di combinazione di SLU



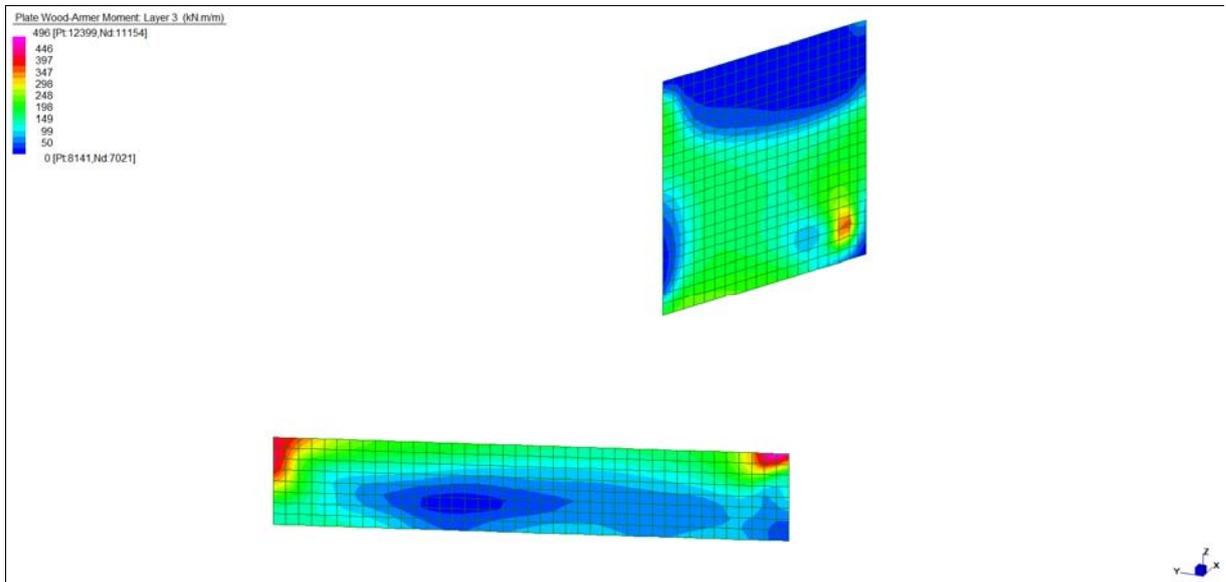
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



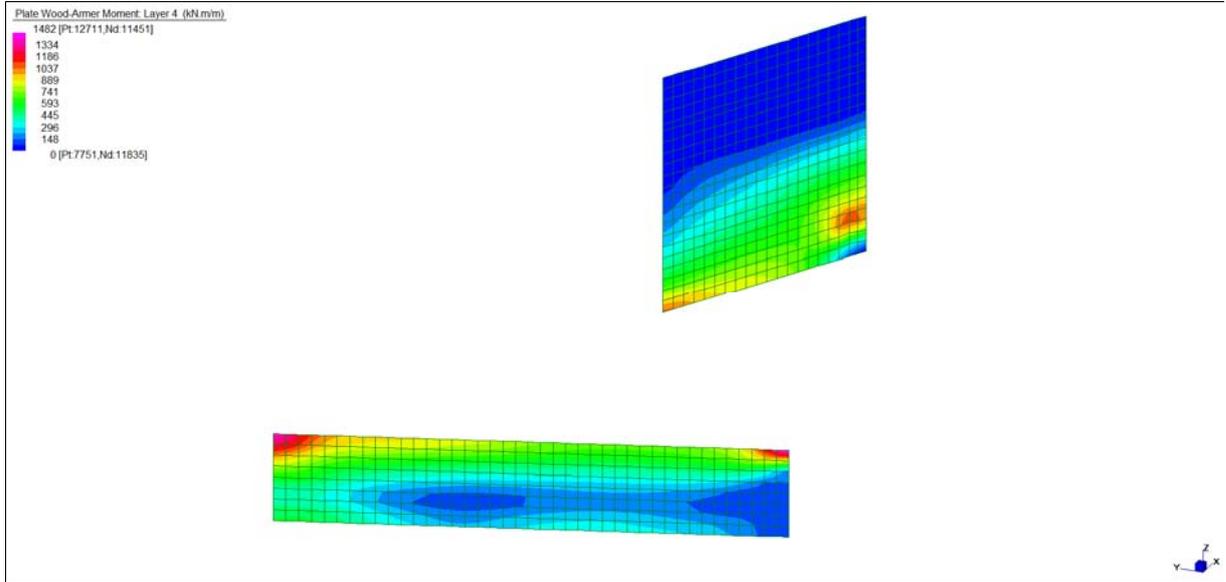
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.U.)*



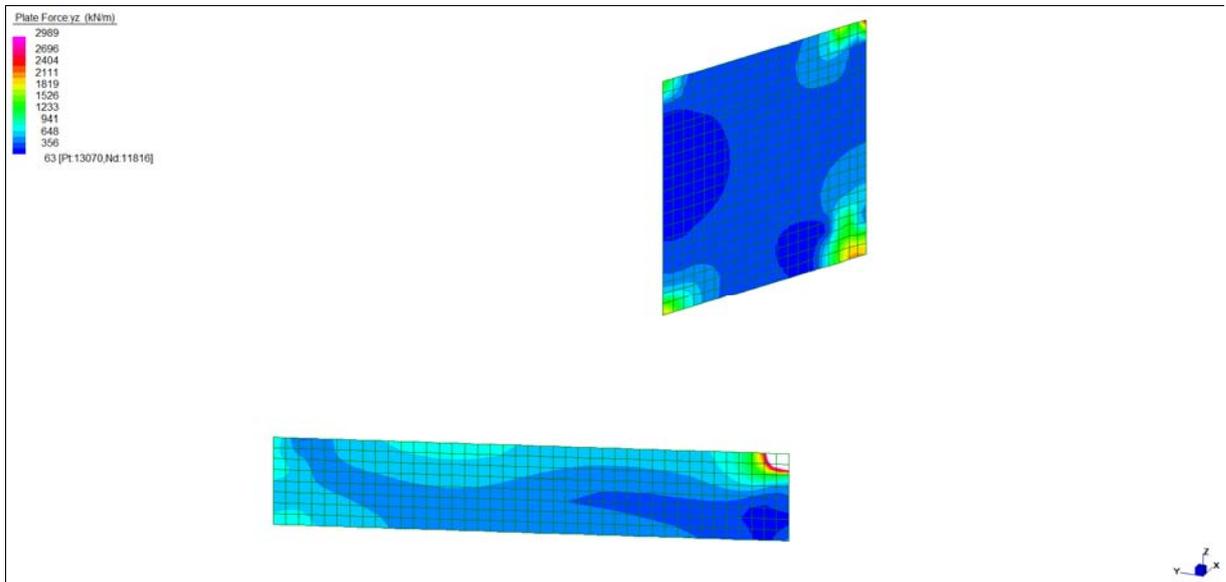
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



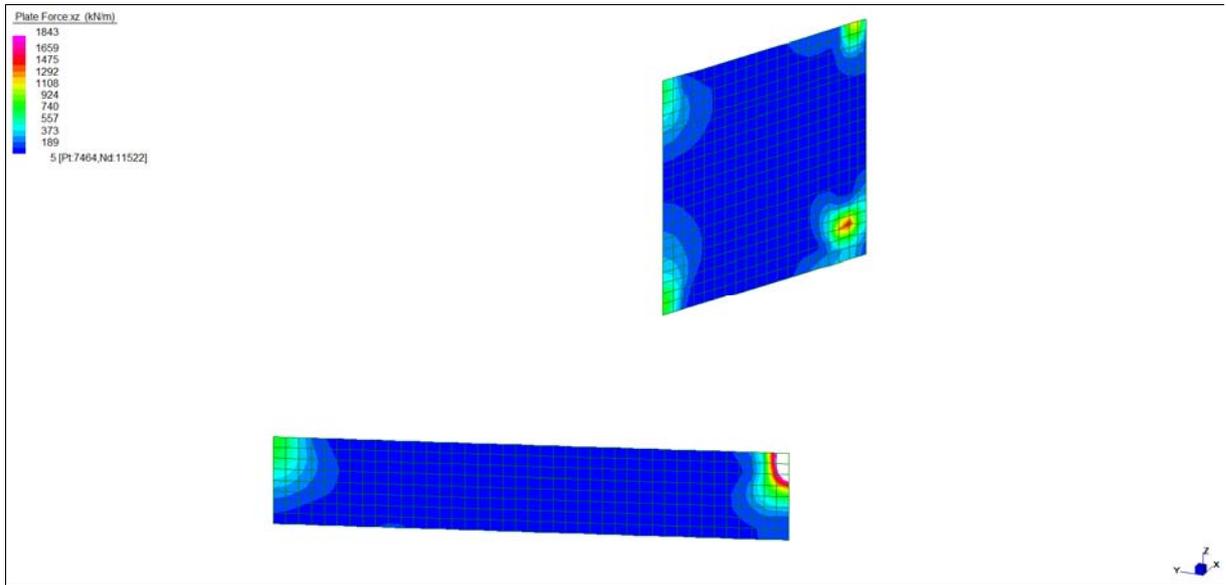
*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

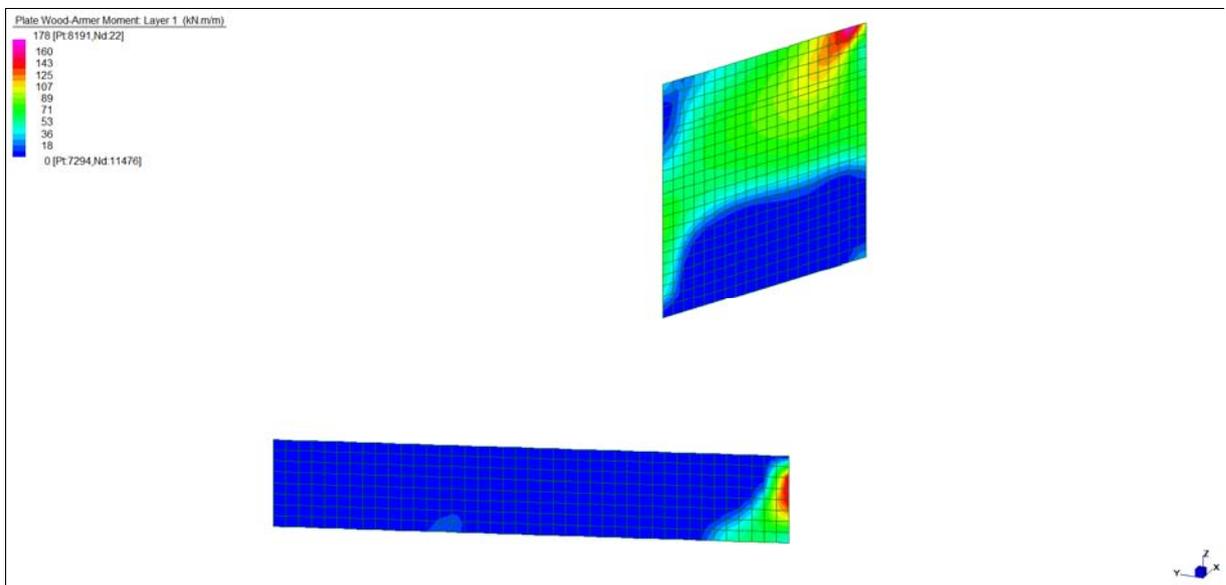
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

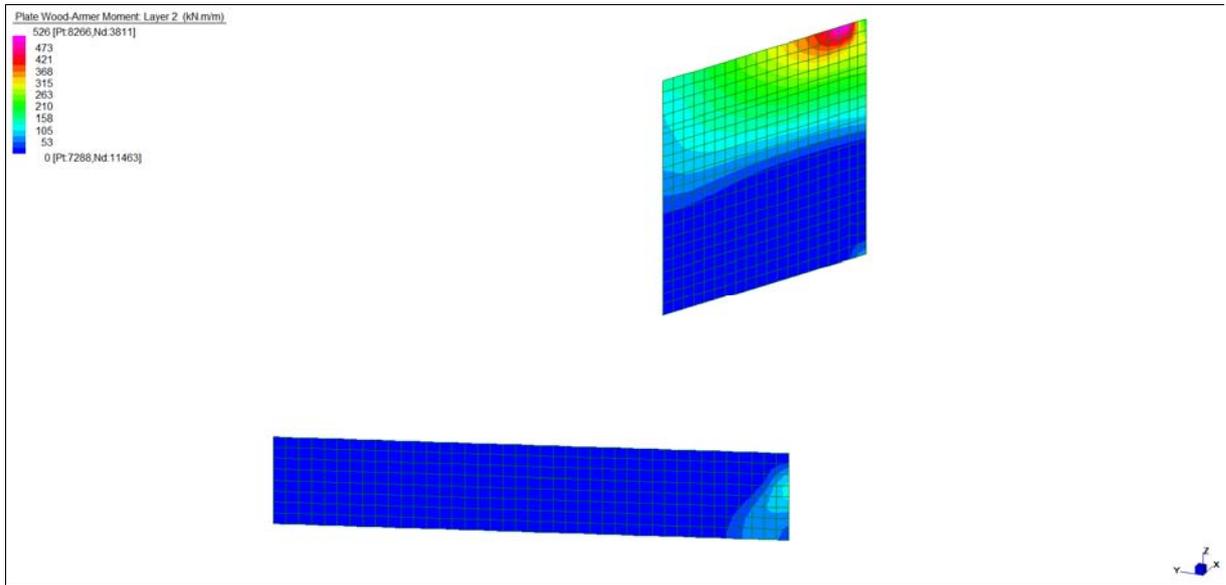
**Grafici di combinazione RARA**



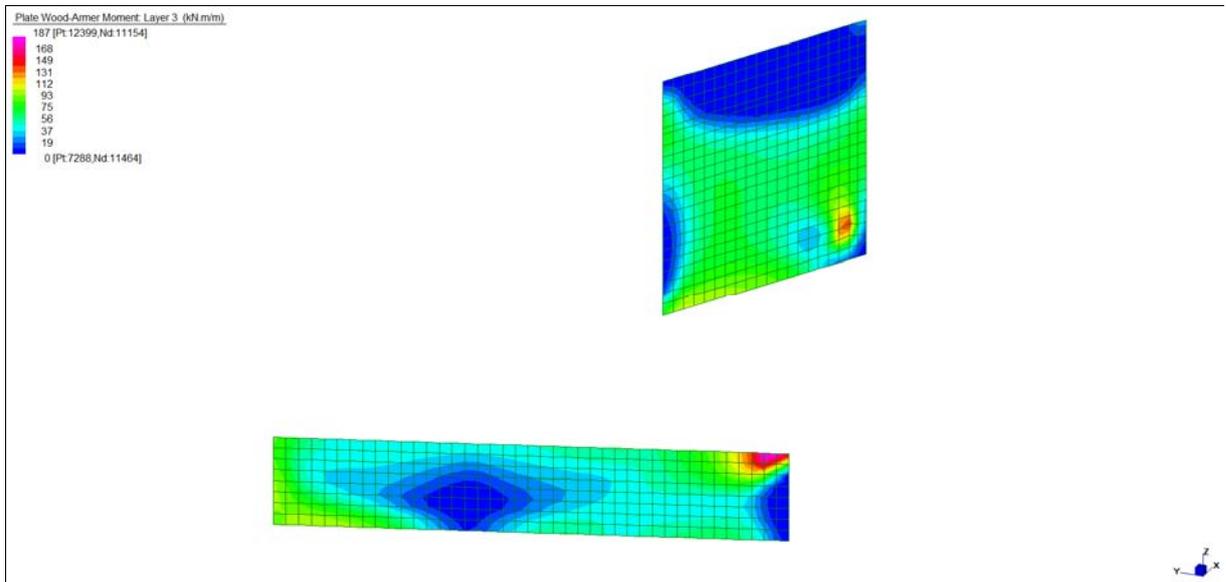
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



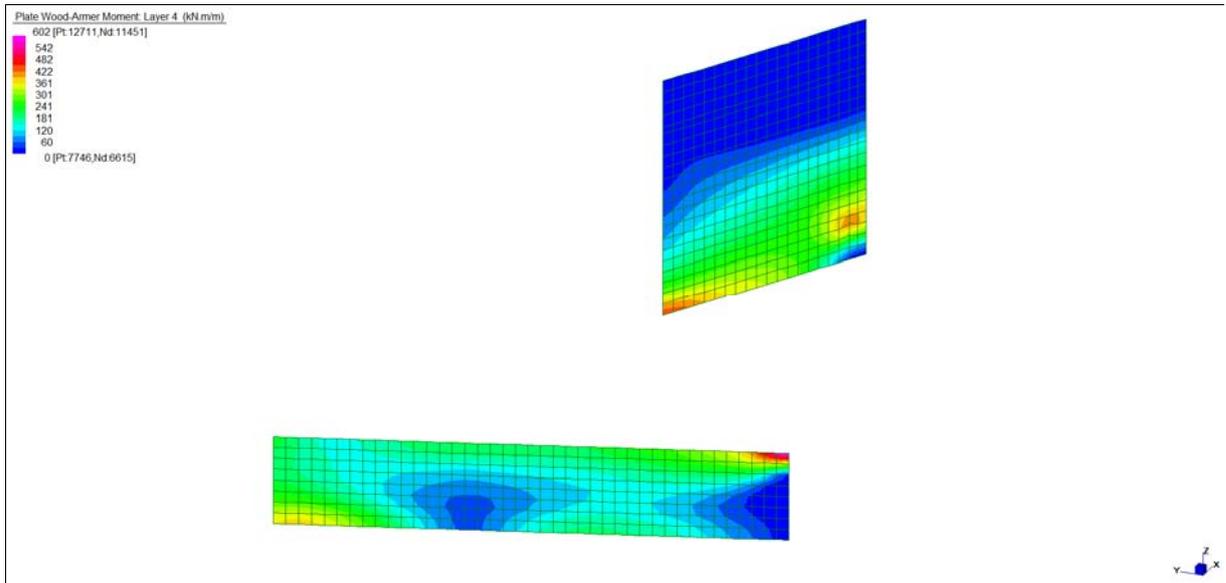
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Rara)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Rara)*

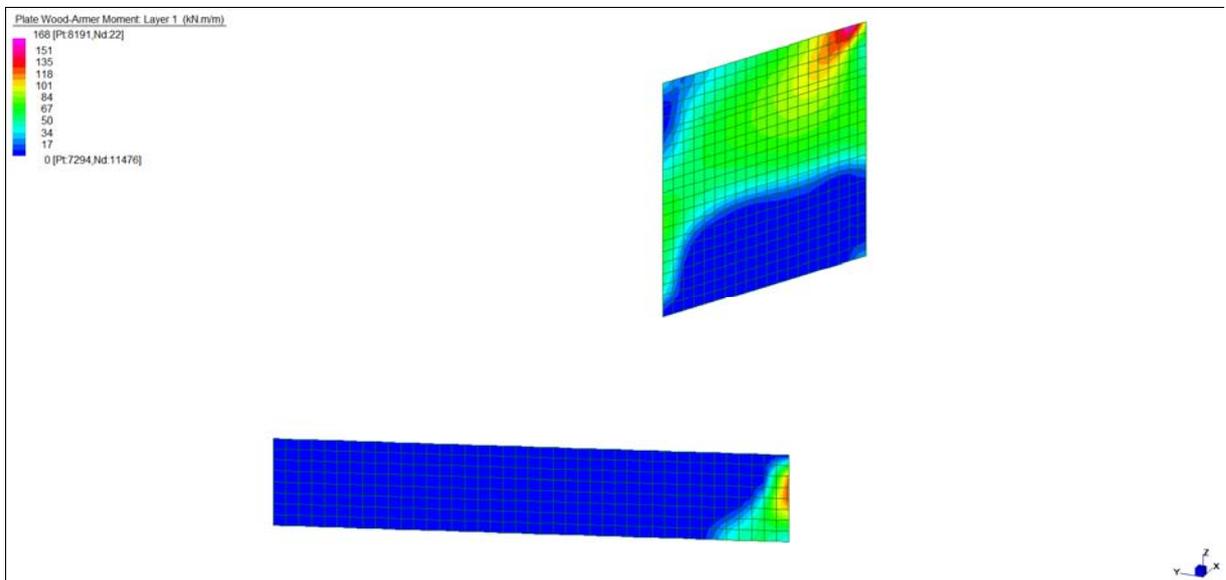
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Rara)*

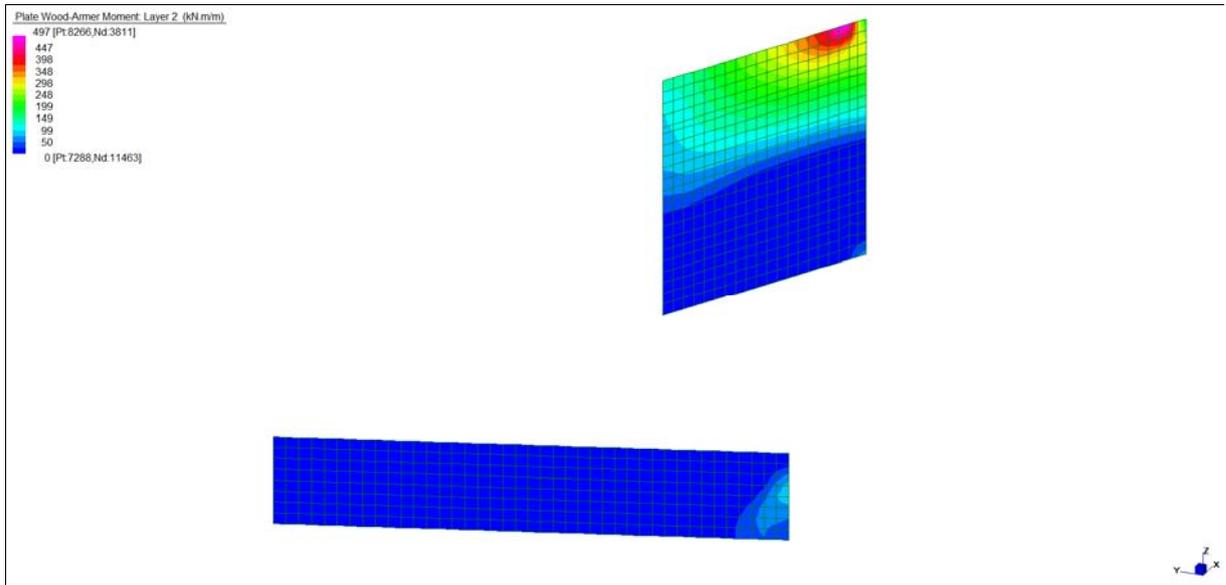
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



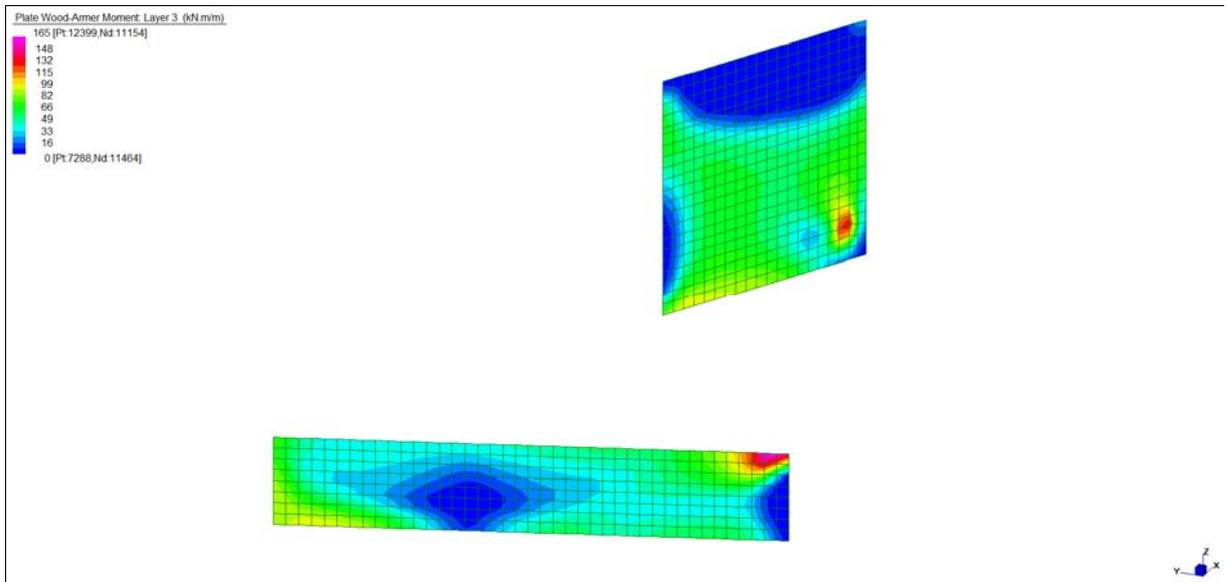
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



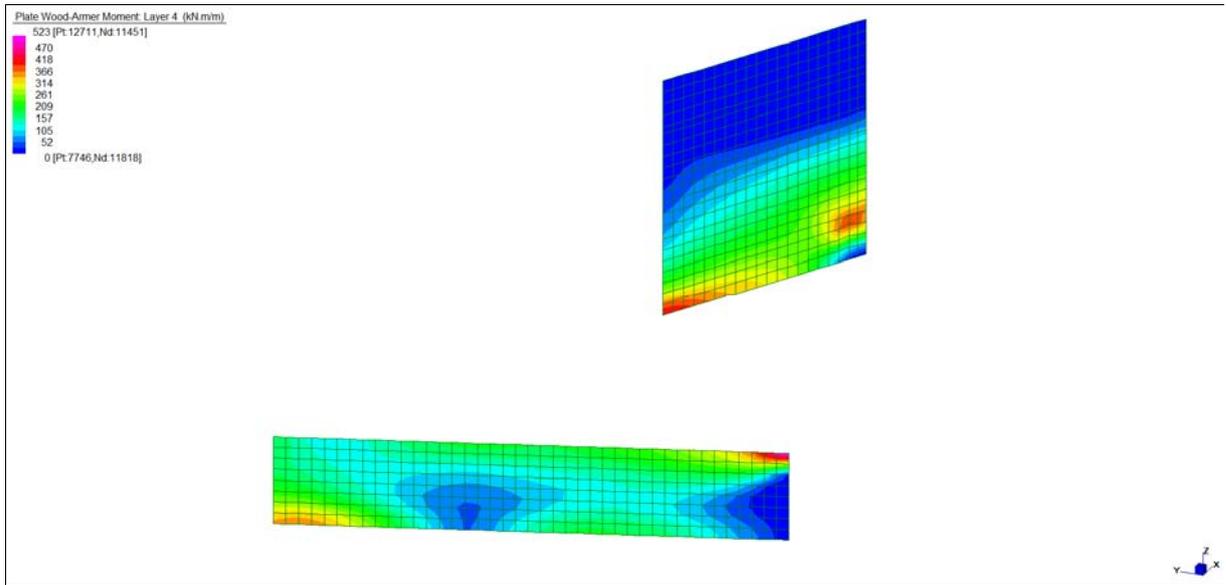
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Frequente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Frequente)*

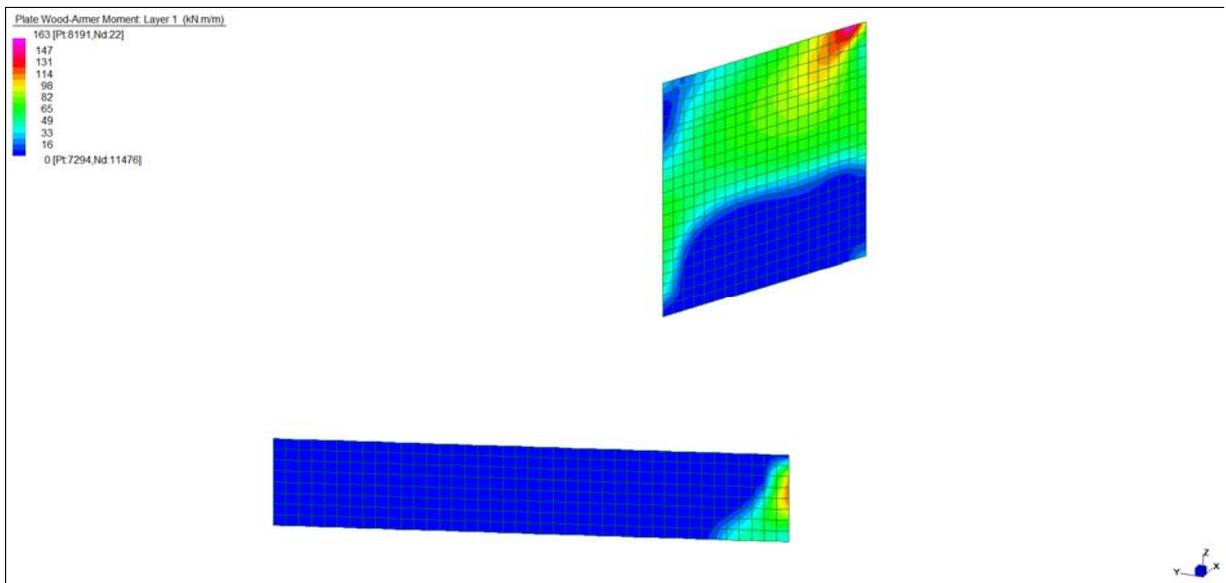
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Frequente)*

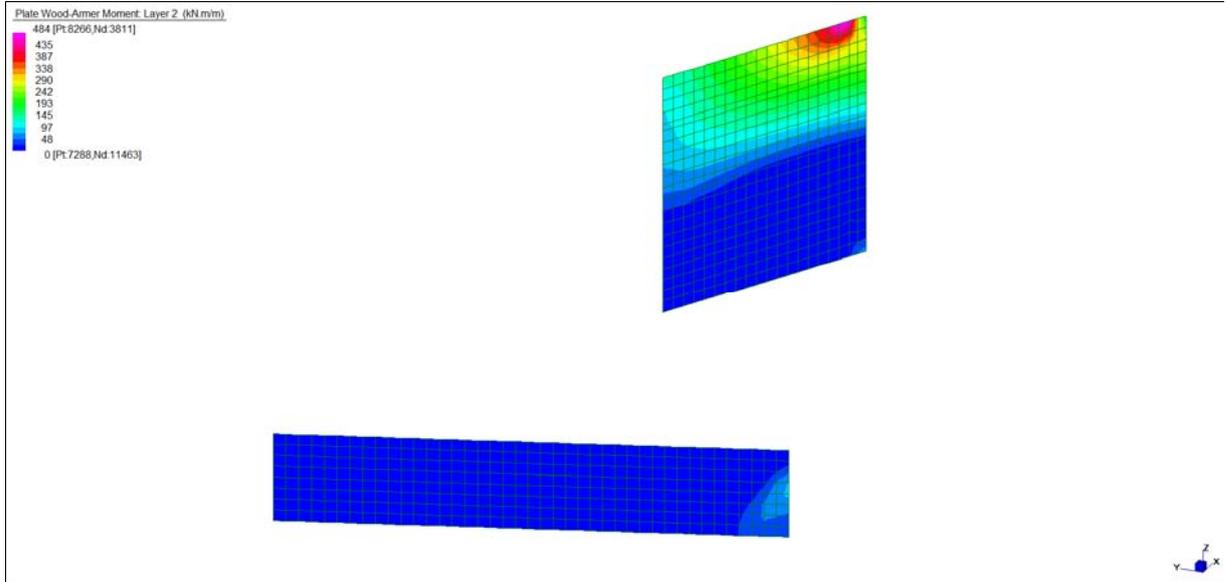
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



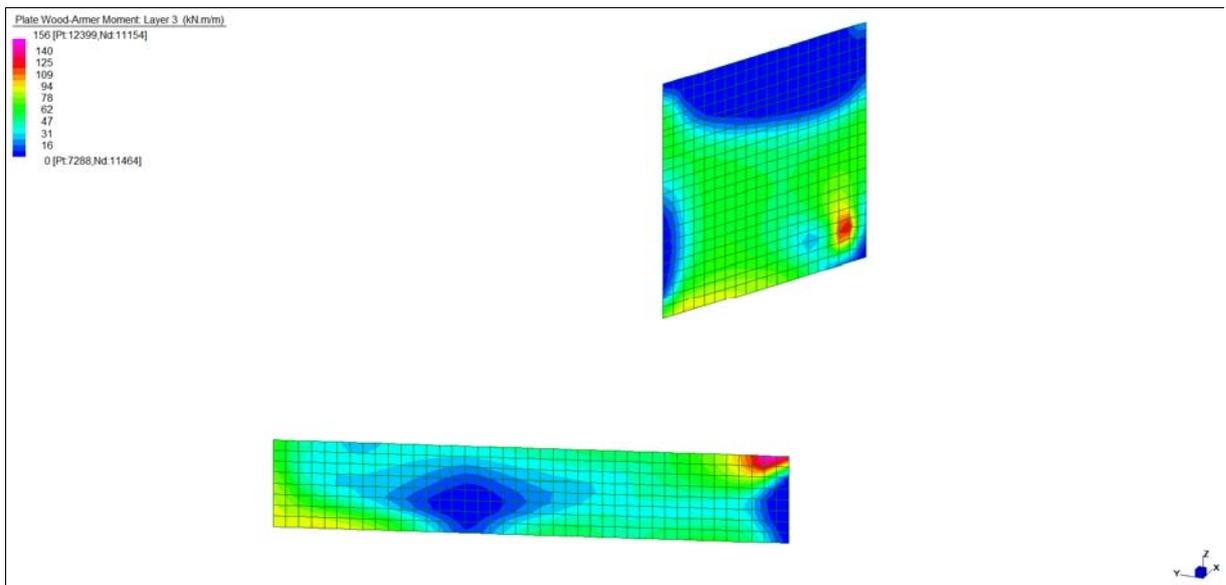
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



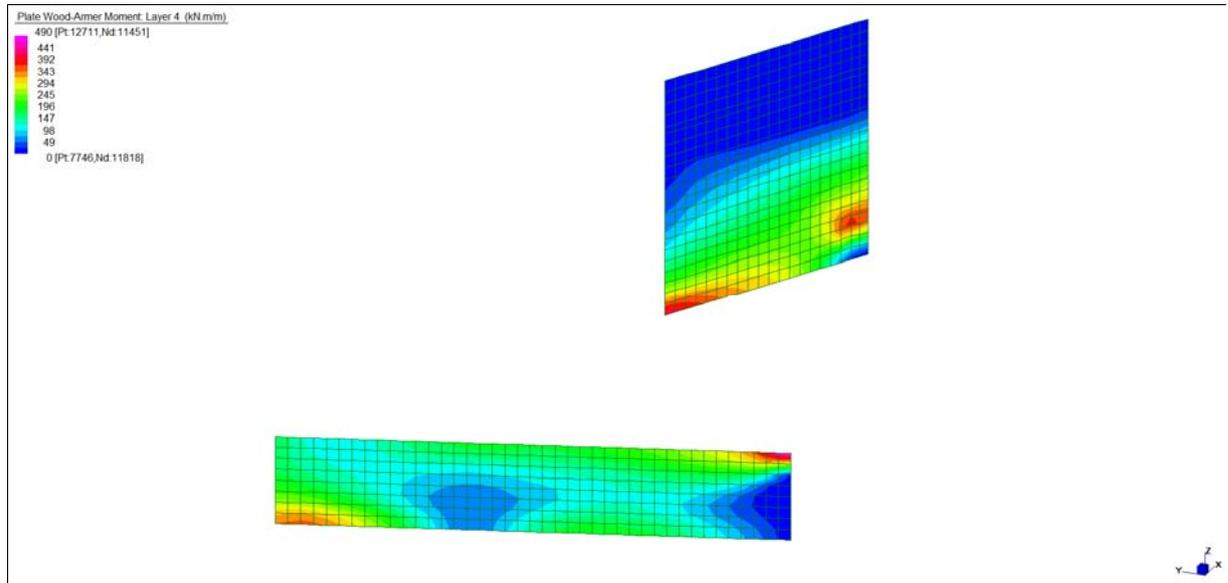
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
MURO J-X (sp= 65cm)	Orizz	Int	1	100	65	56	56	-	Φ16/20	Φ20/20	-	480	531	Si
	Vert	Int	2	100	65	58	54	-	φ26/10	φ20/10	-	1417	1515	Si
	Orizz	Terra	3	100	65	56	56	-	φ20/10	-	-	600	639	Si
	Vert	Terra	4	100	65	58	54	-	φ26/10	φ26/10	-	1650	1768	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro J-X (sp = 65cm)*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	65	58	6500	Φ26/10	1,587	0,0092	0,377	-	329	Si, vedi grafici
Orizz (z-x loc)	100	65	56	6500	Φ16/20	1,598	0,0018	0,381	-	213	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	65	58	6500	spilli Φ14/20/20	90	26,6	1452	1569	1720	Si
Orizz (z-x loc)	100	65	56	6500	spilli Φ14/20/20	90	26,6	1375	1515	1660	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muro J-X (sp = 65cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

### VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nel muro in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

MURO J-X (65cm)

$N_{min}$	4270	kN/m
$b$	100	cm
$h$	65	cm
$A_c$	6500	cm <sup>2</sup>
$R_{ck}$	35	MPa
$f_{cd}$	16,46	MPa
$v$	0,399	
$C$	1,7	
$L$	520	cm
$\beta$	0,5	
$L_0$	260	cm
$\rho$	18,76	cm
$\lambda$	<b>13,86</b>	
$\lambda_{lim}$	<b>41,44</b>	
Verifica	<b>Sì</b>	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Muro J-X (sp = 65 cm)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO J-X (sp= 65cm)	Orizz	Int	1	100	65	56	56	-	φ16/20	φ20/20	-	178	4,10	< 17,43	138	< 360
	Vert	Int	2	100	65	58	54	-	φ26/10	φ20/10	-	526	8,12	< 17,43	138	< 360
	Orizz	Terra	3	100	65	56	56	-	φ20/10	-	-	198	4,25	< 17,43	127	< 360
	Vert	Terra	4	100	65	58	54	-	φ26/10	φ26/10	-	686	10,12	< 17,43	150	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO J-X (sp= 65cm)	Orizz	Int	1	100	65	56	56	-	φ16/20	φ20/20	-	168	0,12	< 0,40
	Vert	Int	2	100	65	58	54	-	φ26/10	φ20/10	-	497	0,14	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	65	56	56	-	φ20/10	-	-	187	0,11	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	65	58	54	-	φ26/10	φ26/10	-	678	0,16	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO J-X (sp= 65cm)	Orizz	Int	1	100	65	56	56	-	φ16/20	φ20/20	-	163	3,75	< 13,07	0,11	< 0,30
	Vert	Int	2	100	65	58	54	-	φ26/10	φ20/10	-	484	7,47	< 13,07	0,13	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	65	56	56	-	φ20/10	-	-	182	3,90	< 13,07	0,10	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	65	58	54	-	φ26/10	φ26/10	-	633	9,34	< 13,07	0,15	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Muro J-X (sp = 65cm)*

## 14.7 MURO W - MURO CONTENIMENTO

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel muro in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

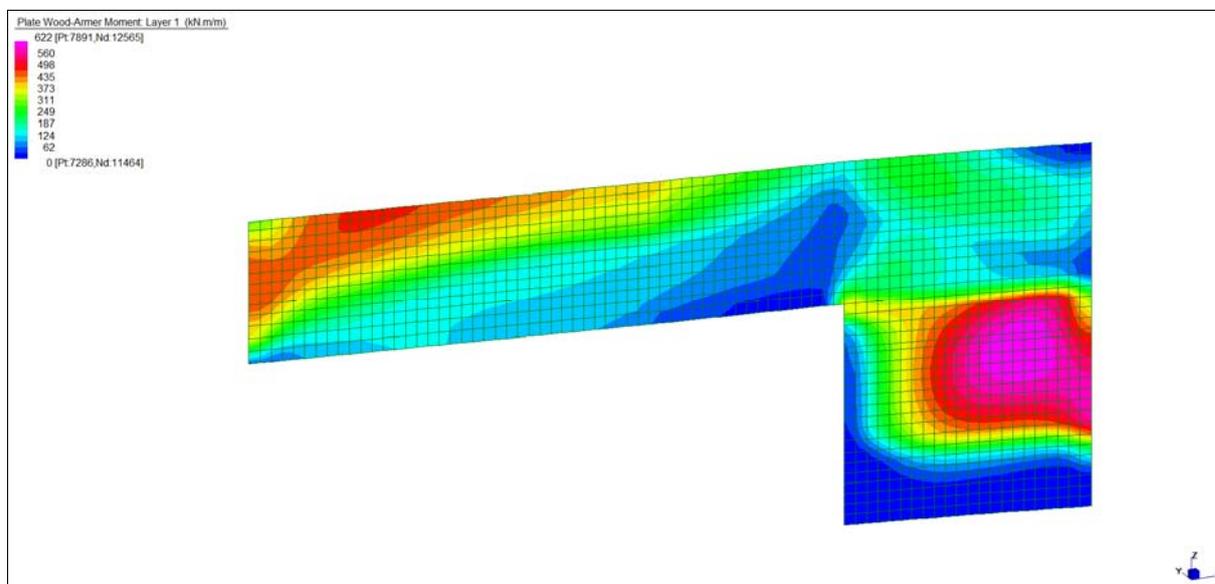
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

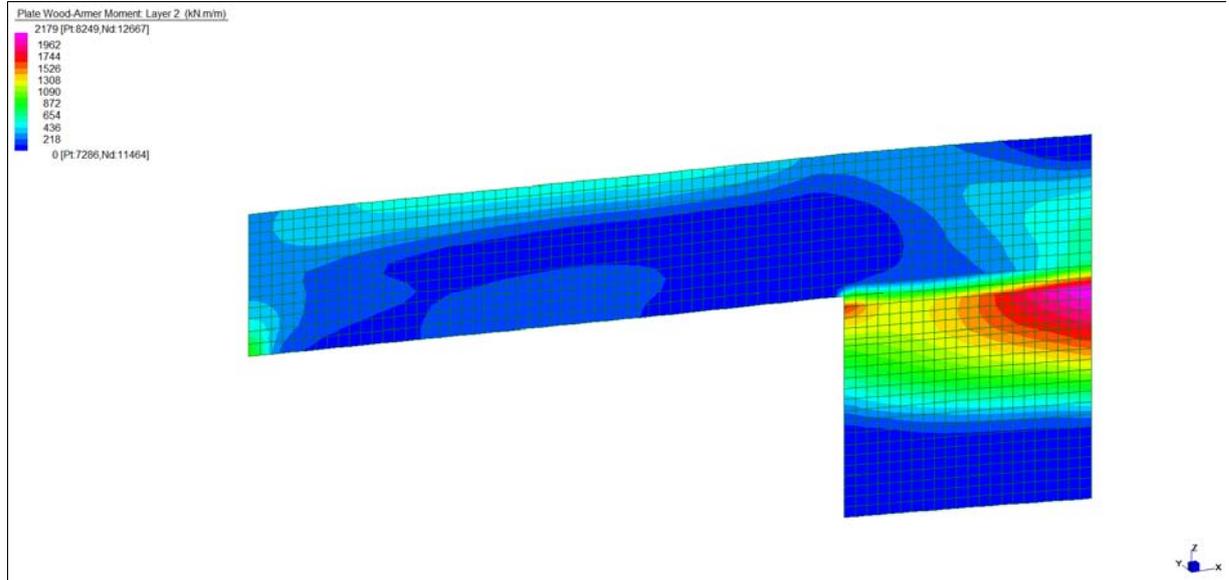
### Grafici di combinazione di SLU



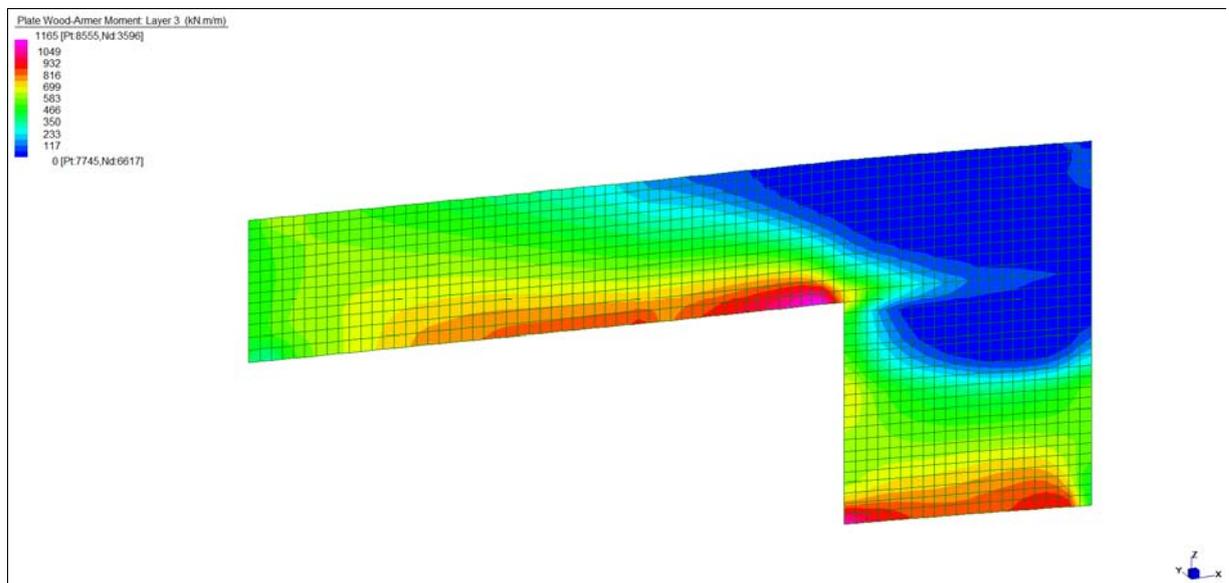
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



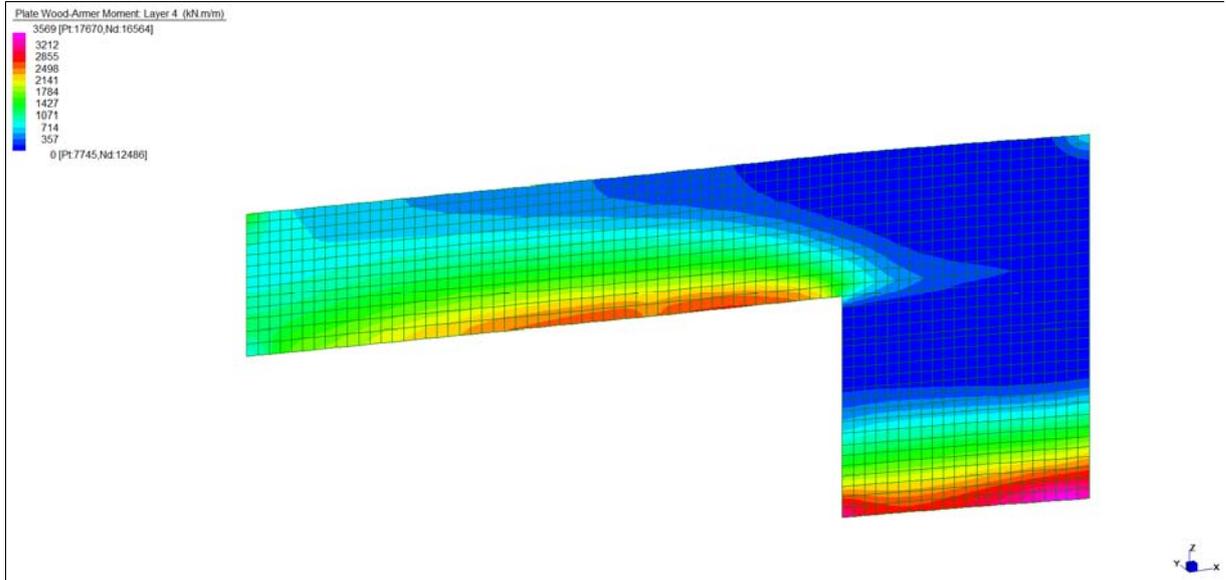
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.U.)*



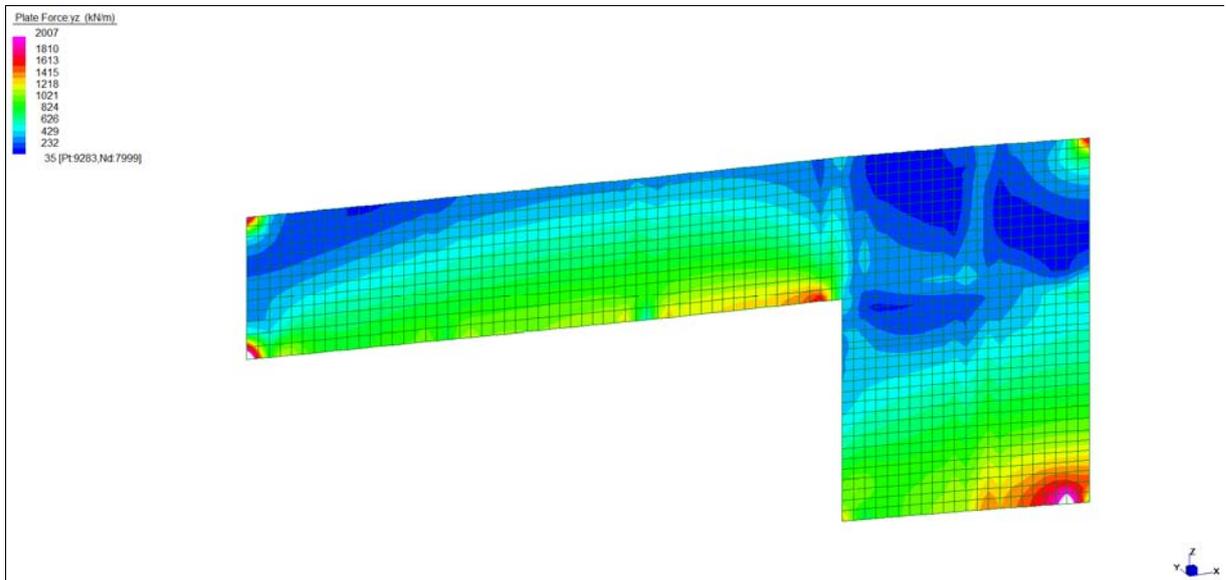
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



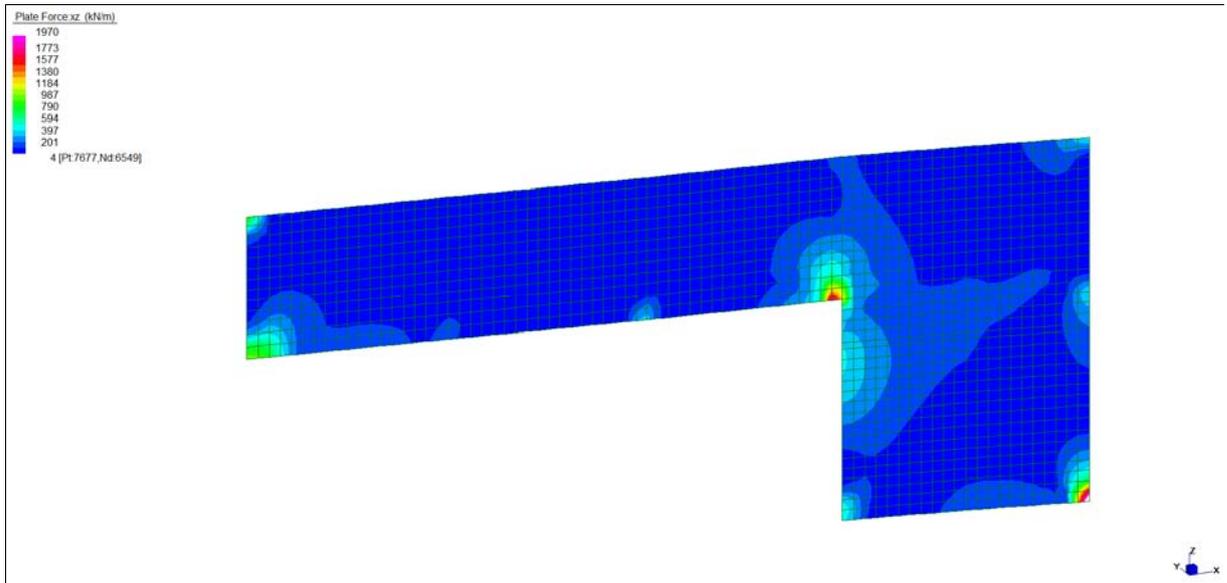
*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

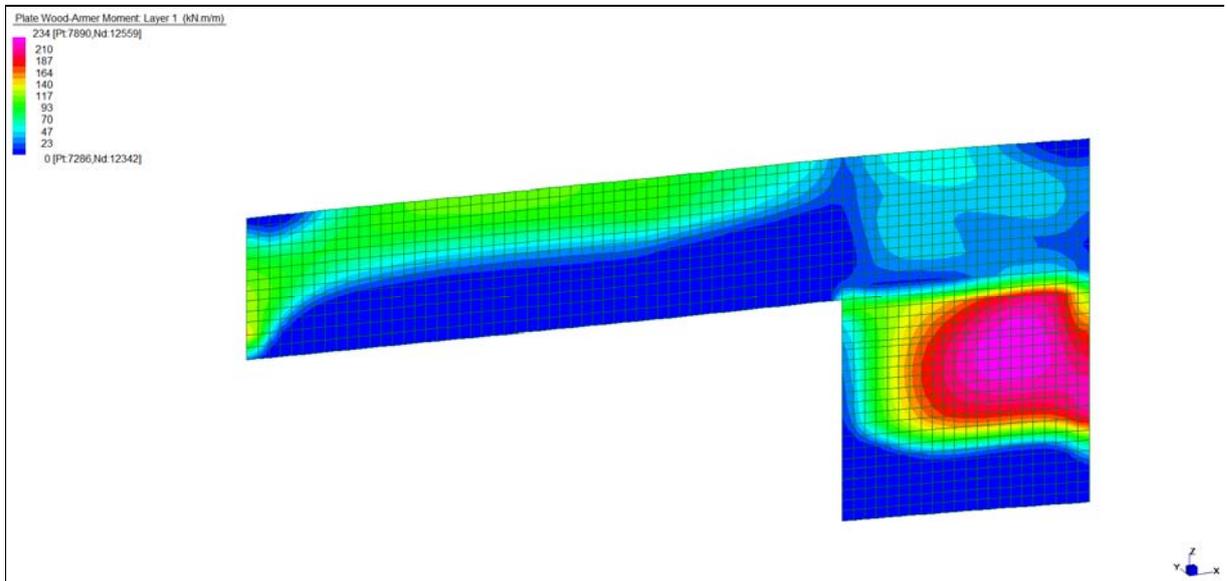
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

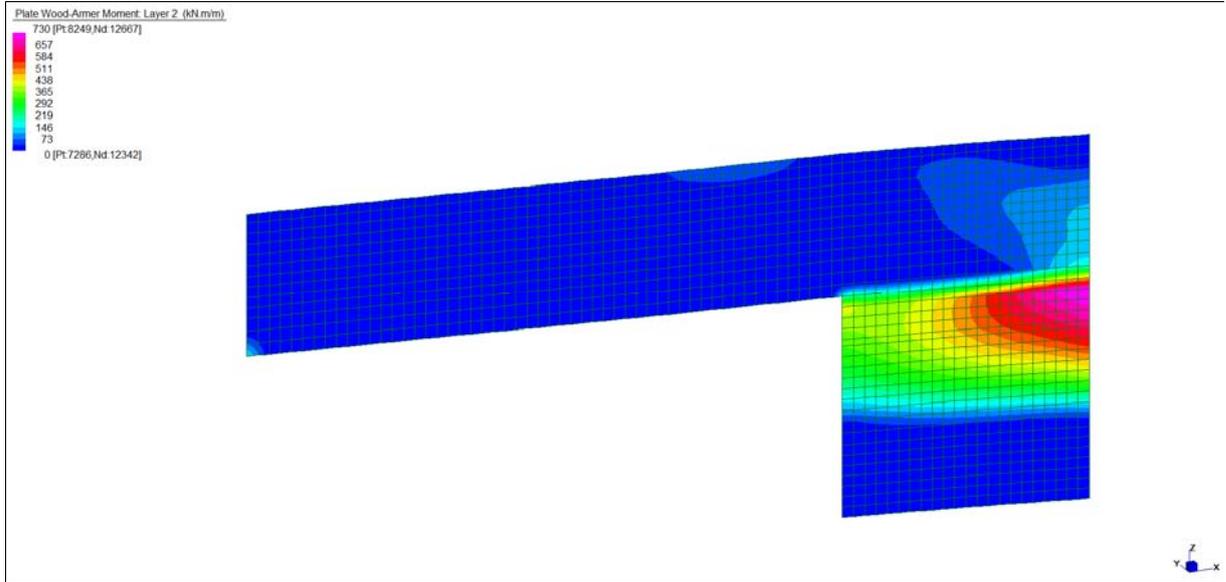
**Grafici di combinazione RARA**



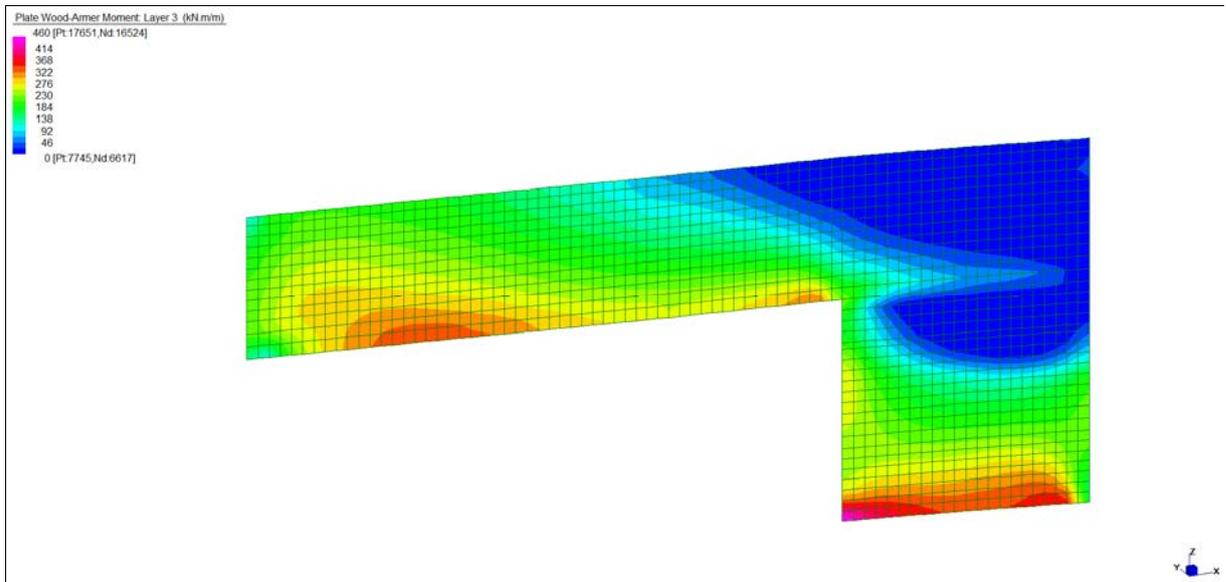
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



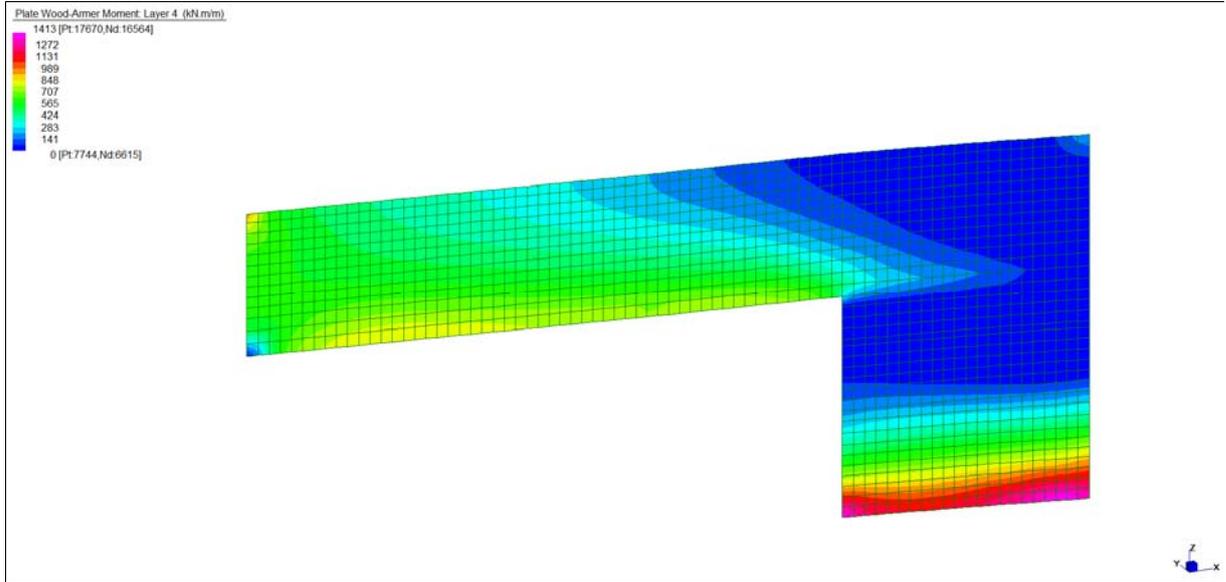
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Rara)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Rara)*

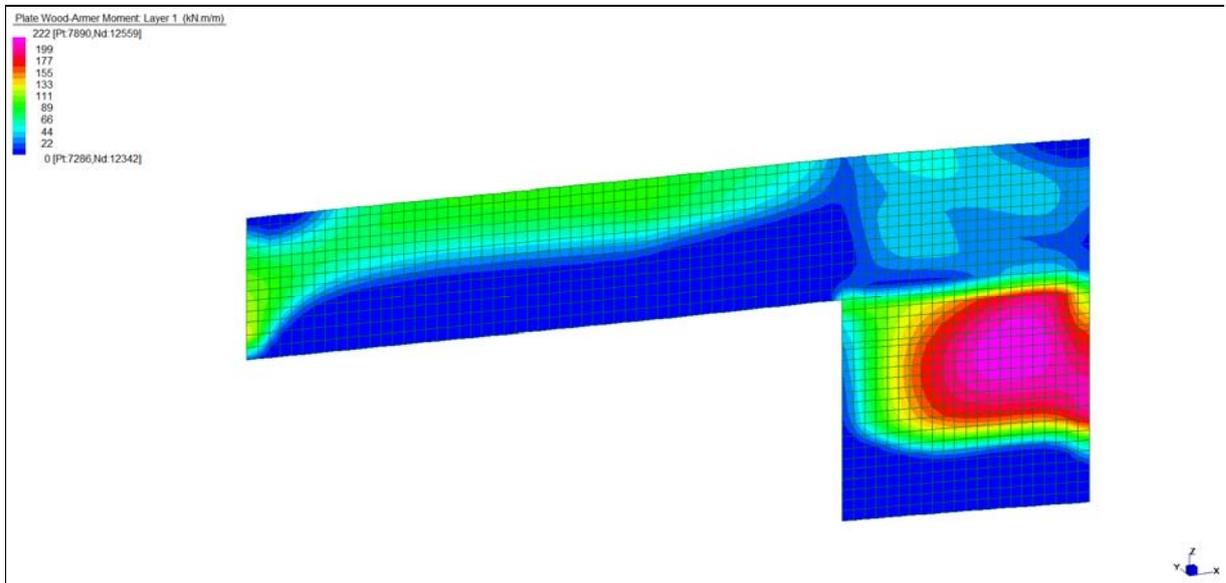
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Rara)*

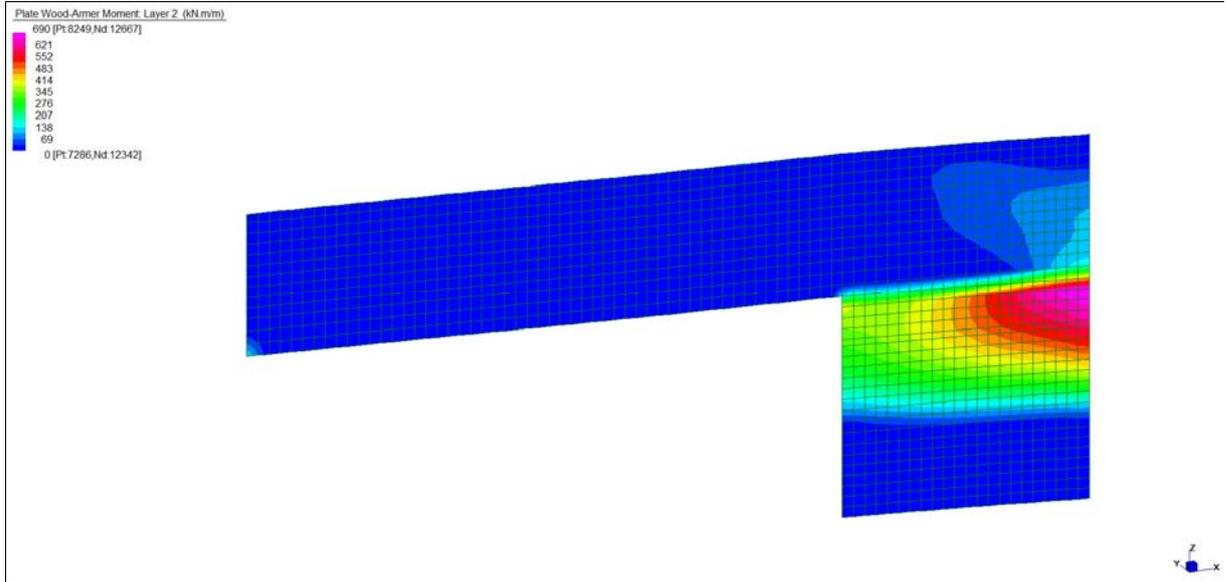
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



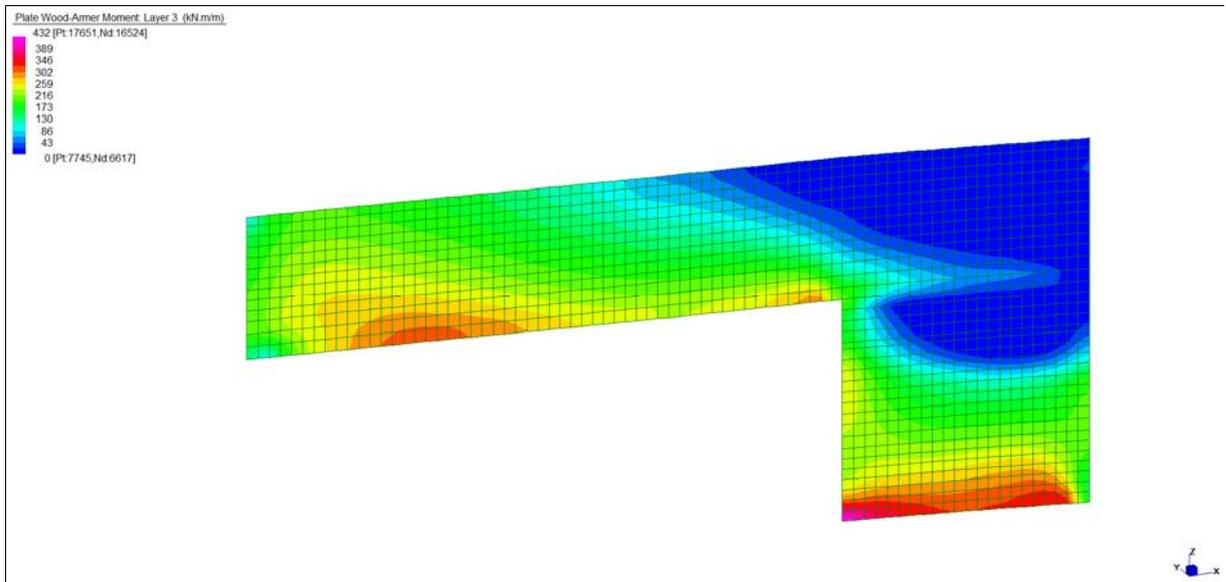
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



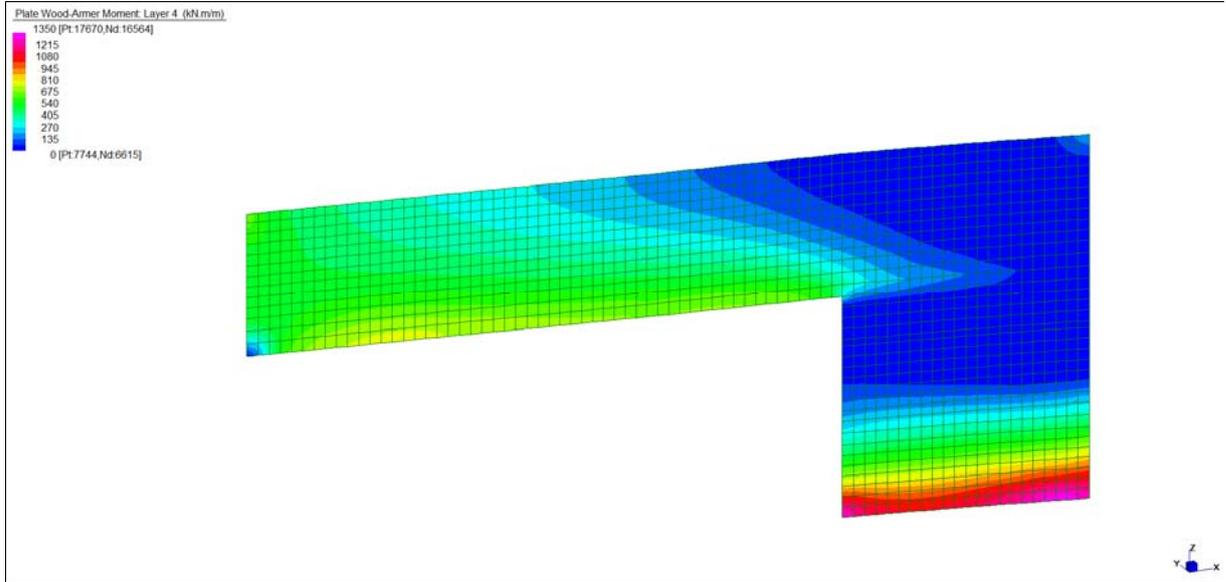
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Frequente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Frequente)*

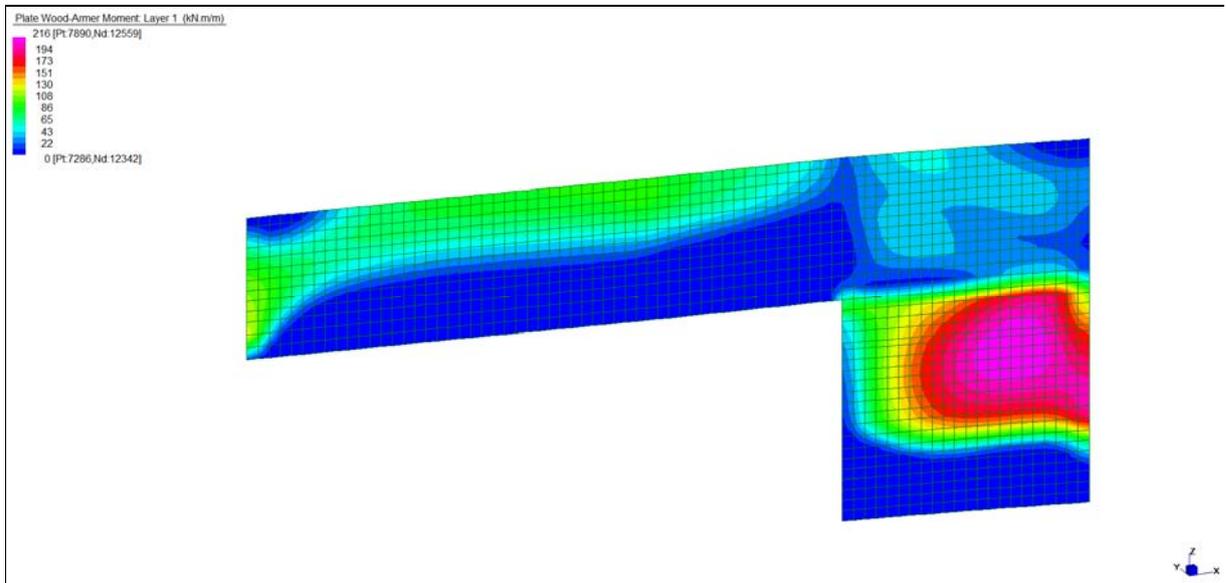
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Frequente)*

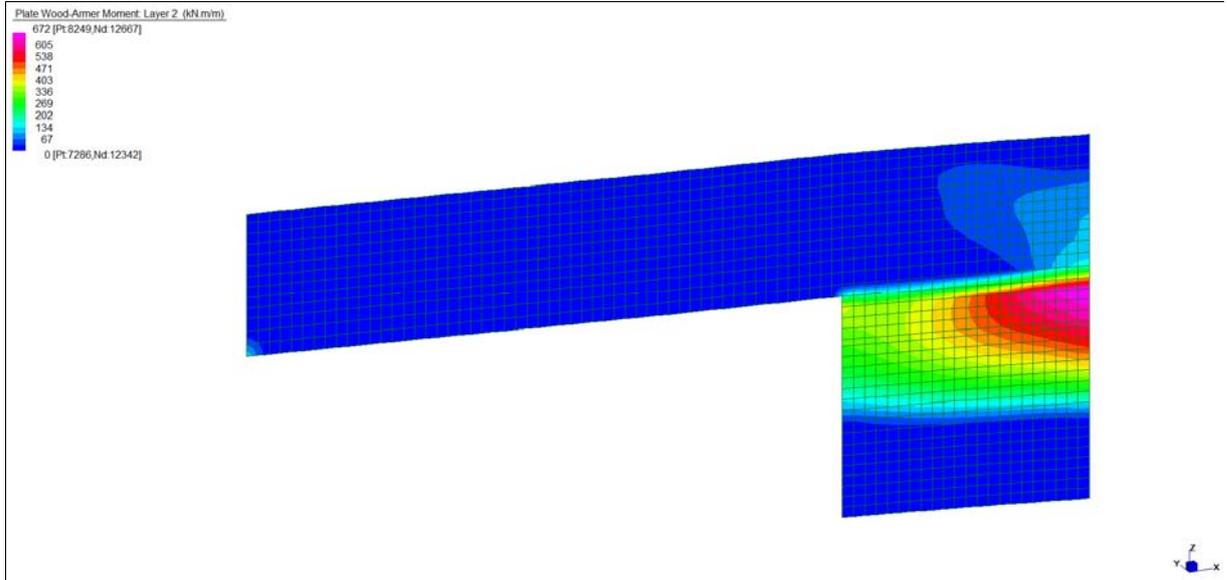
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



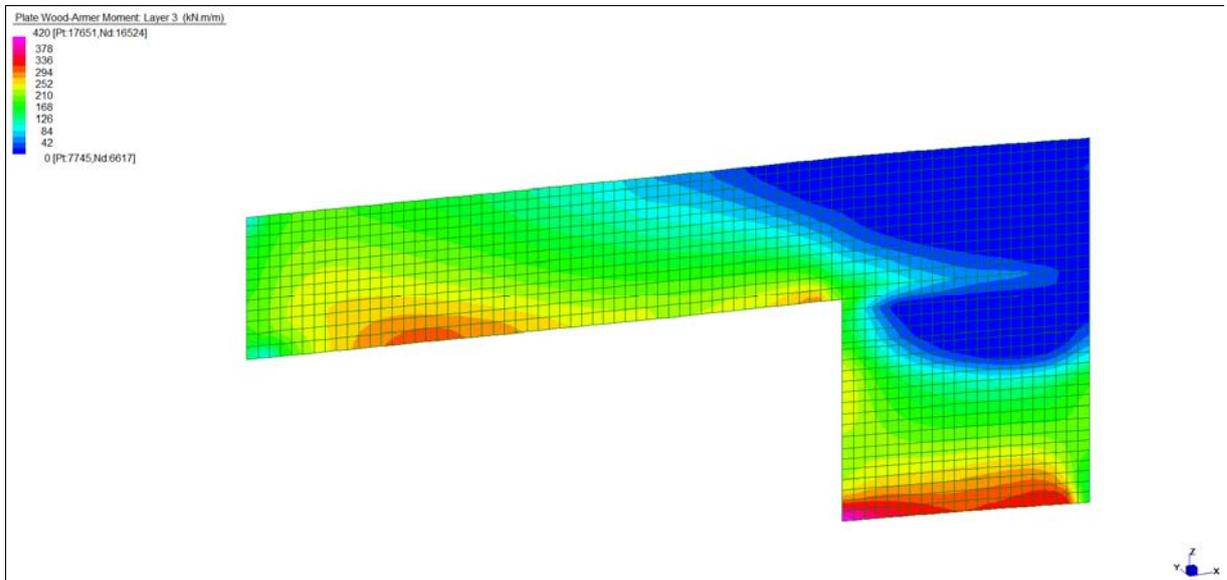
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



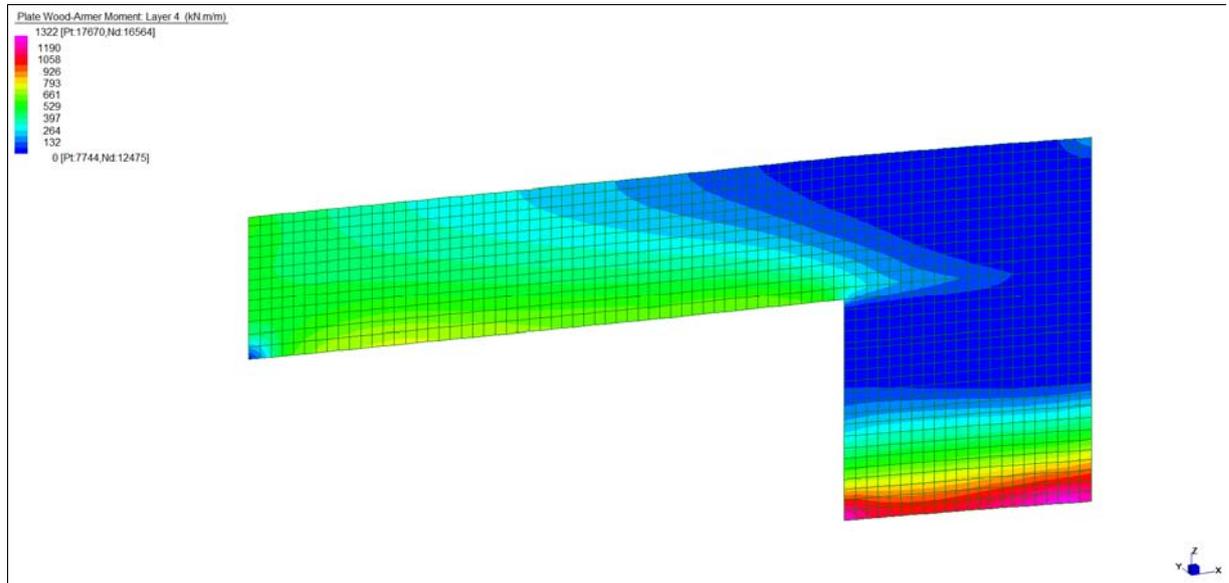
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	A <sub>s1</sub>	A <sub>s2</sub>	A <sub>s'</sub>	kNm/m	kNm/m	
MURO W - CONTENIMENTO	Orizz	Int	1	100	100	91	91	-	φ20/20	φ12/20	-	622	737	Si
	Vert	Int	2	100	100	93	89	-	φ26/10	φ20/20	-	2179	2244	Si
	Orizz	Terra	3	100	100	91	91	-	φ20/20	φ22/20	-	1165	1176	Si
	Vert	Terra	4	100	100	93	89	7	φ26/10	φ26/10	φ20/20	3250	3332	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro W - Muro contenimento*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	100	93	10000	φ26/10	1,464	0,0057	0,334	-	416	Si, vedi grafici
Orizz (z-x loc)	100	100	91	10000	φ20/20	1,469	0,0017	0,336	-	305	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	100	93	10000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1613	1849	2758	Si
Orizz (z-x loc)	100	100	91	10000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1577	1809	2698	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muro W - Muro contenimento*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

### VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nei muri in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

MURO W - CONTROTERRA  
(100 cm)

$N_{min}$ =	6582	kN/m
b =	100	cm
h =	100	cm
$A_c$ =	10000	cm <sup>2</sup>
$R_{ck}$ =	35	MPa
$f_{cd}$ =	16,46	MPa
v =	0,400	
C =	1,7	
L =	326	cm
$\beta$ =	0,5	
$L_0$ =	163	cm
$\rho$ =	28,87	cm
$\lambda$ =	5,65	
$\lambda_{lim}$ =	41,40	
Verifica	Sì	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Muro W - Muro contenimento*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO W- CONTENIMENTO	Orizz	Int	1	100	100	91	91	-	φ20/20	φ12/20	-	234	2,64	< 17,43	130	< 360
	Vert	Int	2	100	100	93	89	-	φ26/10	φ20/20	-	730	5,25	< 17,43	134	< 360
	Orizz	Terra	3	100	100	91	91	-	φ20/20	φ22/20	-	460	4,30	< 17,43	161	< 360
	Vert	Terra	4	100	100	93	89	7	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1413	8,41	< 17,43	176	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO W- CONTENIMENTO	Orizz	Int	1	100	100	91	91	-	φ20/20	φ12/20	-	222	0,11	< 0,40
	Vert	Int	2	100	100	93	89	-	φ26/10	φ20/20	-	690	0,11	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	100	91	91	-	φ20/20	φ22/20	-	432	0,13	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	100	93	89	7	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1350	0,19	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO W- CONTENIMENTO	Orizz	Int	1	100	100	91	91	-	φ20/20	φ12/20	-	216	2,43	< 13,07	0,11	< 0,30
	Vert	Int	2	100	100	93	89	-	φ26/10	φ20/20	-	672	4,83	< 13,07	0,10	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	100	91	91	-	φ20/20	φ22/20	-	420	3,92	< 13,07	0,13	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	100	93	89	7	φ26/10	φ26/10	φ20/20	1322	7,87	< 13,07	0,19	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Muro W - Muro contenimento*

## 14.8 MURO SU GIUNTO

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel muro in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

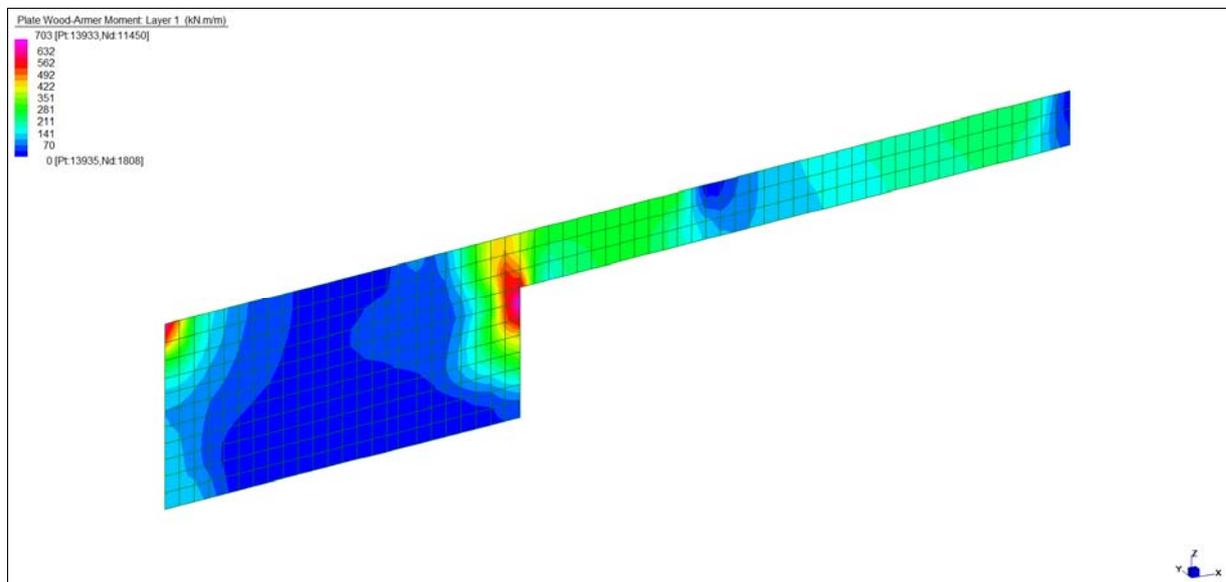
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

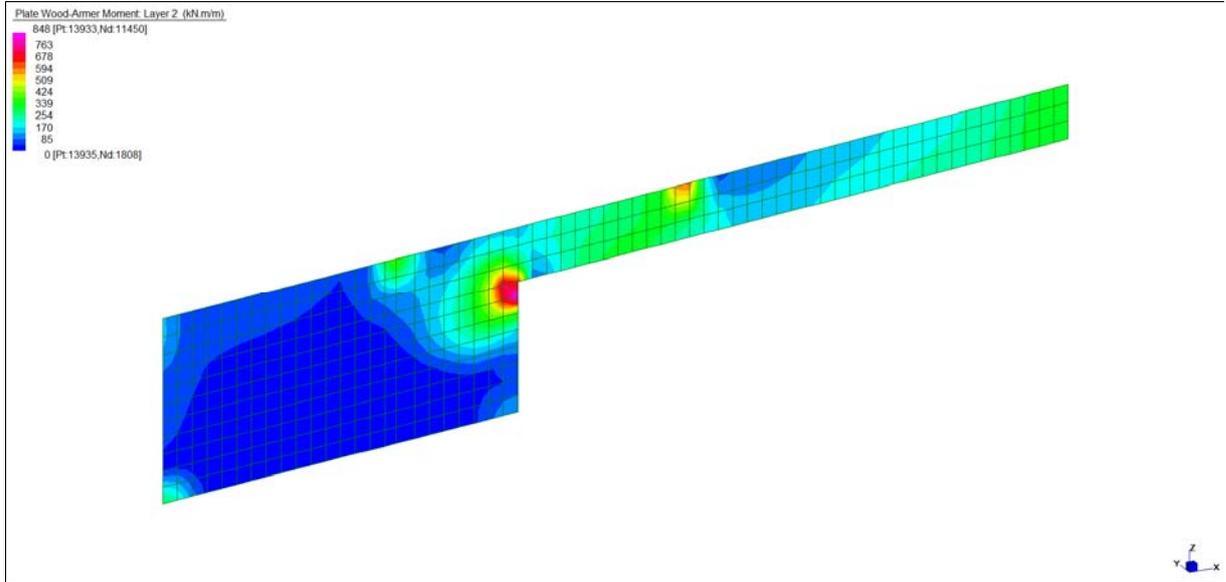
### Grafici di combinazione di SLU



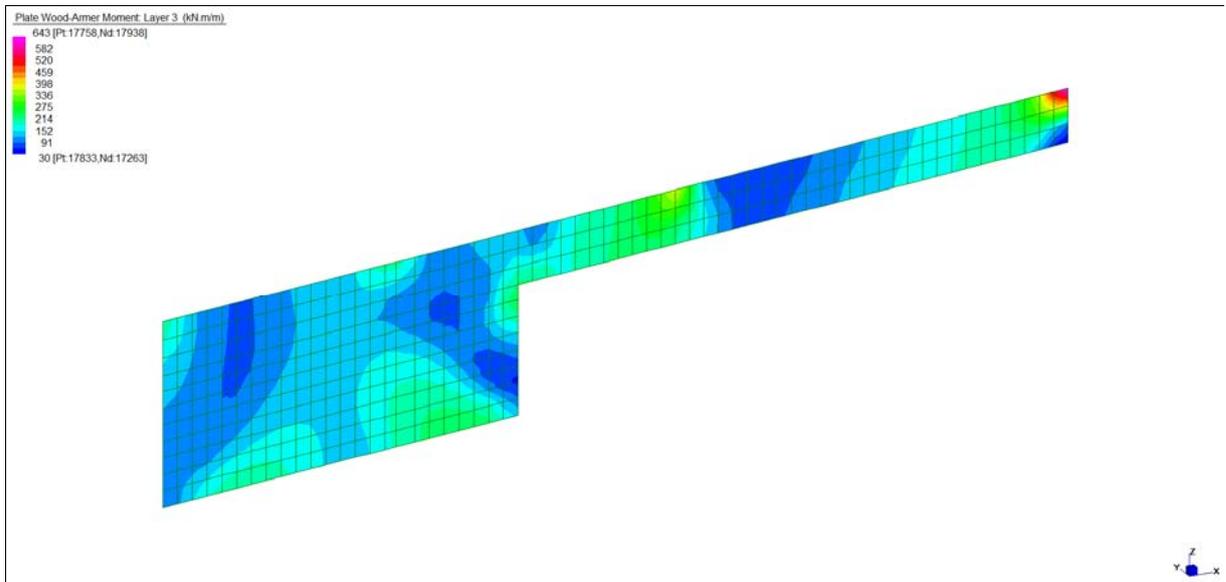
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



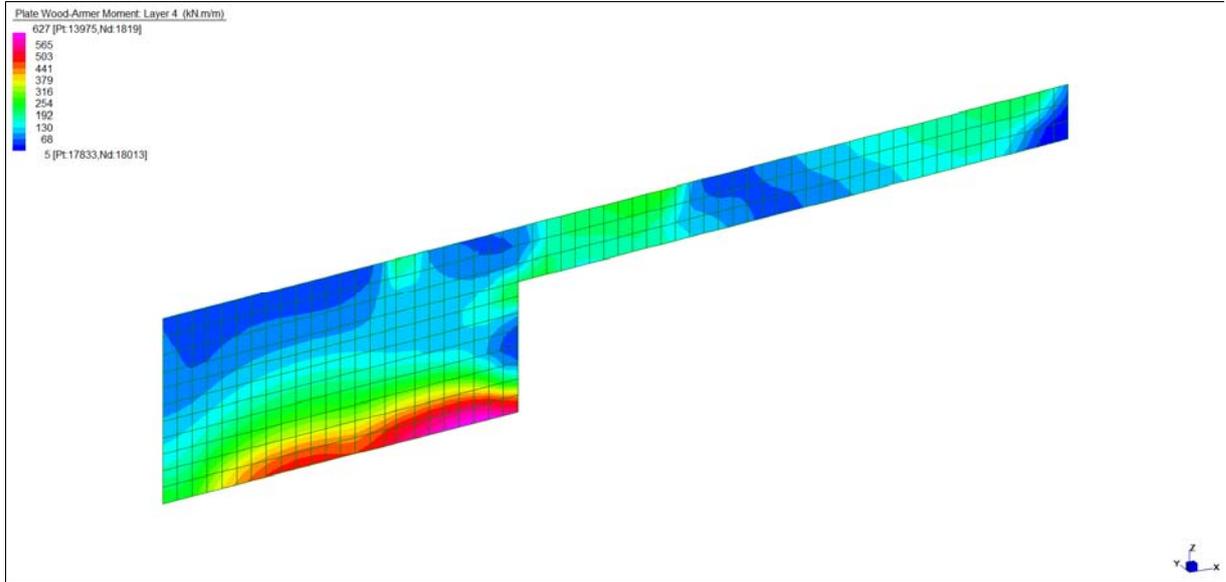
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.U.)*



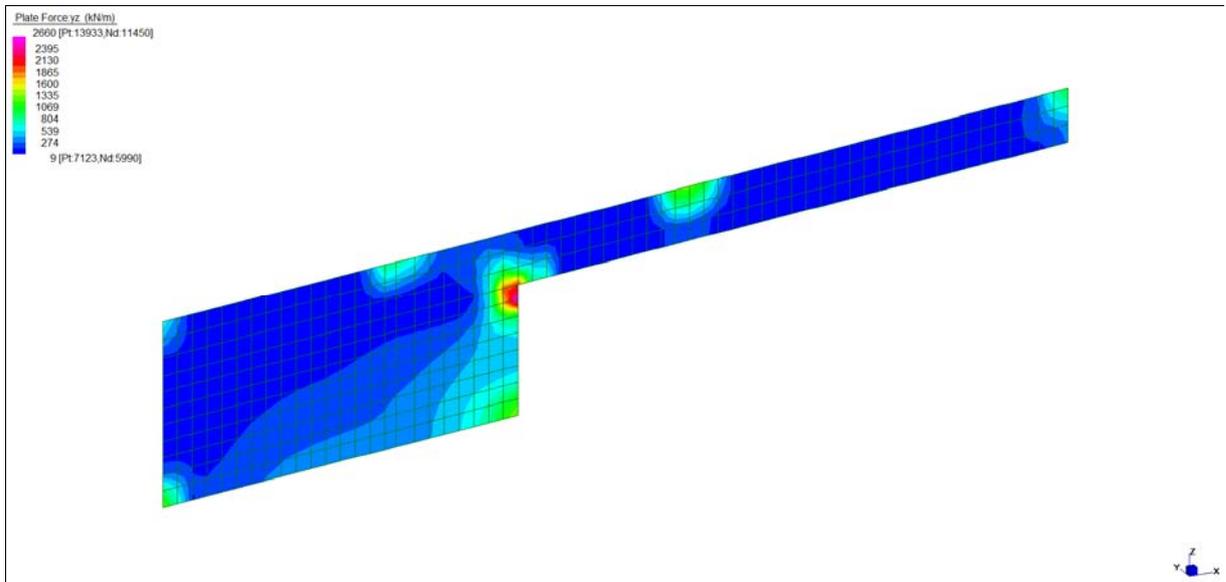
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



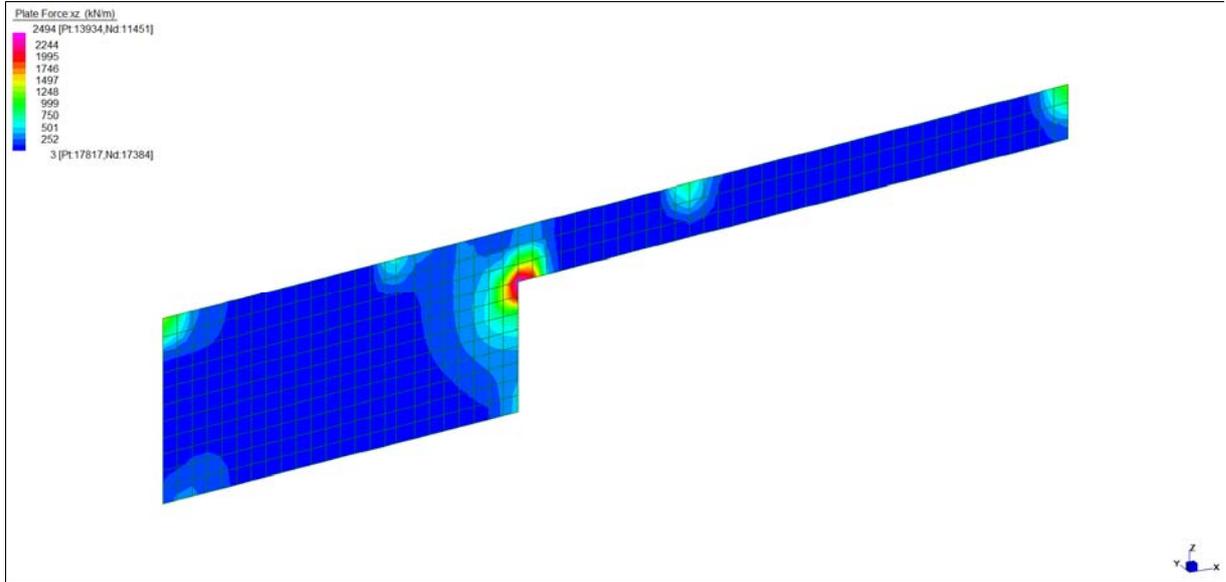
Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.U.)



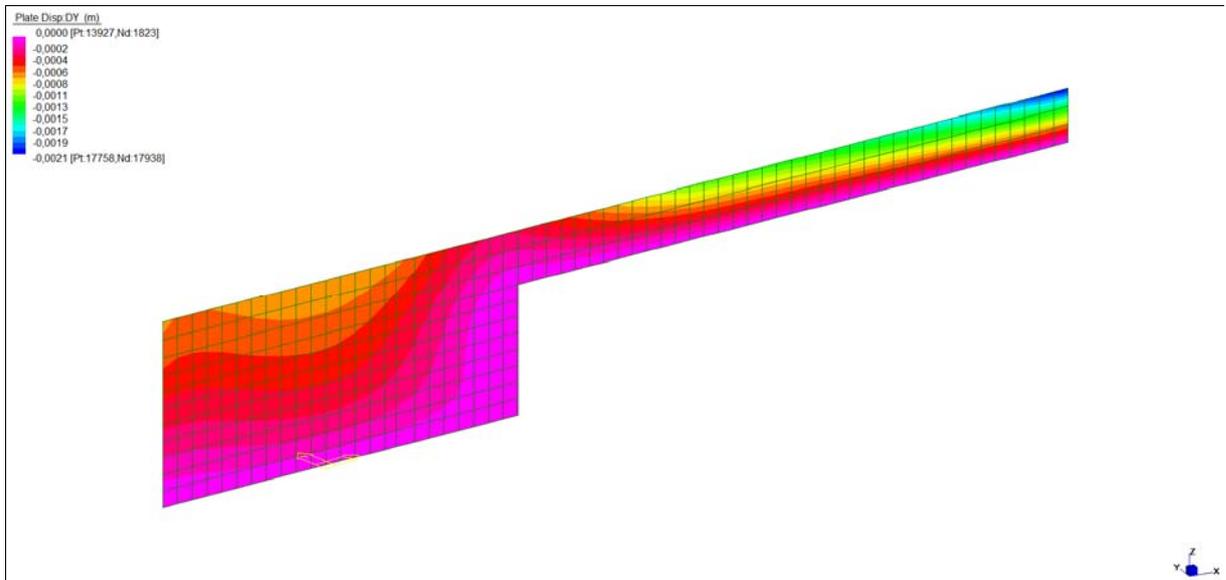
Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

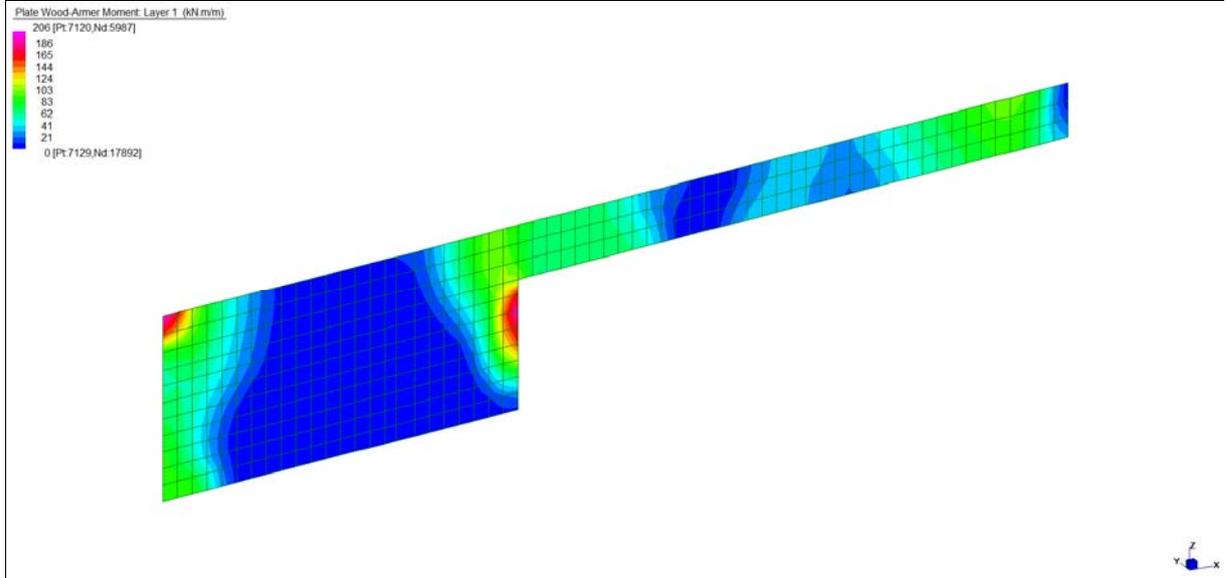


*Spostamento  $d_{Y\_MIN}$  (S.L.U. / S.L.V.)\_Muro su giunto*

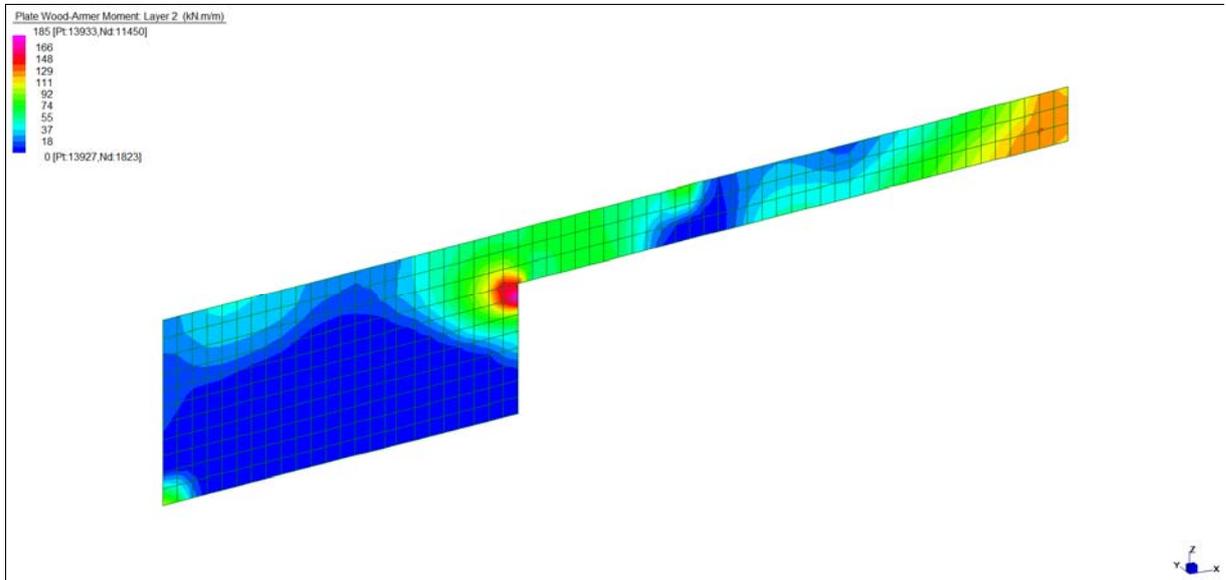
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



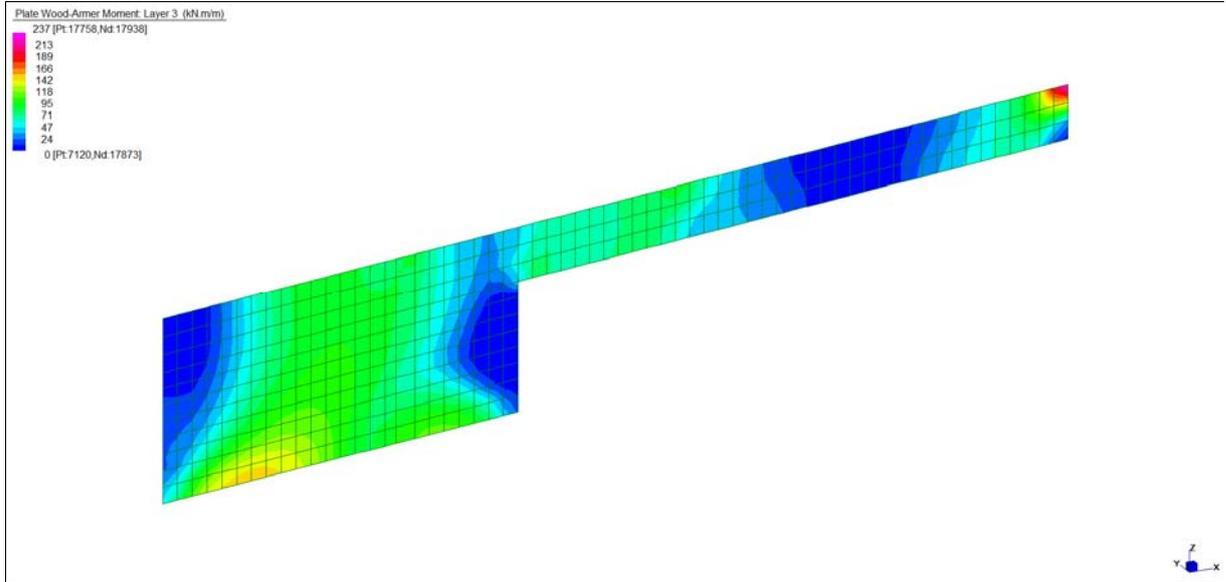
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Rara)



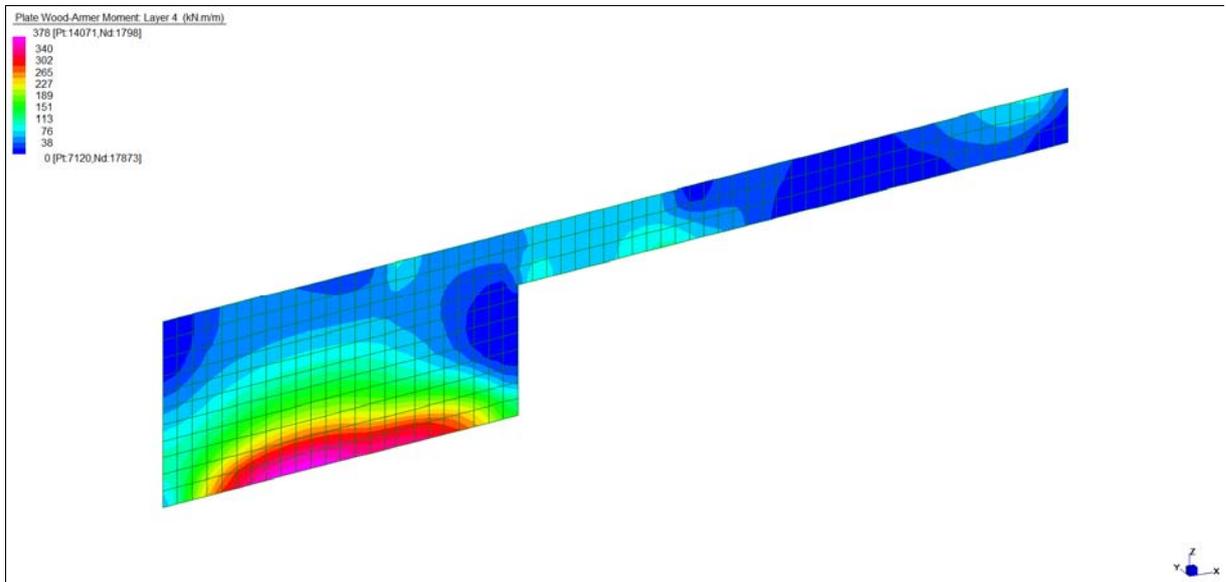
Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Rara)*

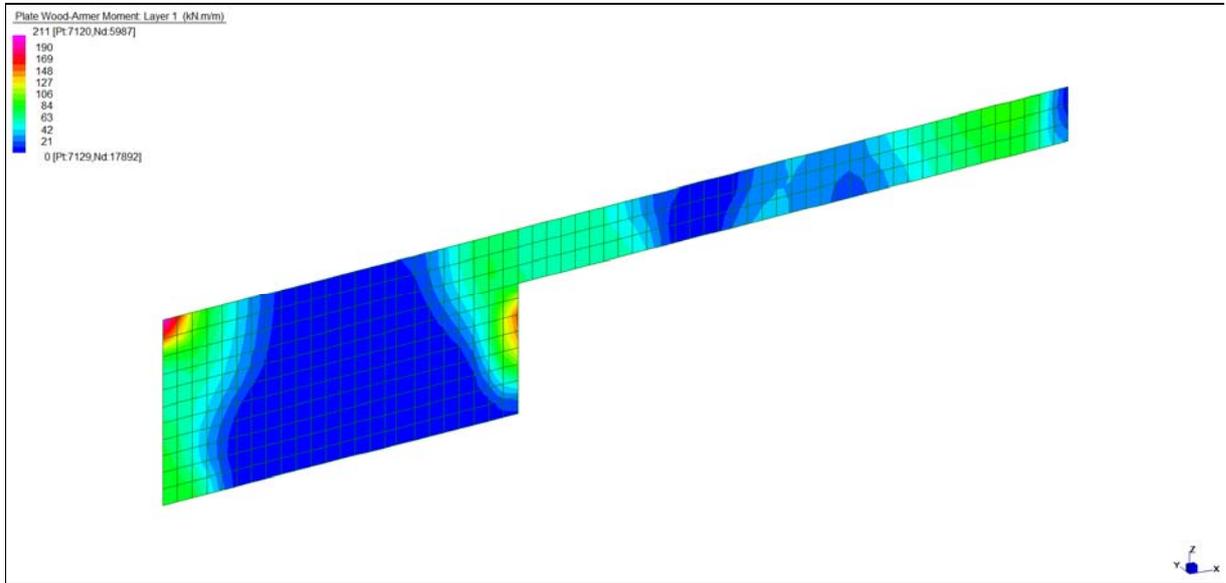


*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Rara)*

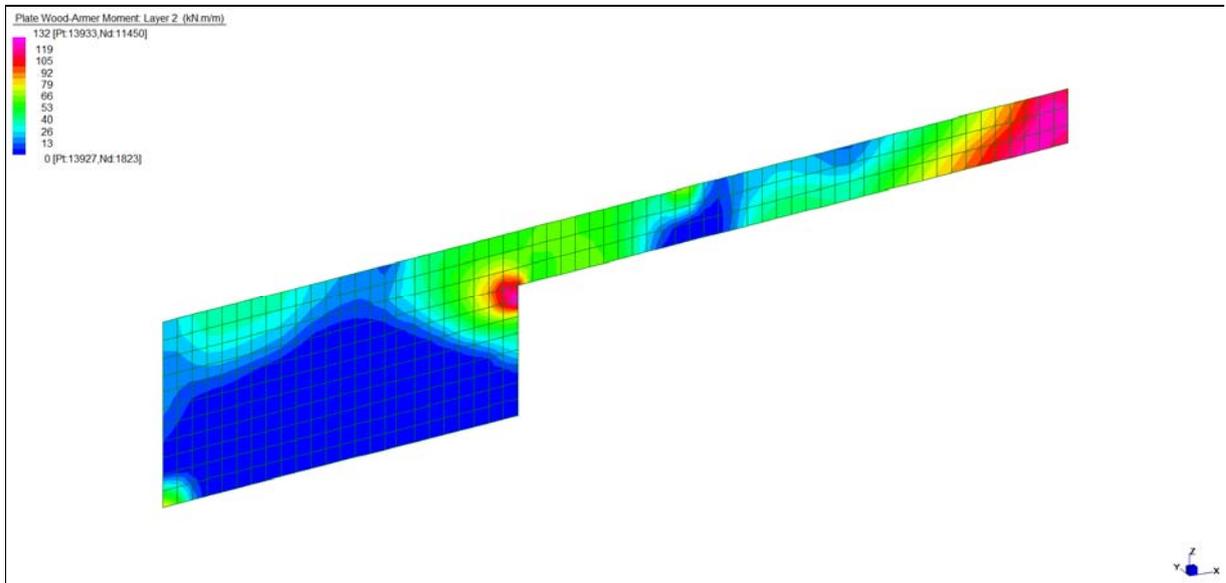
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



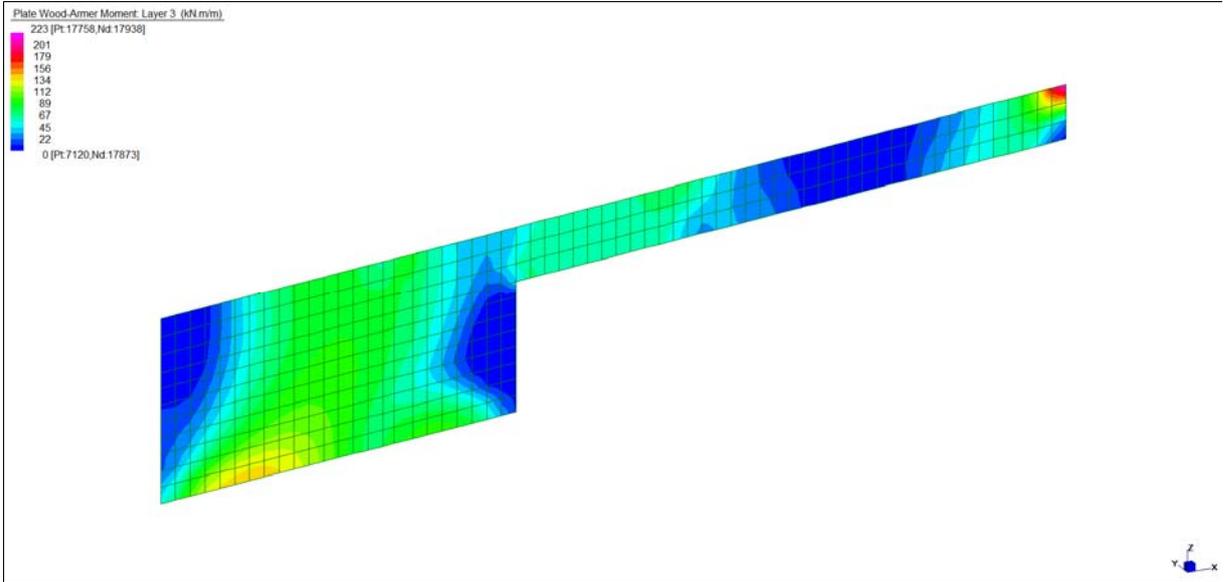
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Frequente)



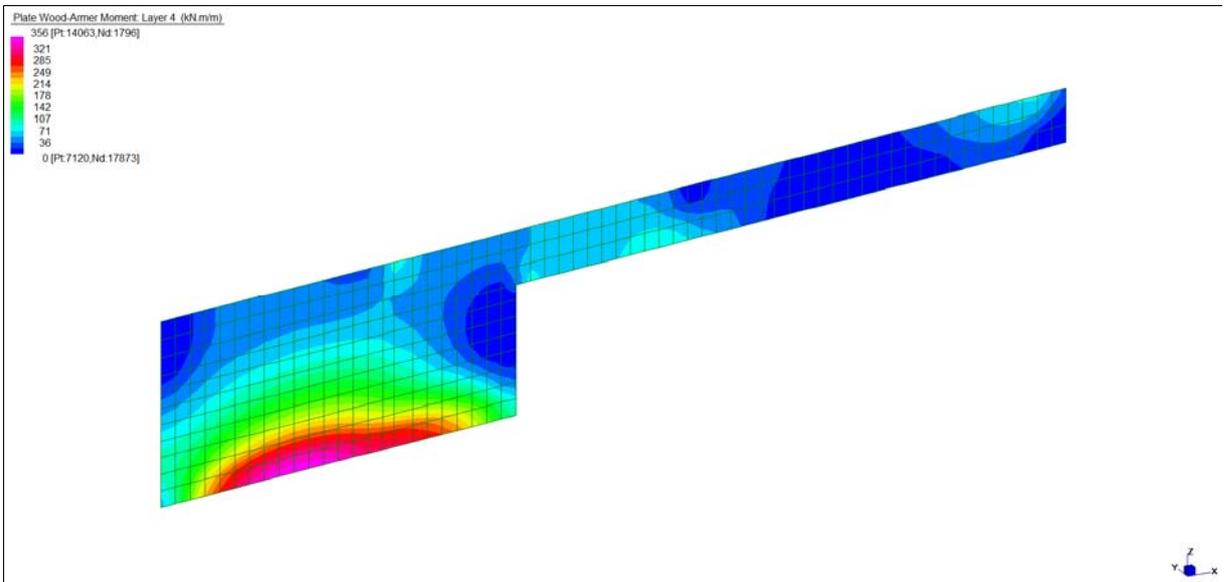
Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Frequente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Frequente)*

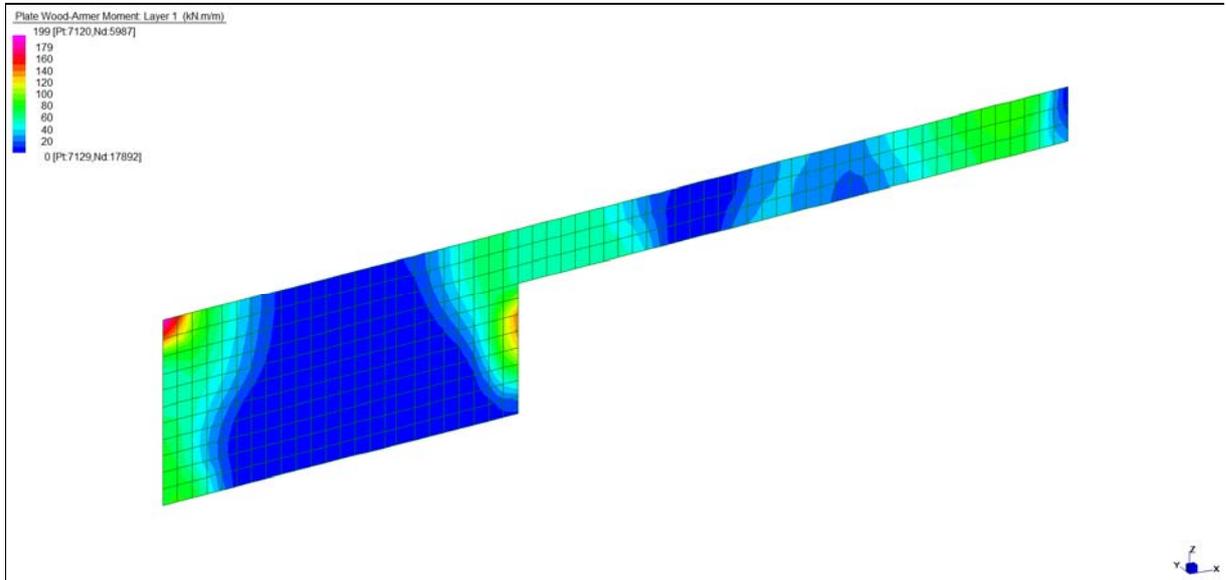


*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Frequente)*

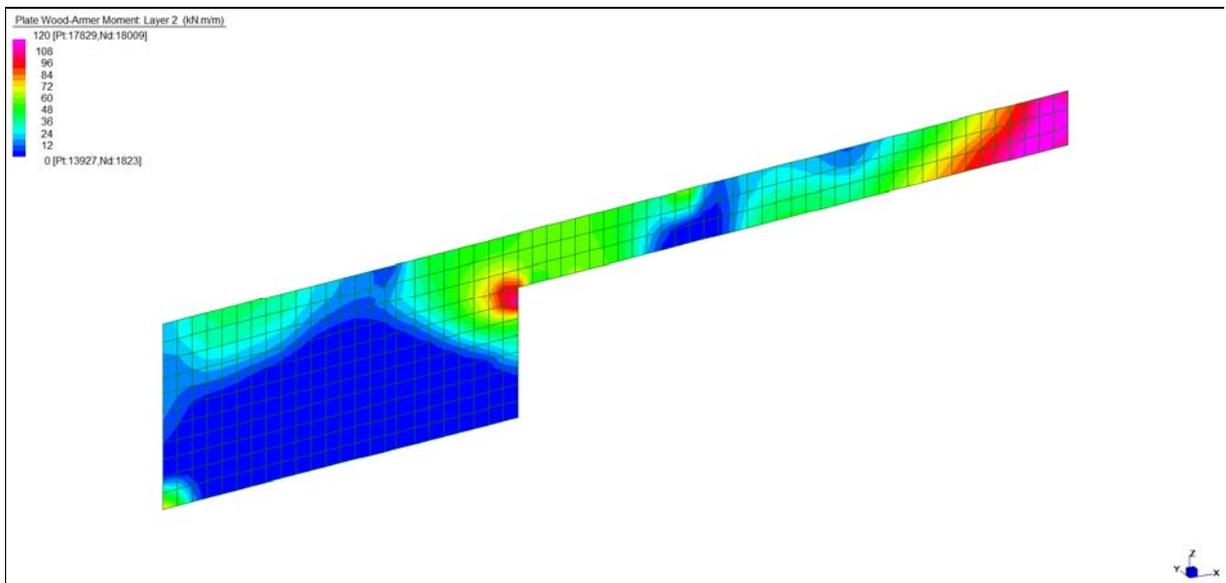
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



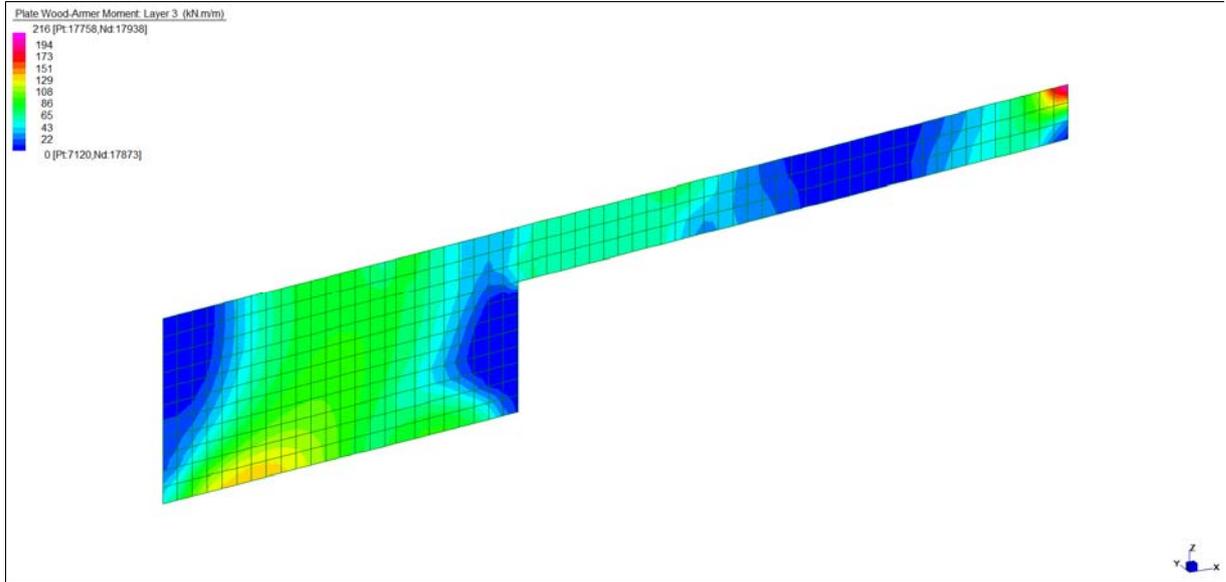
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Quasi permanente)



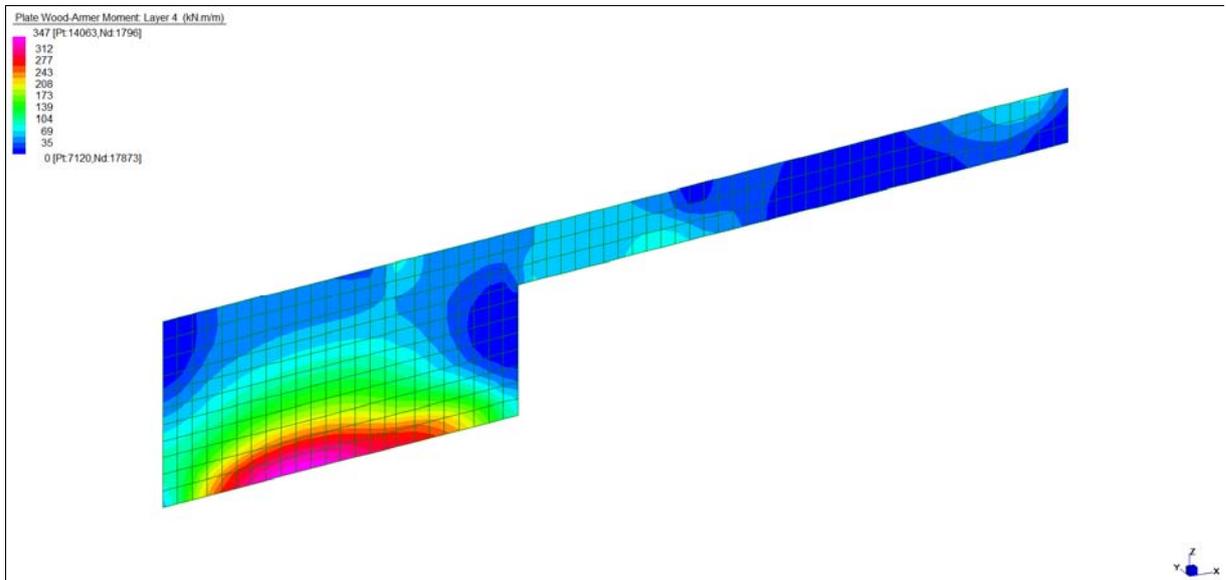
Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Quasi permanente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



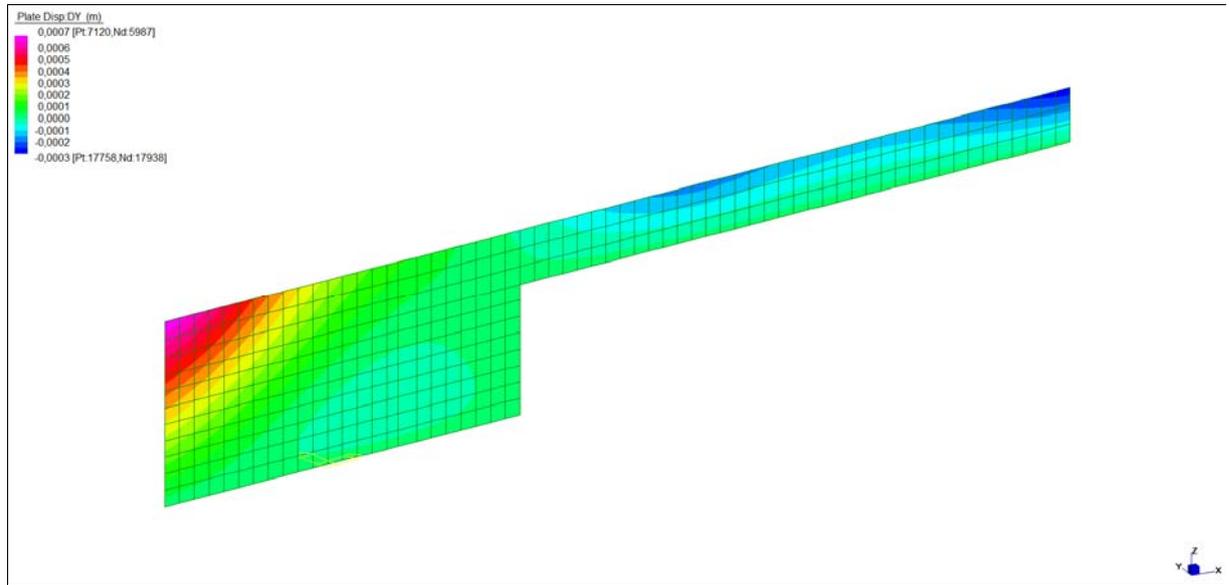
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Spostamento  $d_{Y \text{ MIN}}$  (ASSE UCS) (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
MURO GIUNTO	Orizz	Int	1	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	703	733	Si
	Vert	Int	2	100	85	78	78	-	φ20/20	φ20/20	-	848	910	Si
	Orizz	Terra	3	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	643	733	Si
	Vert	Terra	4	100	85	78	78	-	φ16/20	φ20/20	-	627	753	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro su giunto*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	85	78	8500	φ20/20	1,506	0,0020	0,349	-	272	Si, vedi grafici
Orizz (z-x loc)	100	85	76	8500	φ20/20	1,513	0,0021	0,351	-	266	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	φ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	85	78	8500	spilli φ12/20/20	90	26,6	1490	1551	2313	Si
Orizz (z-x loc)	100	85	76	8500	spilli φ12/20/20	90	26,6	1495	1511	2254	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) \_ Muro su giunto*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

### VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nel muro in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

MURO GIUNTO (85 cm)

$N_{min}$ =	6685	kN/m
$b$ =	100	cm
$h$ =	85	cm
$A_c$ =	8500	cm <sup>2</sup>
$R_{ck}$ =	35	MPa
$f_{cd}$ =	16,46	MPa
$\nu$ =	0,478	
$C$ =	1,7	
$L$ =	285	cm
$\beta$ =	2	
$L_0$ =	570	cm
$\rho$ =	24,54	cm
$\lambda$ =	<b>23,23</b>	
$\lambda_{lim}$ =	<b>37,88</b>	
Verifica	<b>Si</b>	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Muro su giunto*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO GIUNTO	Orizz	Int	1	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	206	2,88	< 17,43	116	< 360
	Vert	Int	2	100	85	78	78	-	φ20/20	φ20/20	-	185	2,30	< 17,43	84	< 360
	Orizz	Terra	3	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	237	3,32	< 17,43	133	< 360
	Vert	Terra	4	100	85	78	78	-	φ16/20	φ20/20	-	378	5,07	< 17,43	207	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO GIUNTO	Orizz	Int	1	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	211	0,11	< 0,40
	Vert	Int	2	100	85	78	78	-	φ20/20	φ20/20	-	132	0,04	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	223	0,11	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	85	78	78	-	φ16/20	φ20/20	-	356	0,15	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO GIUNTO	Orizz	Int	1	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	199	2,79	< 13,07	0,10	< 0,30
	Vert	Int	2	100	85	78	78	-	φ20/20	φ20/20	-	120	1,49	< 13,07	0,04	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	85	76	76	-	φ16/20	φ20/20	-	216	3,02	< 13,07	0,11	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	85	78	78	-	φ16/20	φ20/20	-	347	4,66	< 13,07	0,15	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.) \_ Muro su giunto*

Gli spostamenti orizzontali in combinazione Quasi permanente e Sismica SLV sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

14.9 PILASTRI

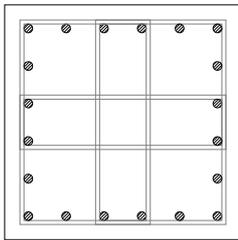
INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Nelle tabelle che seguono si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti sui pilastri restituite dal modello e le verifiche relative agli stati limite considerati.

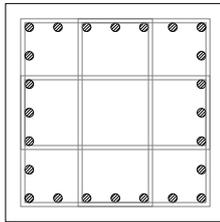
Relativamente alla simbologia utilizzata, si precisa che:

- TF = tensione totale nel pilastro (comando “total fibre”);
- N = sforzo normale sollecitante (negativo di compressione, positivo di trazione);
- $M_1$  = momento sollecitante attorno all’inerzia minore pilastro;
- $M_2$  = momento sollecitante attorno all’inerzia maggiore pilastro;
- $\rho$  = nel dominio di resistenza (N,  $M_1$ ,  $M_2$ ) del pilastro, è il rapporto tra il raggio che individua la terna sollecitante ( $N_{Ed}$ ;  $M_{1,Ed}$ ;  $M_{2,Ed}$ ) e la distanza dal bordo del dominio di resistenza.

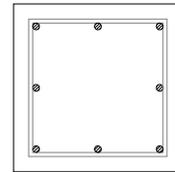
PILASTRO (70x70)



PILASTRO (65x65)

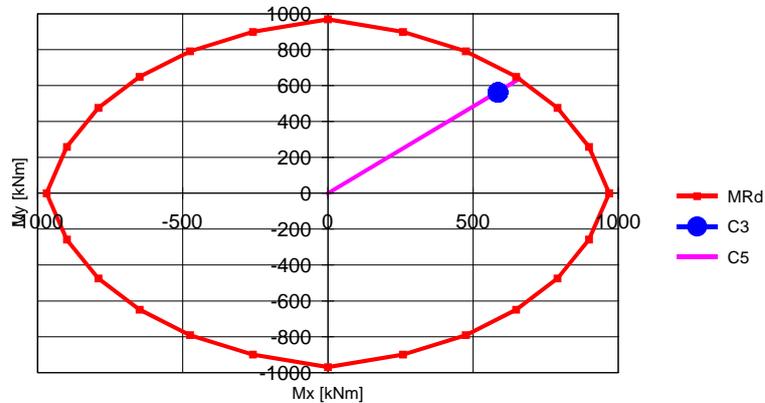


PILASTRO (50x50)



Sezione pilastri

- N<sub>Ed</sub> = 154 kN



Esempio verifica a presso-flessione (Inviluppo SLU)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione SLU

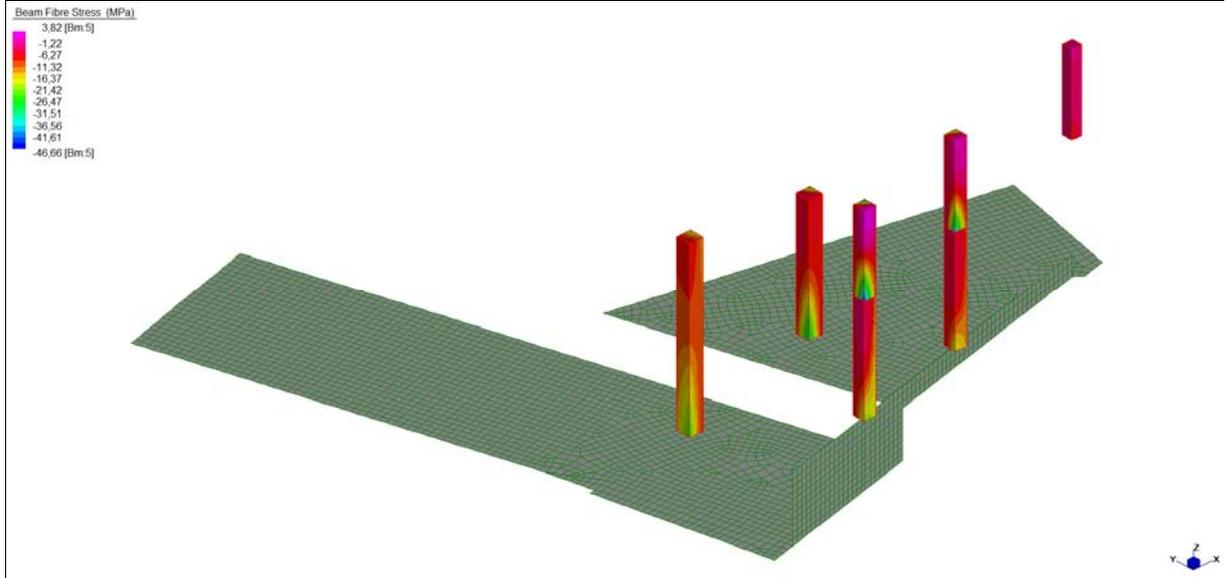


Diagramma tensioni\_  $TF_{min}$  ( Involuppo S.L.U./S.LV. min )

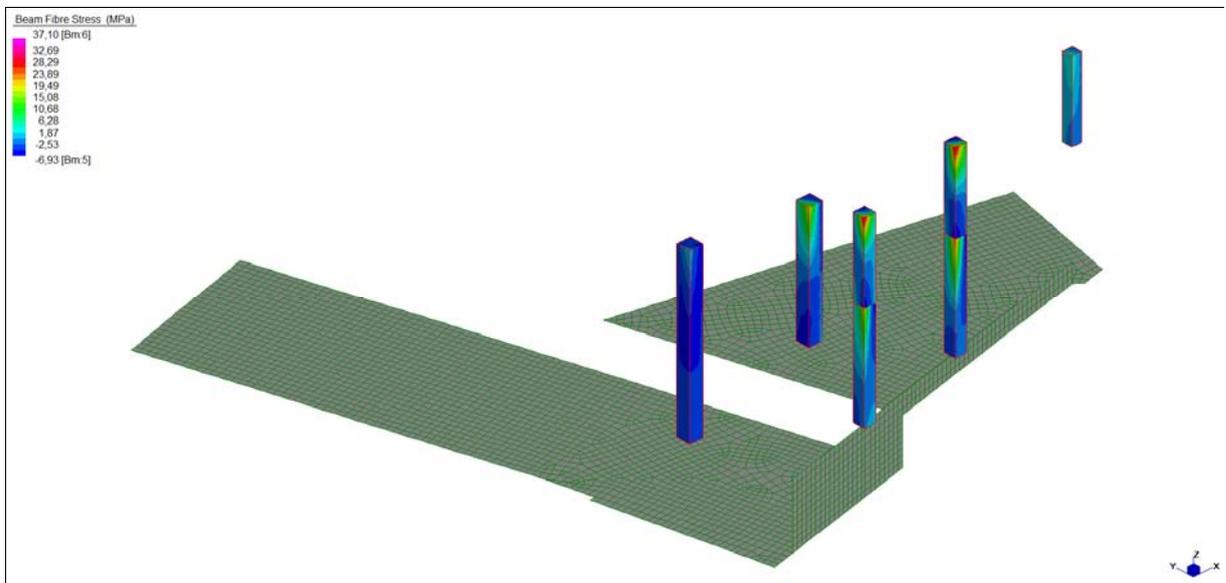


Diagramma tensioni\_  $TF_{max}$  ( Involuppo S.L.U./S.LV. max )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

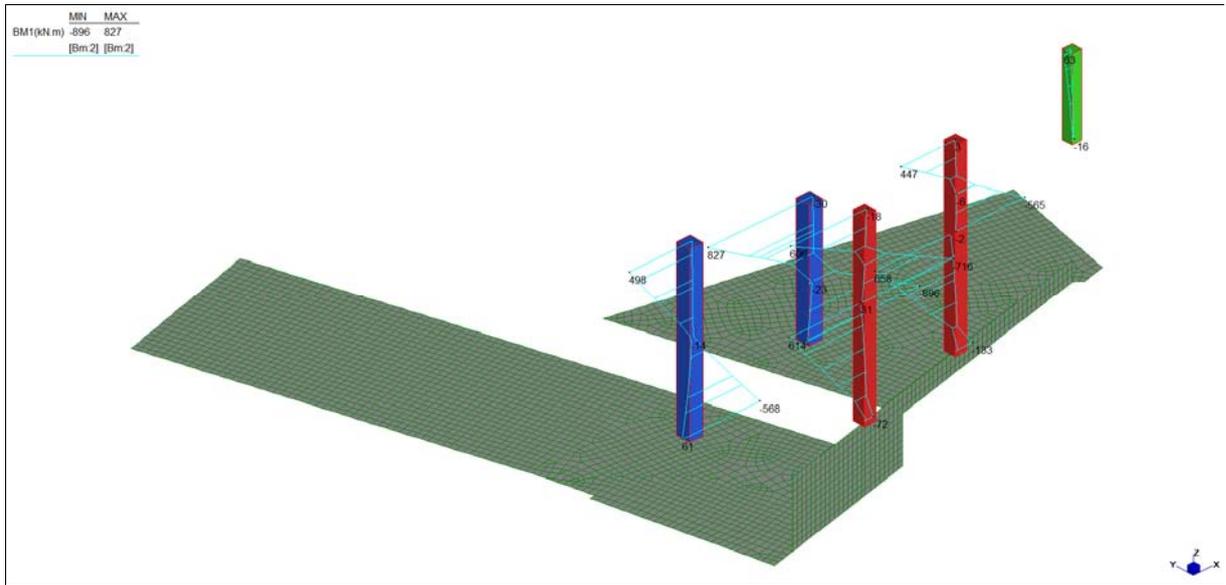


Diagramma momenti  $M1_{\_}$  ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

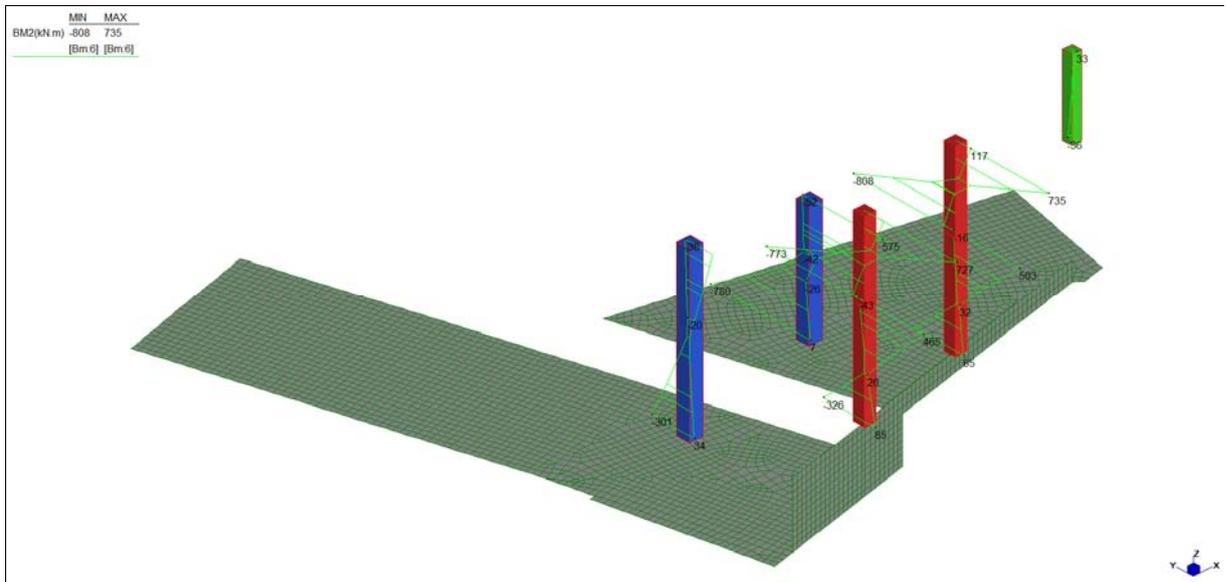
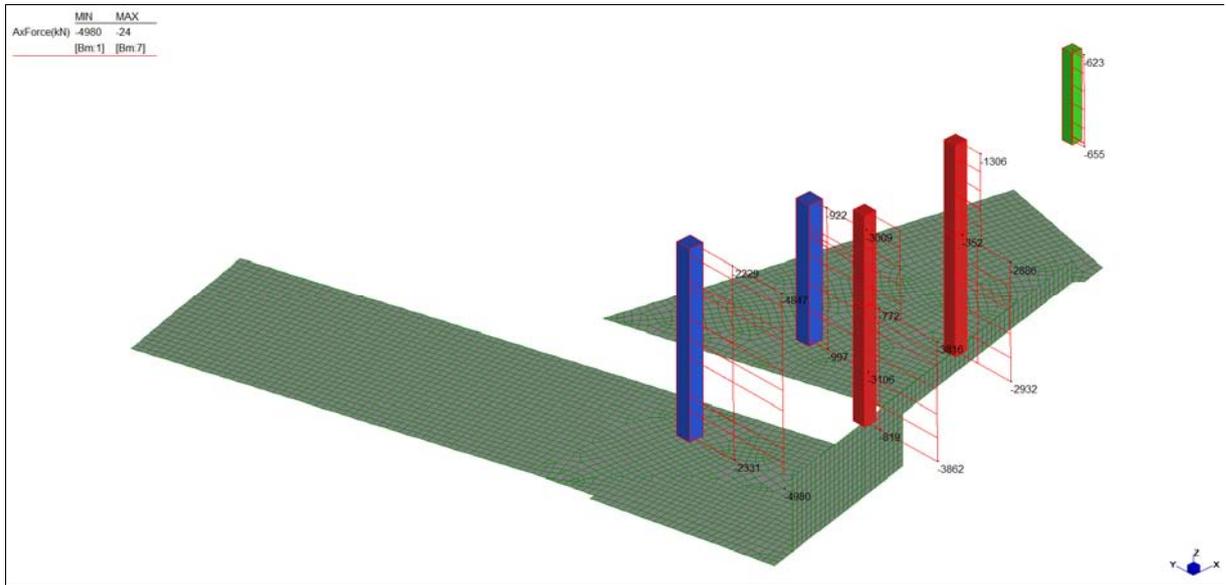


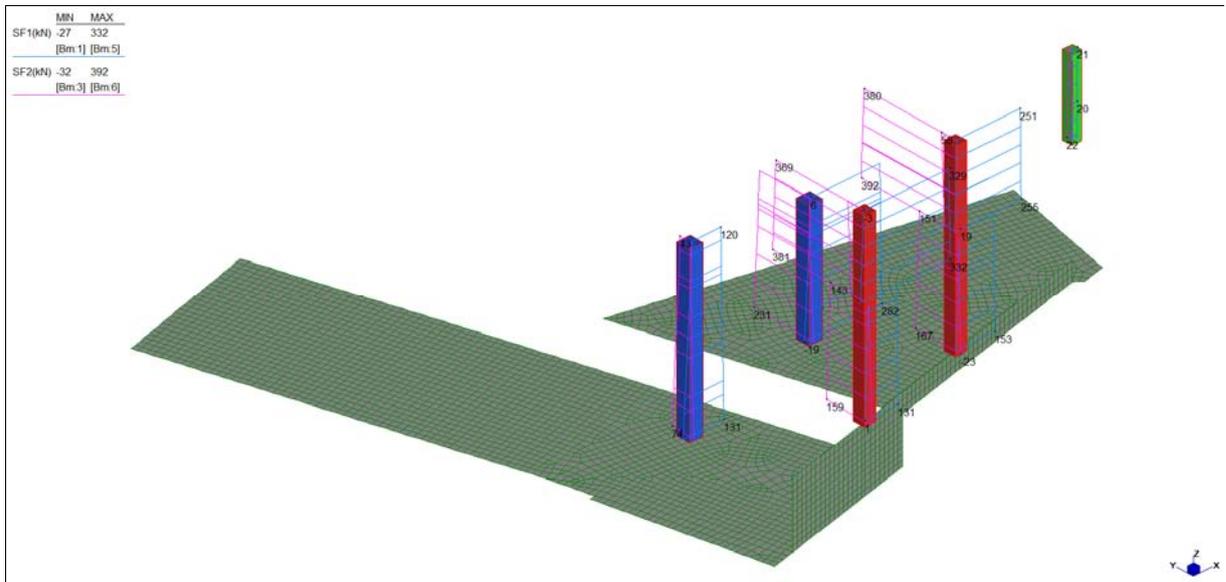
Diagramma momenti  $M2_{\_}$  ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*



*Diagramma tagli\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione SLE Rara

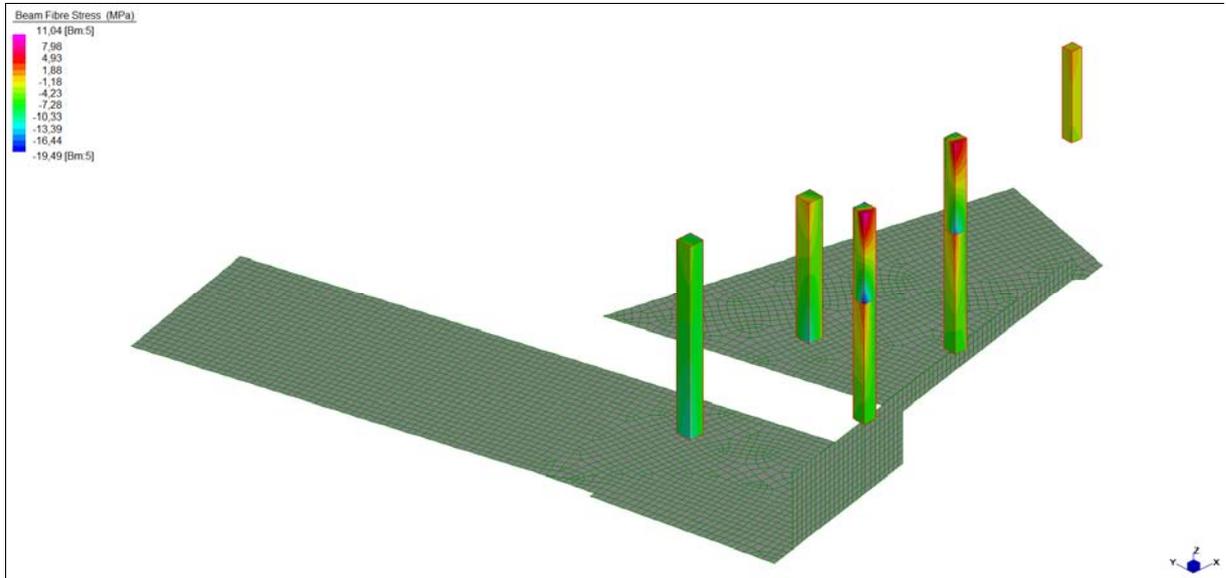


Diagramma tensioni\_  $TF_{min}$  ( Inviluppo S.L.E. Rara. min )

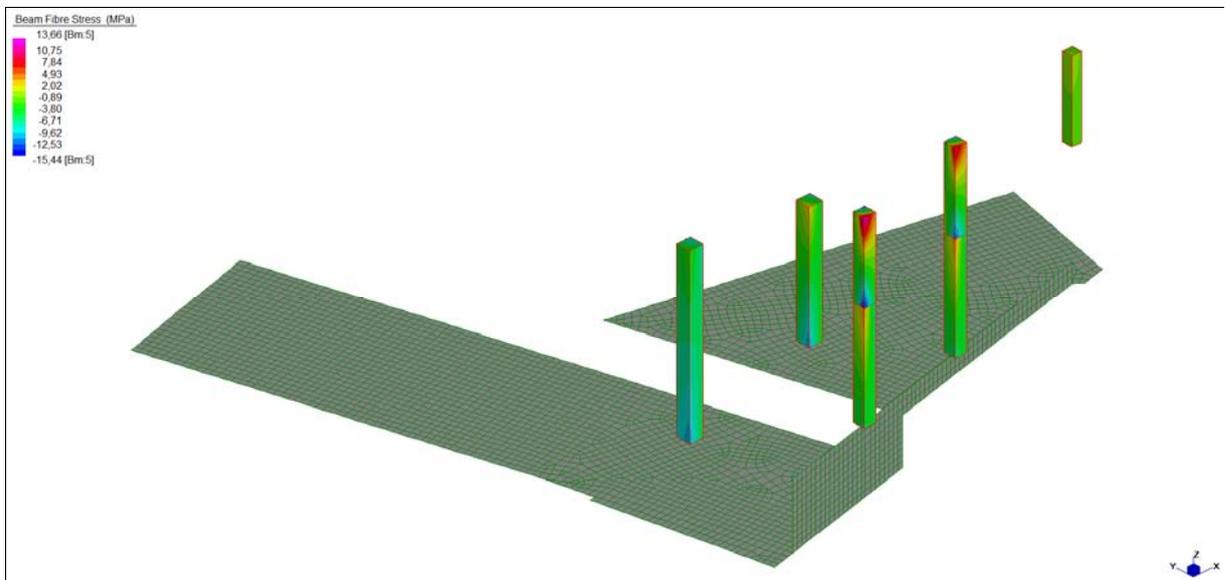
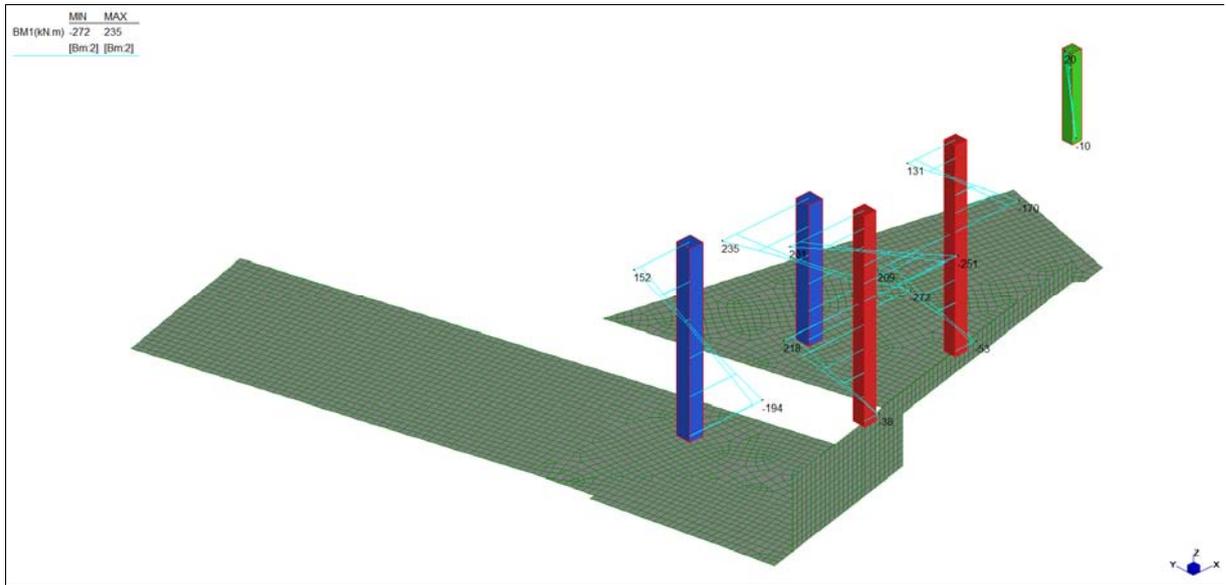


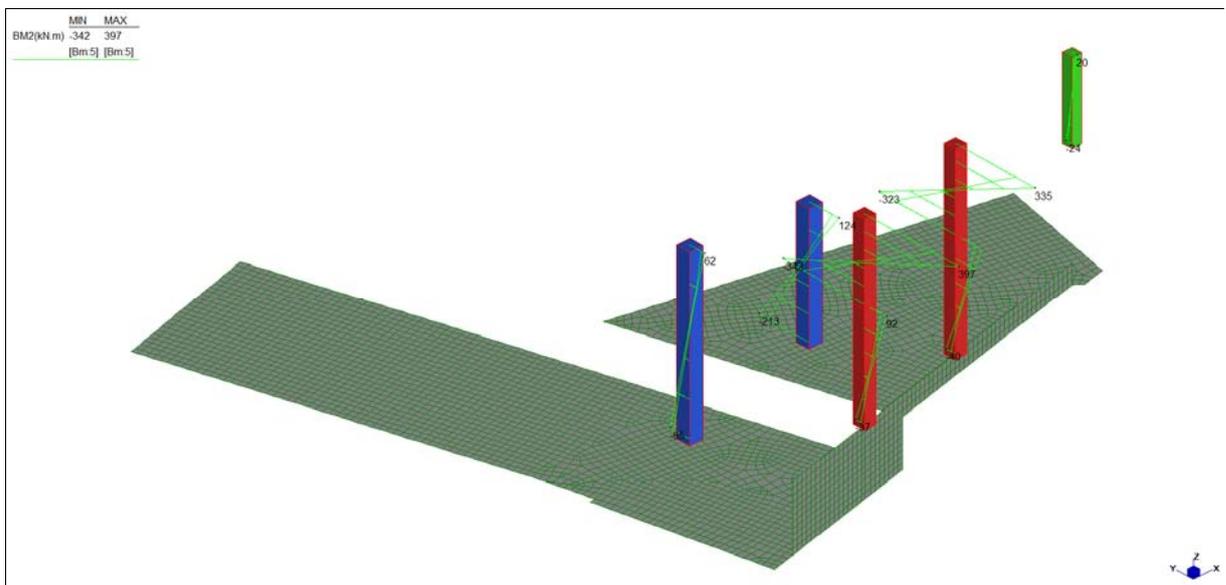
Diagramma tensioni\_  $TF_{max}$  ( Inviluppo S.L.E. Rara max )

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



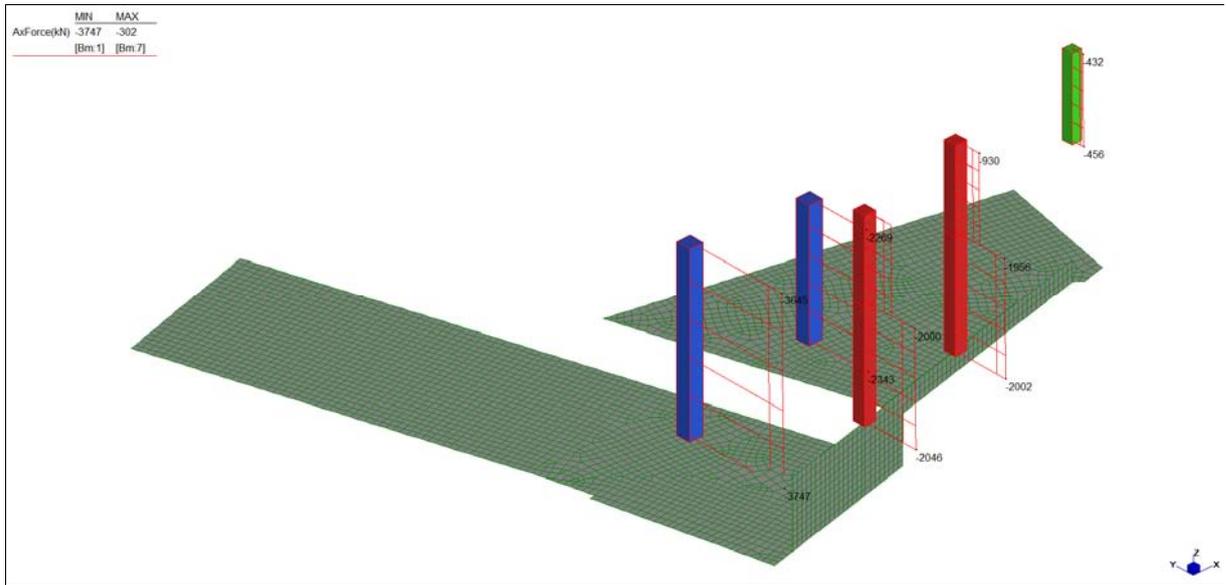
*Diagramma momenti M1\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )*



*Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )*

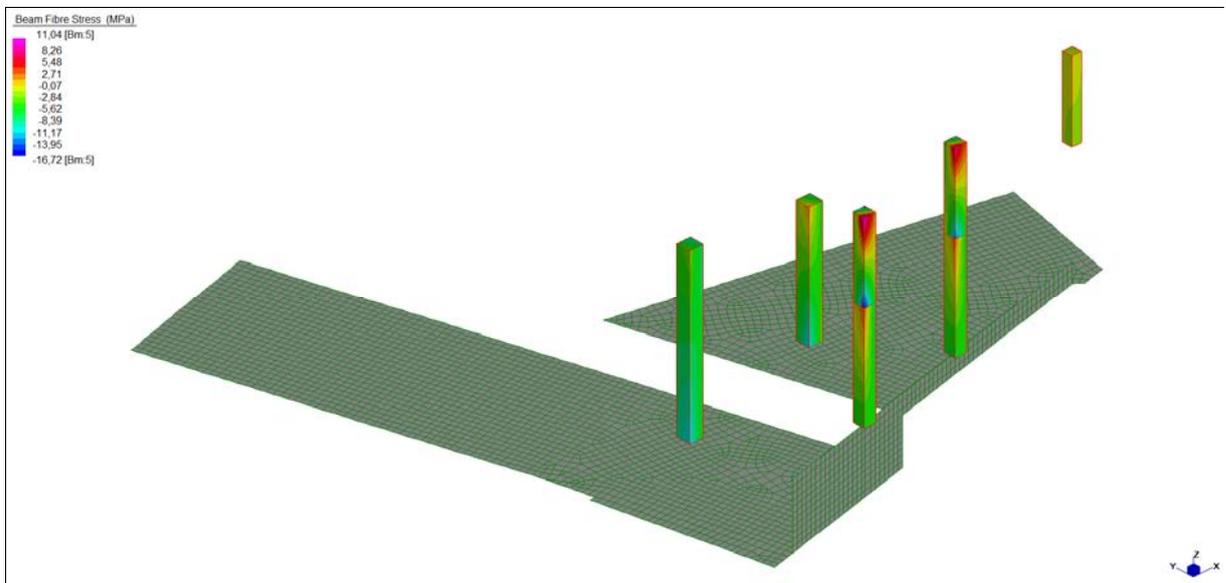
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Diagramma sforzo normale\_ ( Involuppo S.L.E. Rara. )*

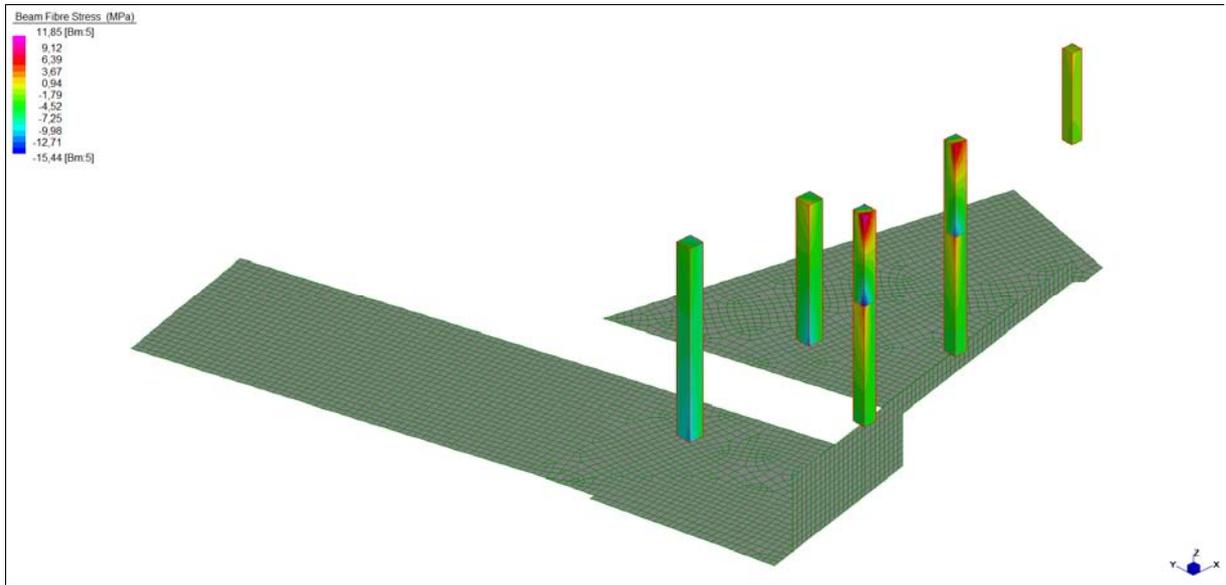
Grafici di combinazione SLE Quasi permanente



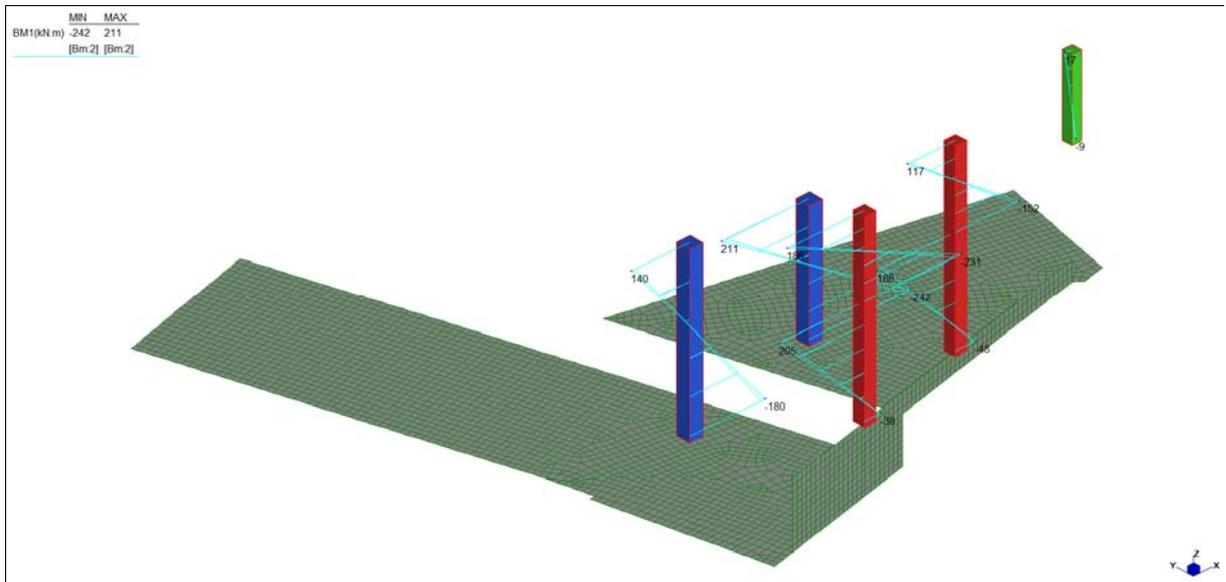
*Diagramma tensioni\_  $TF_{min}$  ( Involuppo S.L.E. Quasi permanente min )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



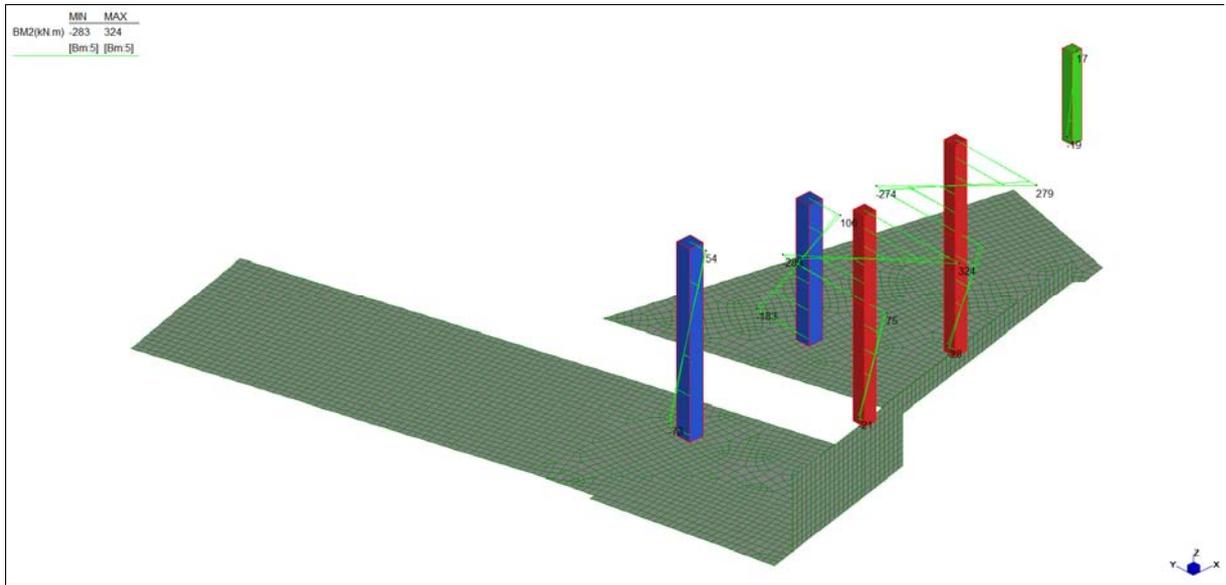
*Diagramma tensioni\_  $TF_{max}$  ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente max )*



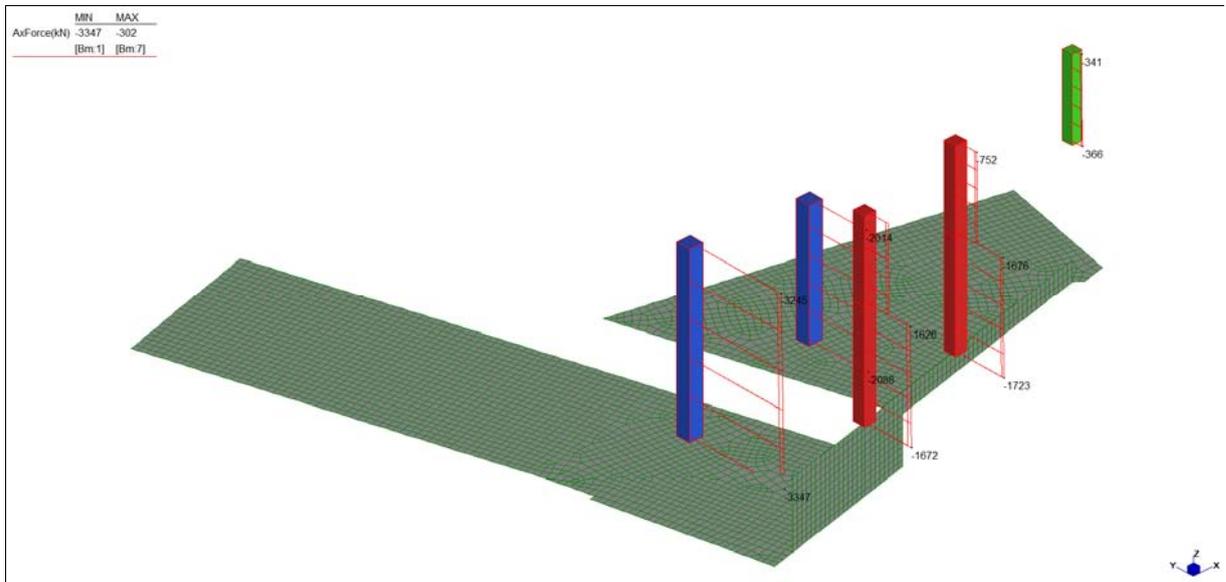
*Diagramma momenti  $M1_$  ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Diagramma momenti M2\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )*



*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A PRESSO - FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

		TF	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	ρ	VER
Pilastrini 70x70	TF min	-33,92	-896	-780	-2256	0,95	Si
	TF max	24,72	-896	-780	-2256	0,95	Si
	M1 max	-	-896	-780	-2256	0,95	Si
	M2 max	-	-896	-780	-2256	0,95	Si
	N min	-	-256	-114	-4980	0,23	Si
	N max	-	404	219	-922	0,38	Si
Pilastrini 65x65	TF min	-46,66	-716	-773	-1907	0,88	Si
	TF max	37,10	-565	-808	-381	0,87	Si
	M1 max	-	-716	-773	-1907	0,88	Si
	M2 max	-	-565	-808	-381	0,87	Si
	N min	-	-60	-326	-3862	0,25	Si
	N max	-	308	454	-317	0,48	Si
Pilastrino 50x50	TF min	-4,82	-13	-33	-653	0,12	Si
	TF max	4,53	63	33	-24	0,35	Si
	M1 max	-	63	33	-24	0,35	Si
	M2 max	-	-14	-36	-66	0,18	Si
	N min	-	-12	-33	-655	0,12	Si
	N max	-	63	33	-24	0,35	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Pilastrini*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  al di fuori della distanza  $d$  dal filo appoggio.

	Dir.	b	h	d	$A_c$	$A_{sl}$ (TESA)	k	$\rho_l$	$v_{min}$	$V_{Ed}$	$V_{Rd}$	Verifica
		cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Pilastrini 70x70	V1 max	70	70	63	4900	6Φ26	1,563	0,0072	0,369	-	228	Sì, vedi grafici
	V2 max	70	70	63	4900	6Φ26	1,563	0,0072	0,369	-	228	Sì, vedi grafici
Pilastrini 65x65	V1 max	65	65	58	4225	7Φ26	1,587	0,0099	0,377	-	219	Sì, vedi grafici
	V2 max	65	65	58	4225	7Φ26	1,587	0,0099	0,377	-	219	Sì, vedi grafici
Pilastrino 50x50	V1 max	50	50	43	2500	3Φ20	1,682	0,0044	0,412	21	101	Sì
	V2 max	50	50	43	2500	3Φ20	1,682	0,0044	0,412	22	101	Sì

	Dir.	b	h	d	$A_c$	$A_{sl}$ (TESA)	$\alpha$	$\vartheta$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	Verifica
		cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Pilastrini 70x70	V1 max	70	70	63	4900	Φ12/20 4 bracci	90	26,6	282	1002	1307	Sì
	V2 max	70	70	63	4900	Φ12/20 4 bracci	90	26,6	231	1002	1307	Sì
Pilastrini 65x65	V1 max	65	65	58	4225	Φ12/20 4 bracci	90	26,6	332	922	1118	Sì
	V2 max	65	65	58	4225	Φ12/20 4 bracci	90	26,6	392	922	1118	Sì
Pilastrino 50x50	V1 max	50	50	43	2500	Φ12/20 2 bracci	90	26,6	21	342	637	Sì
	V2 max	50	50	43	2500	Φ12/20 2 bracci	90	26,6	22	342	637	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_Pilastrini*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE**

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nei pilastri in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

PILASTRI (70x70)		PILASTRI (65x65)		PILASTRI (50x50)	
$N_{min}$ =	4980	kN/m	$N_{min}$ =	3862	kN/m
b =	70	cm	b =	65	cm
h =	70	cm	h =	65	cm
$A_c$ =	4900	cm <sup>2</sup>	$A_c$ =	4225	cm <sup>2</sup>
$R_{ck}$ =	35	MPa	$R_{ck}$ =	35	MPa
$f_{cd}$ =	16,46	MPa	$f_{cd}$ =	16,46	MPa
v =	0,617		v =	0,555	
C =	1,7		C =	1,7	
L =	760	cm	L =	760	cm
$\beta$ =	0,5		$\beta$ =	0,5	
$L_0$ =	380	cm	$L_0$ =	380	cm
$\rho$ =	20,21	cm	$\rho$ =	18,76	cm
$\lambda$ =	<b>18,81</b>		$\lambda$ =	<b>20,25</b>	
$\lambda_{lim}$ =	<b>33,32</b>		$\lambda_{lim}$ =	<b>35,13</b>	
Verifica	Si		Verifica	Si	
$N_{min}$ =	655	kN/m			
b =	50	cm			
h =	50	cm			
$A_c$ =	2500	cm <sup>2</sup>			
$R_{ck}$ =	35	MPa			
$f_{cd}$ =	16,46	MPa			
v =	0,159				
C =	1,7				
L =	326	cm			
$\beta$ =	0,5				
$L_0$ =	163	cm			
$\rho$ =	14,43	cm			
$\lambda$ =	<b>11,29</b>				
$\lambda_{lim}$ =	<b>65,62</b>				
Verifica	Si				

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Pilastri*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

	SLE Rara	TF	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	Armatura	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
		N/mm <sup>2</sup>	kNm	kNm	kN	As	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
Pilastrini 70x70	TF min	-13,26	-272	-213	-2343	20φ26	9,78	< 17,43	22	< 360
	TF max	3,98	-264	-206	-2081	20φ26	9,28	< 17,43	27	< 360
Pilastrini 65x65	TF min	-19,49	200	397	-1050	24φ26	12,29	< 17,43	135	< 360
	TF max	13,66	200	397	-1050	24φ26	12,29	< 17,43	135	< 360
Pilastrino 50x50	TF min	-3,53	18	20	-430	8φ20	3,05	< 17,43	0	< 360
	TF max	0,47	20	16	-310	8φ20	2,57	< 17,43	0	< 360

*Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Rara)\_ Pilastrini*

	SLE Q Perm	TF	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	Armatura	σ <sub>c</sub>	
		N/mm <sup>2</sup>	kNm	kNm	kN	As	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
Pilastrini 70x70	TF min	-11,69	-242	-183	-2088	20φ26	8,61	< 13,07
	TF max	3,18	-239	-183	-2052	20φ26	8,52	< 13,07
Pilastrini 65x65	TF min	-16,72	-231	-283	-877	24φ26	10,57	< 13,07
	TF max	11,85	-231	-283	-877	24φ26	10,57	< 13,07
Pilastrino 50x50	TF min	-2,93	16	17	-341	8φ20	2,53	< 13,07
	TF max	0,36	17	16	-304	8φ20	2,41	< 13,07

*Tabella verifica limitazioni tensioni (S.L.E. Quasi permanente)\_ Pilastrini*

## 14.10 TRAVE PARETE

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella trave parete (35x270) cm in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

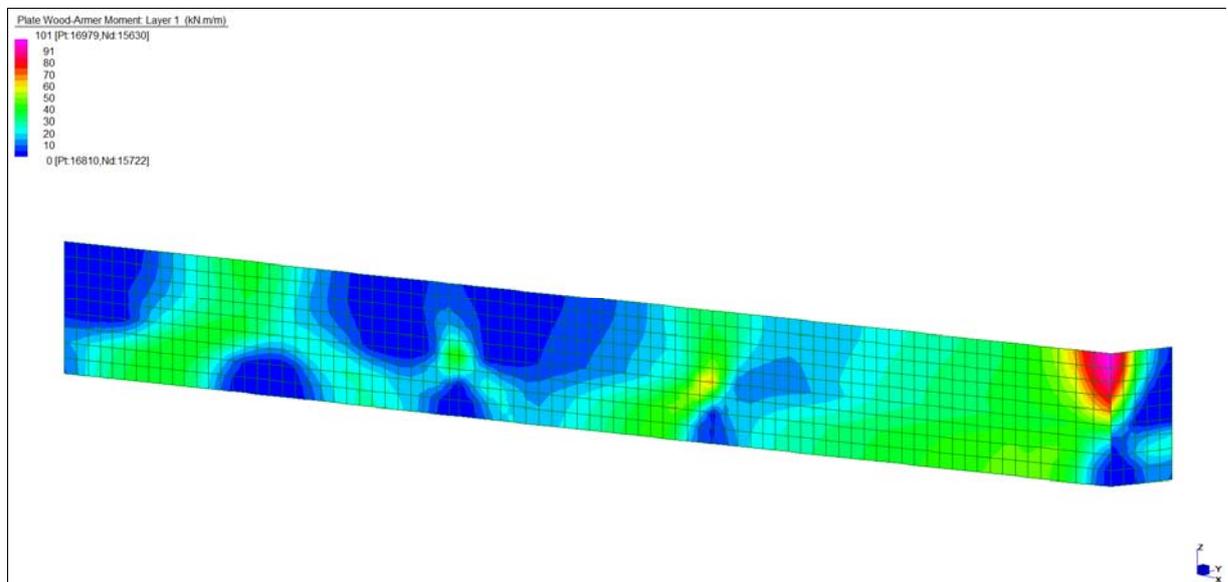
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

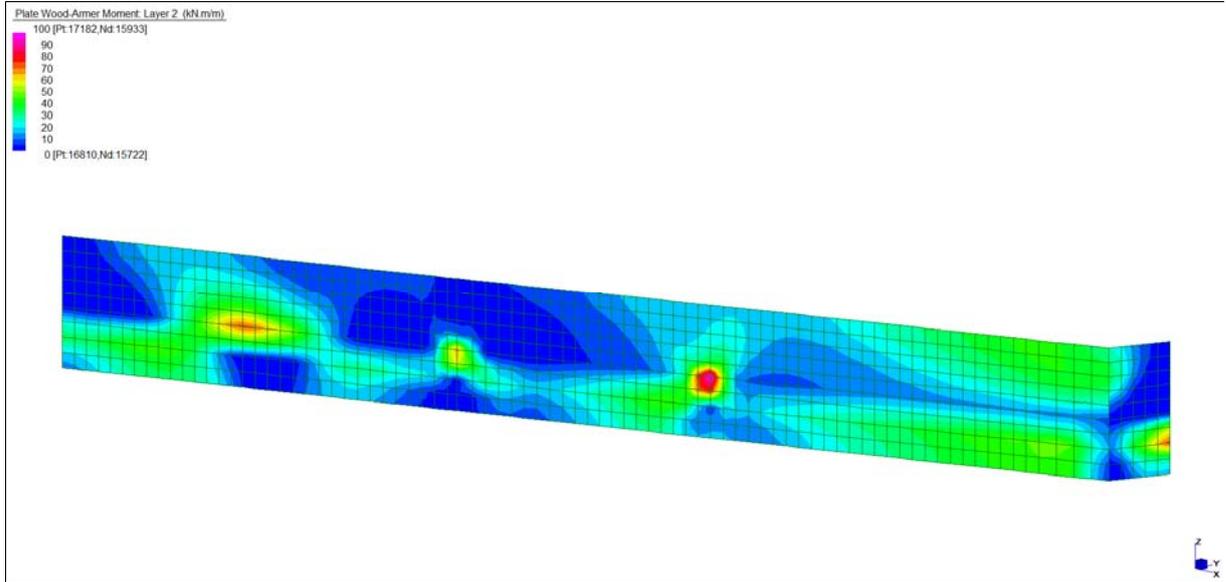
### Grafici di combinazione di SLU



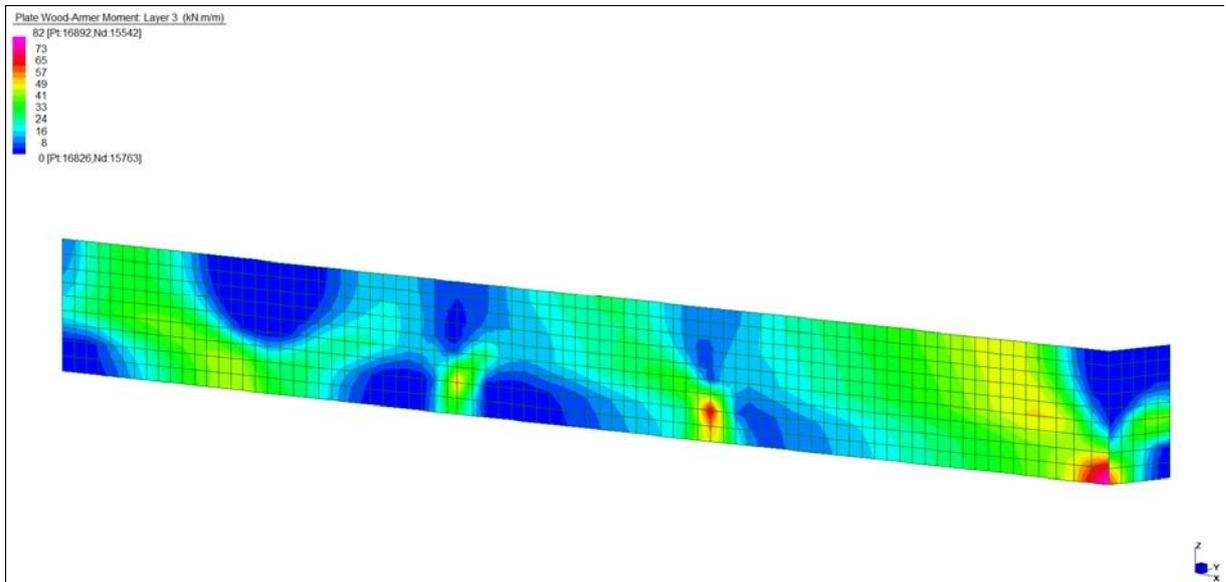
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato giunto (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



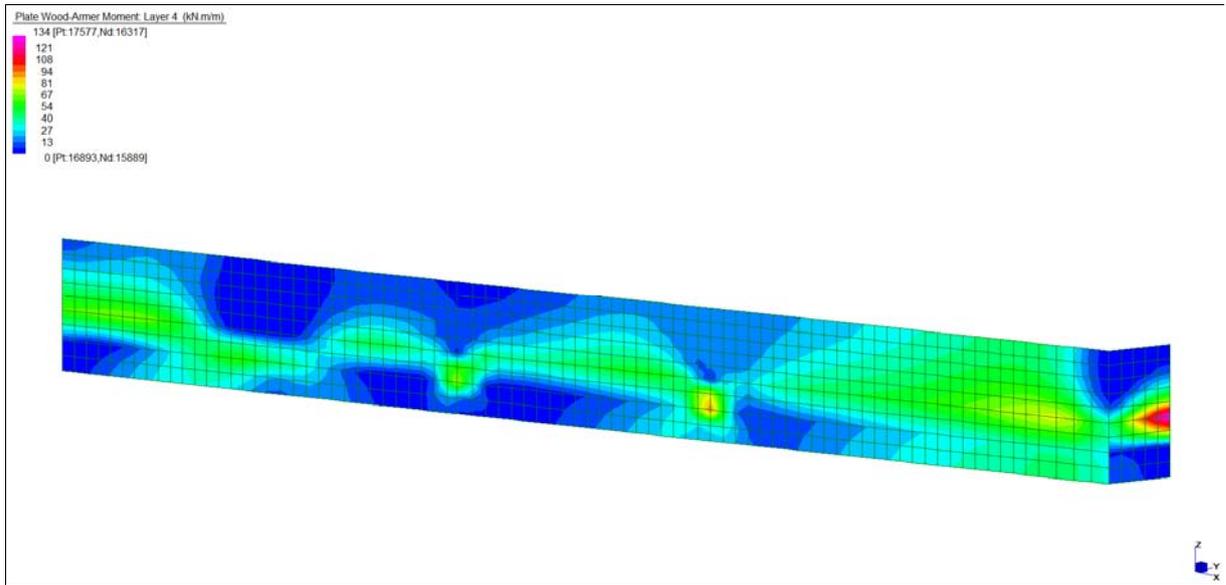
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato giunto (S.L.U.)*



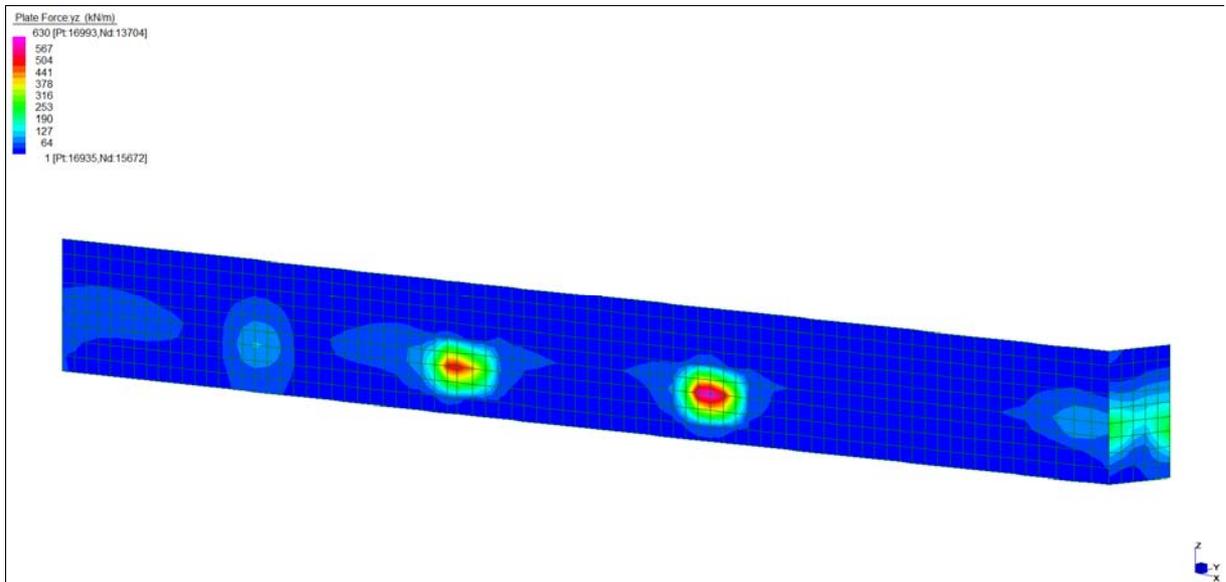
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



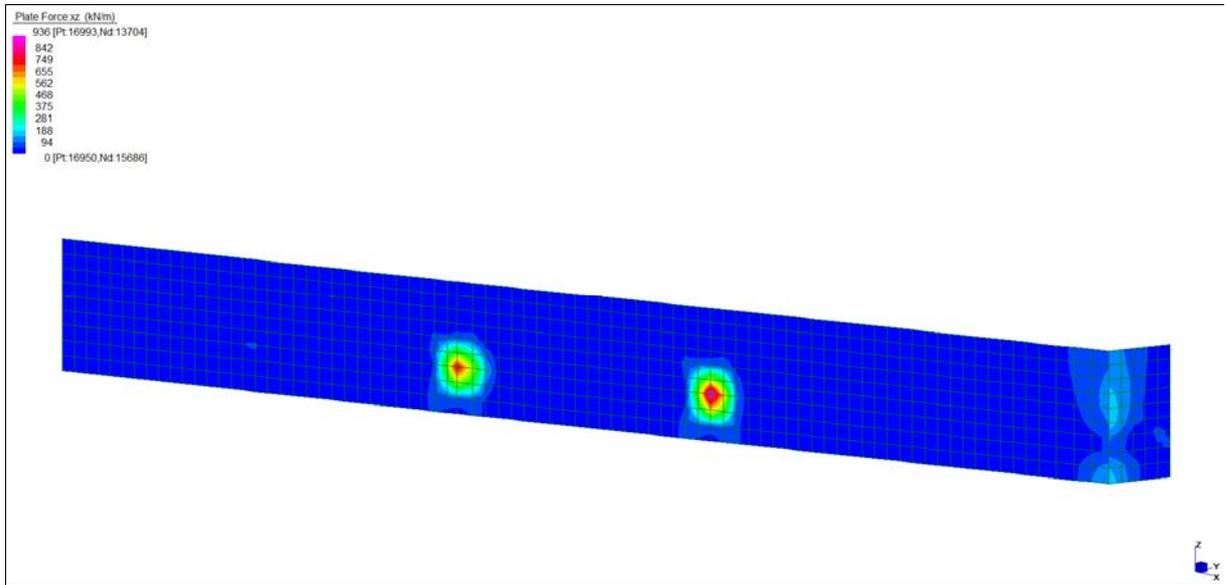
Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.U.)



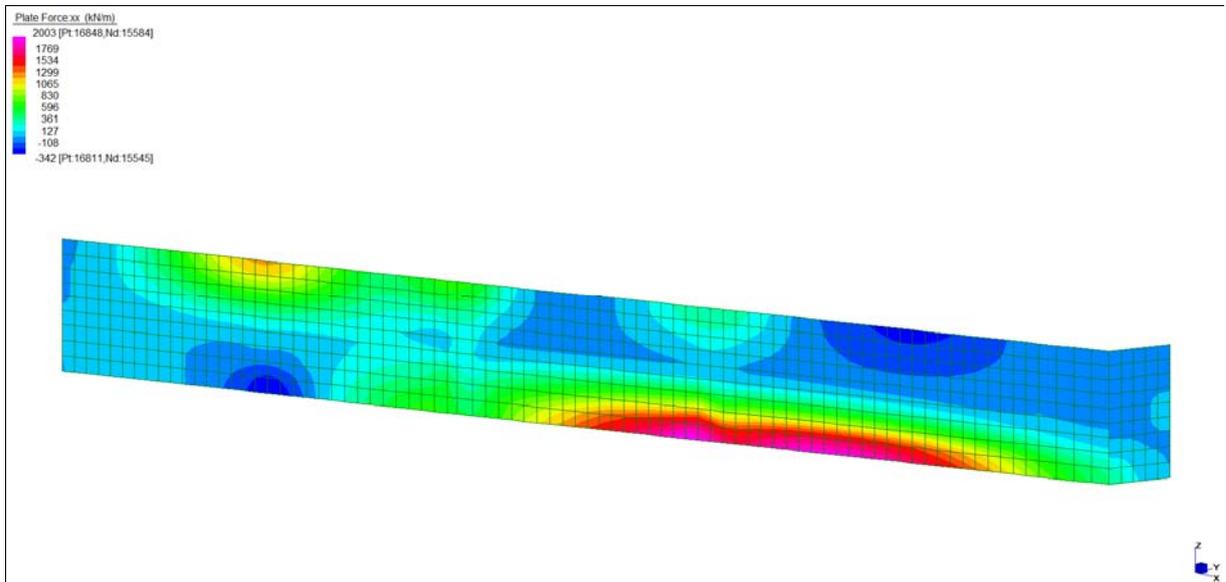
Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



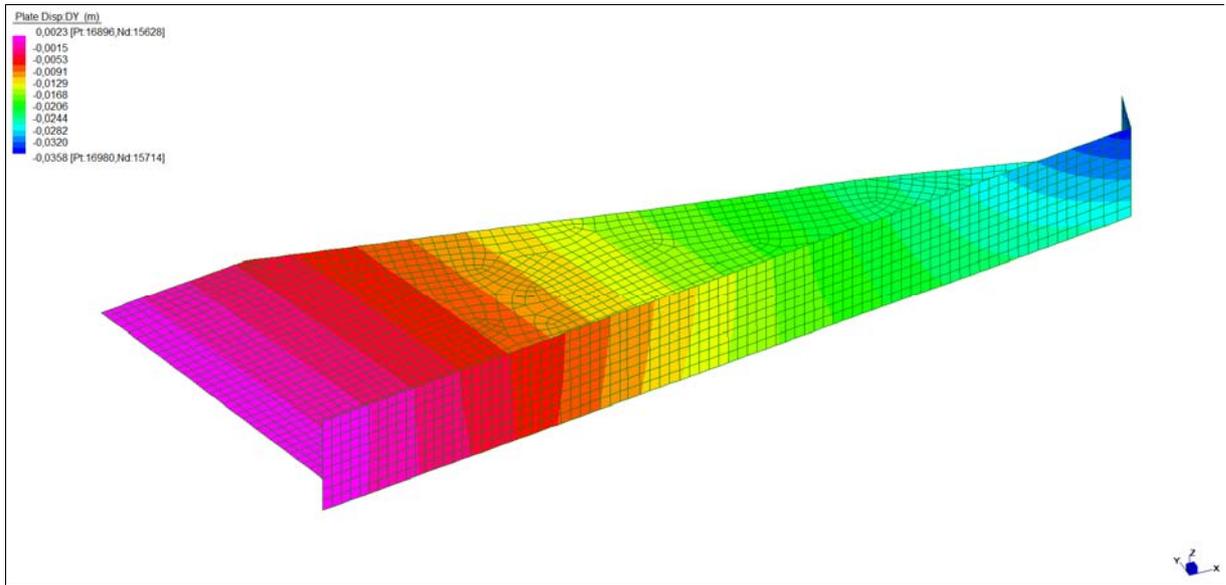
*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX,locale}$  (S.L.U.)*



*Sforzo di trazione orizzontale  $f_{XX,max,locale}$  (S.L.U.)*

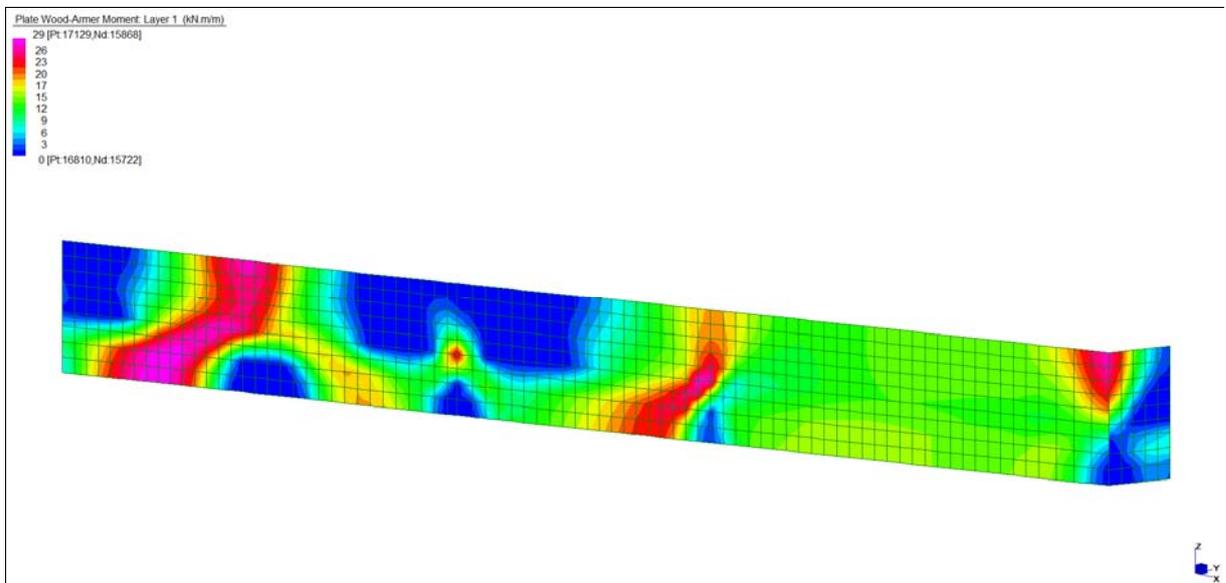
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Spostamento  $d_{Y \text{ MIN}}$  (ASSE UCS) (S.L.V. Sismico) \_\_Trave parete*

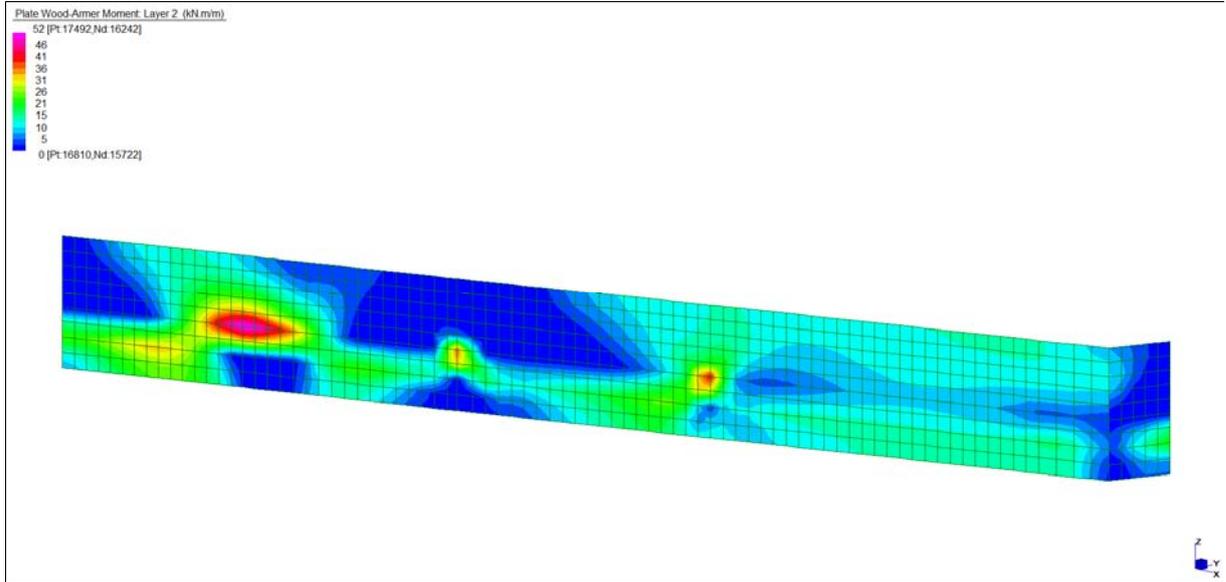
Grafici di combinazione RARA



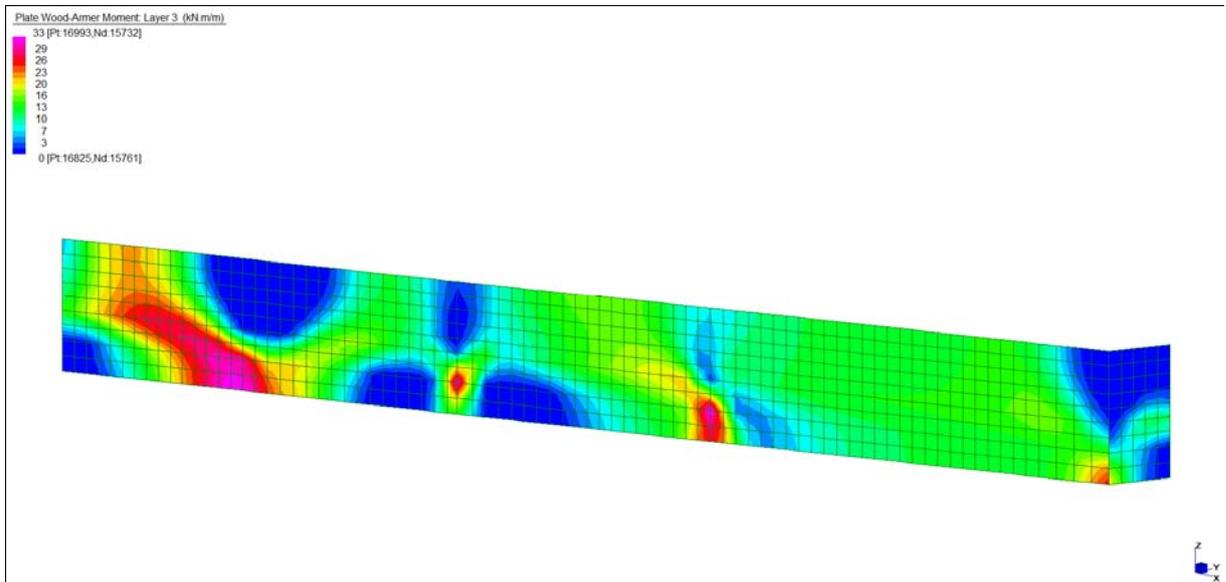
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato giunto (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



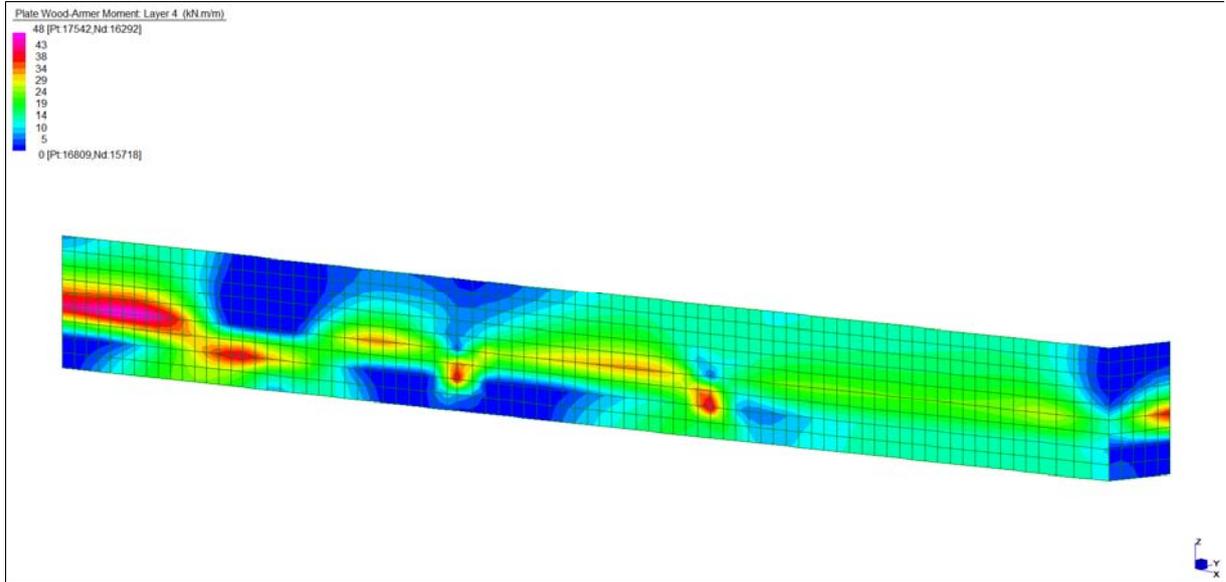
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato giunto (S.L.E. Rara)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.E. Rara)*

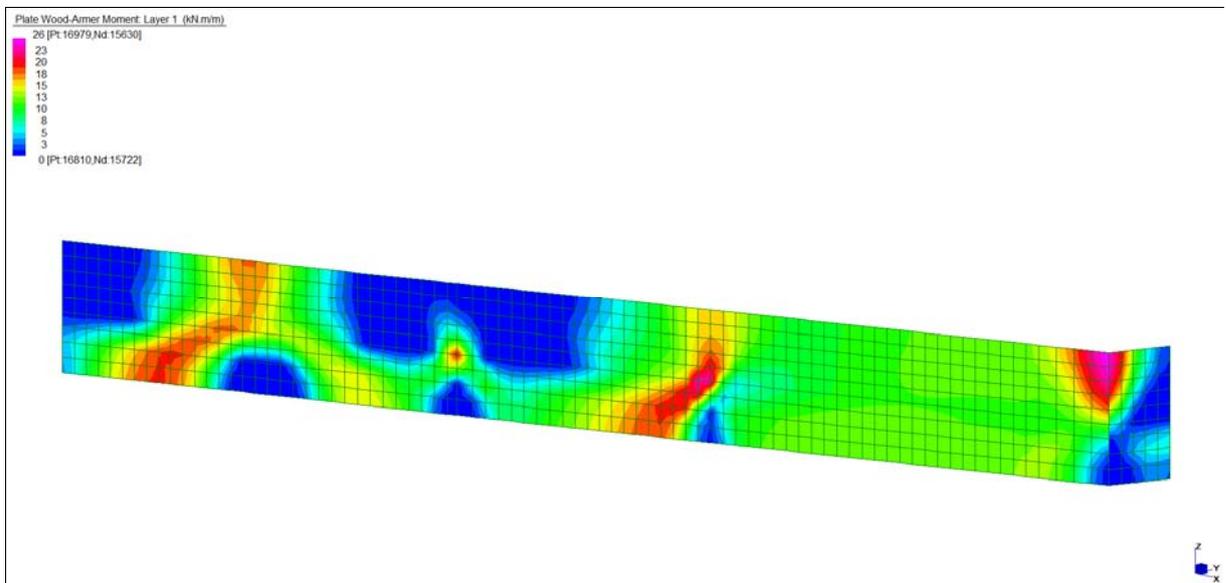
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.E. Rara)*

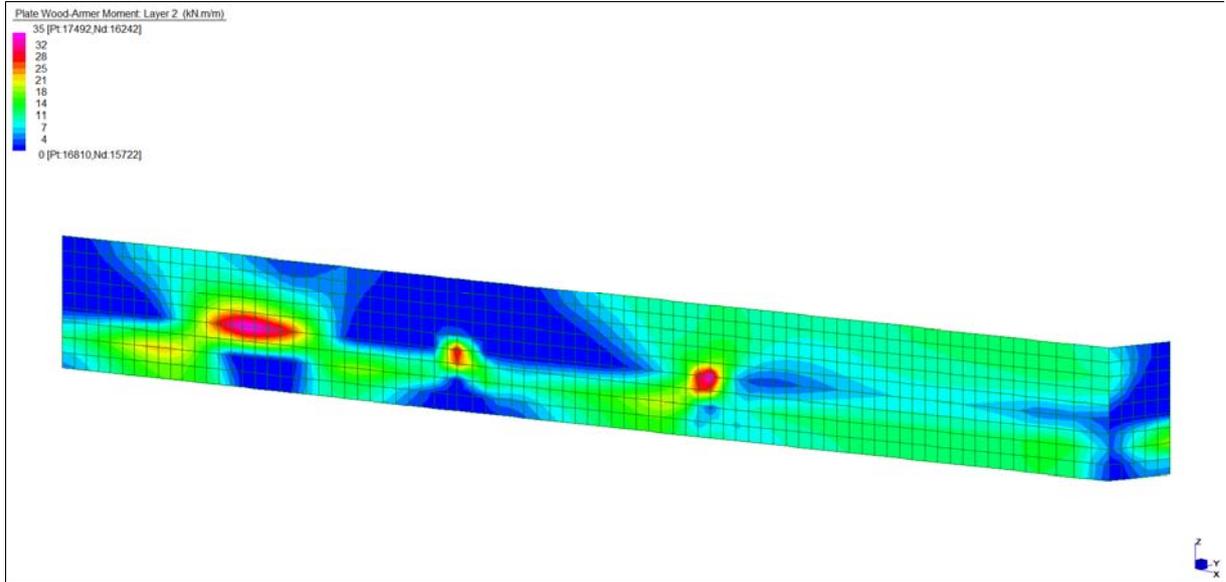
**Grafici di combinazione FREQUENTE**



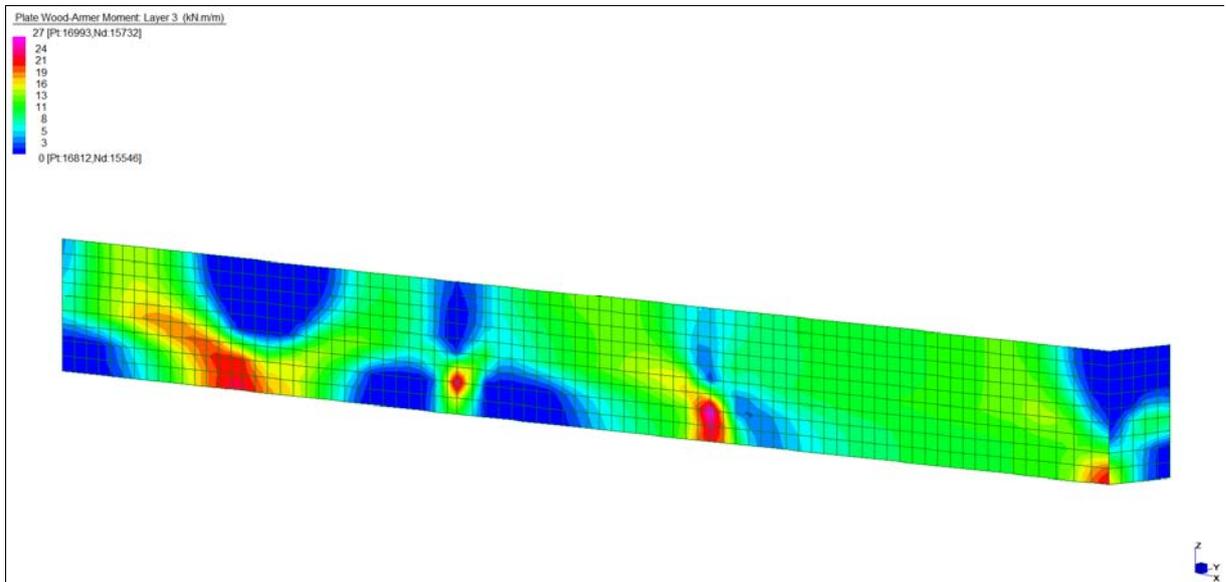
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato giunto (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



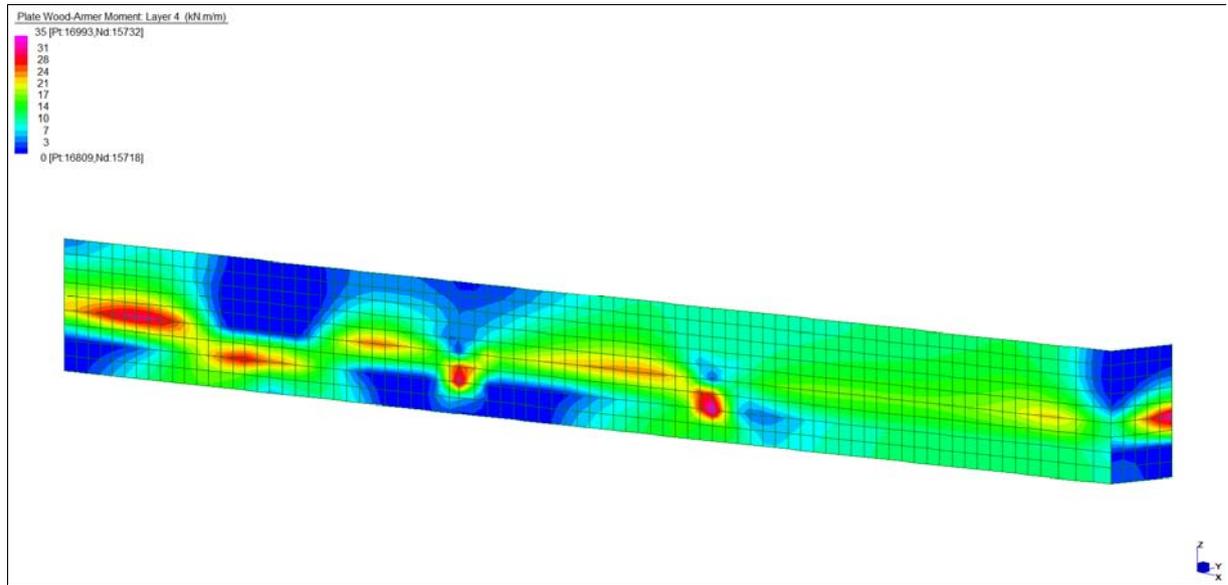
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato giunto (S.L.E. Frequente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.E. Frequente)*

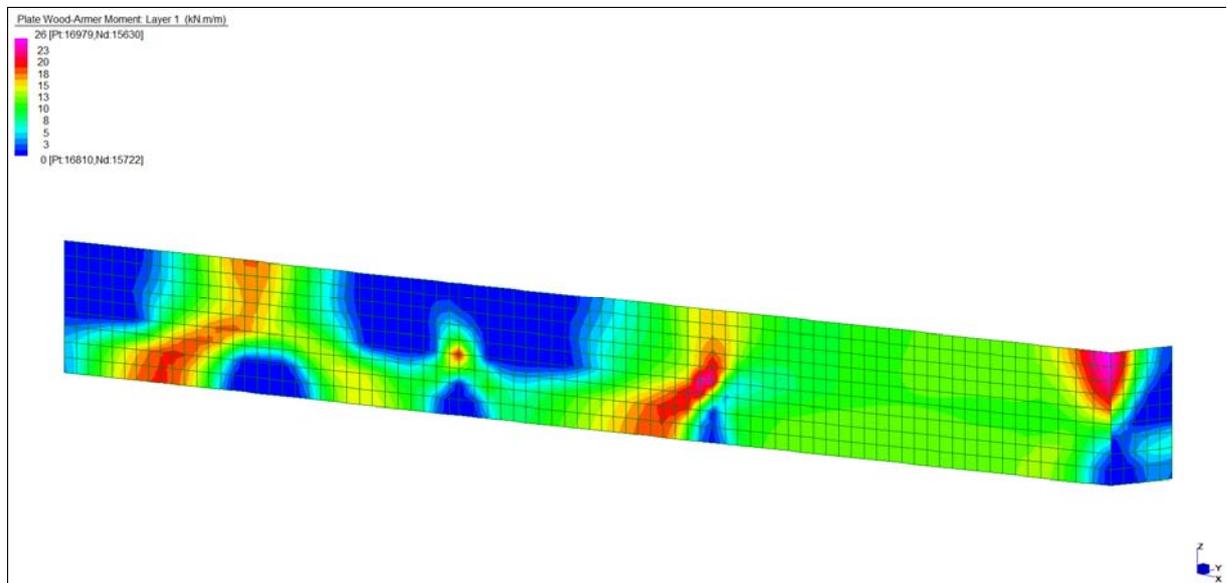
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.E. Frequente)*

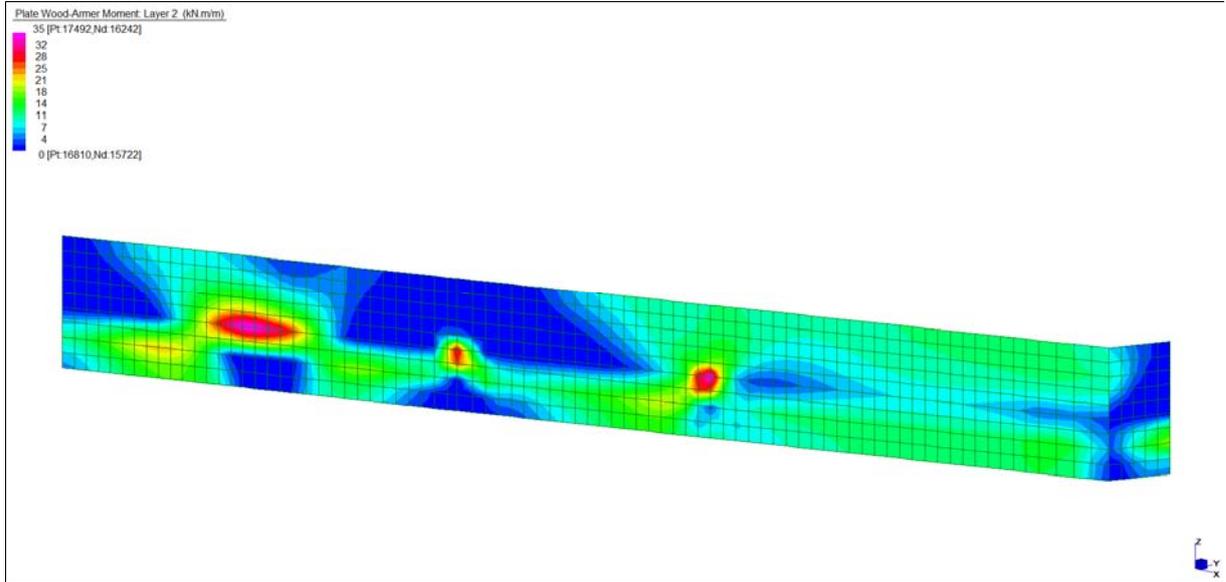
**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



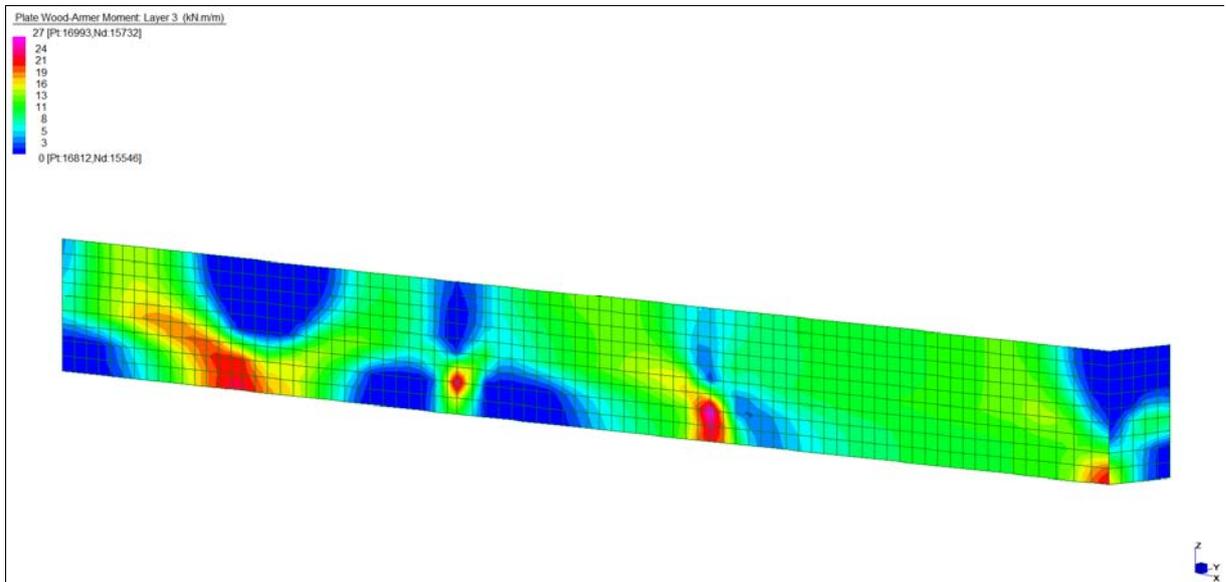
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato giunto (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



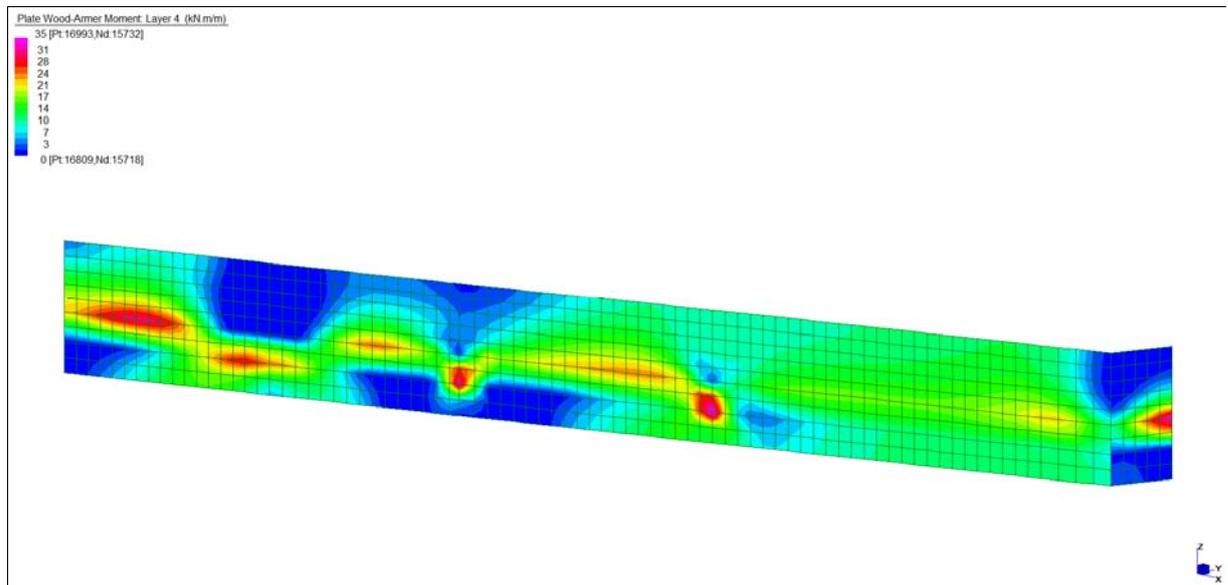
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato giunto (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
TRAVE PARETE (35x270)	Orizz	Giunto	1	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	95	97	Si
	Vert	Giunto	2	100	35	28	-	-	φ16/20	-	-	100	105	Si
	Orizz	Terra	3	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	82	97	Si
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ20/20	-	-	134	159	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Trave parete*

Fxx =	2003	kN/m	Sforzo di Trazione ad intradosso trave
H =	2,70	m	Altezza trave
Ted =	1352	kN	Trazione
fyd =	391,3	N/mm <sup>2</sup>	
As nec =	3455	mm <sup>2</sup>	Armatura longitudinale richiesta
As =	3717	mm <sup>2</sup>	Armatura longitudinale inserita
	7φ26		
Verifica	si		

*Determinazione armatura a trazione (S.L.U.)\_ Trave parete*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio  $V_{Rd}$  al di fuori della distanza  $d$  dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	$A_c$	$A_{sI}$ (TESA)	k	$\rho_l$	$v_{min}$	$V_{Ed}$	$V_{Rd}$	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	35	28	3500	Φ16/20	1,845	0,0036	0,473	-	135	Si, vedi grafici
Orizz (z-x loc)	100	35	26	3500	Φ16/20	1,877	0,0039	0,485	-	131	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	$A_c$	$A_{sI}$ (TESA)	$\alpha$	$\vartheta$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Vert (z-y loc)	100	35	28	3500	spilli Φ10/20/20	90	26,6	345	386	830	Si
Orizz (z-x loc)	100	35	26	3500	spilli Φ10/20/20	90	26,6	334	359	771	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Trave parete*

Trave 35x270	b	h	d	$A_c$	$A_{sI}$ (TESA)	k	$\rho_l$	$v_{min}$	$V_{Ed}$	$V_{Rd}$	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Taglio verticale	35	270	262	9450	3Φ26	1,276	0,0017	0,272	-	249	Si, vedi grafici

Trave 35x270	b	h	d	$A_c$	$A_{sI}$ (TESA)	$\alpha$	$\vartheta$	$V_{Ed}$	$V_{Rsd}$	$V_{Rcd}$	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Taglio verticale	35	270	262	9450	Φ12/20 2 bracci	90	26,6	1123	2083	2719	Si

*Tabella verifica a taglio verticale (S.L.U.)\_ Trave parete*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
TRAVE PARETE (35x270)	Orizz	Giunto	1	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	29	3,30	< 17,43	123	< 360
	Vert	Giunto	2	100	35	28	-	-	φ16/20	-	-	52	5,25	< 17,43	204	< 360
	Orizz	Terra	3	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	33	3,76	< 17,43	140	< 360
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ20/20	-	-	48	4,12	< 17,43	123	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
TRAVE PARETE (35x270)	Orizz	Giunto	1	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	26	0,11	< 0,40
	Vert	Giunto	2	100	35	28	-	-	φ16/20	-	-	40	0,14	< 0,40
	Orizz	Terra	3	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	28	0,12	< 0,40
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ20/20	-	-	37	0,08	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d'	Armatura			m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
TRAVE PARETE (35x270)	Orizz	Giunto	1	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	26	2,96	< 13,07	0,11	< 0,30
	Vert	Giunto	2	100	35	28	-	-	φ16/20	-	-	35	3,53	< 13,07	0,12	< 0,30
	Orizz	Terra	3	100	35	26	-	-	φ16/20	-	-	27	3,07	< 13,07	0,12	< 0,30
	Vert	Terra	4	100	35	28	-	-	φ20/20	-	-	35	3,00	< 13,07	0,07	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Trave parete*

## 15. VERIFICHE ELEMENTI PRINCIPALI (Raccordo 2)

Di seguito si riportano le verifiche degli elementi principali componenti la struttura:

### Raccordo 2

- 1) PLATEA  $sp = 100 \div 190$  cm;
- 2) SOLETTA DI COPERTURA  $sp = 80 \div 130$  cm;
- 3) MURO Q / MURO O  $sp = 90 \div 180$  cm;
- 4) MURO P  $sp = 50 \div 95$  cm;
- 5) MURO DI CONTENIMENTO  $sp = 100$  cm;
- 6) MURO SU GIUNTO  $sp = 50$  cm;
- 7) PILASTRO (70x70) cm;

## 15.1 PLATEA

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella platea di fondazione in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

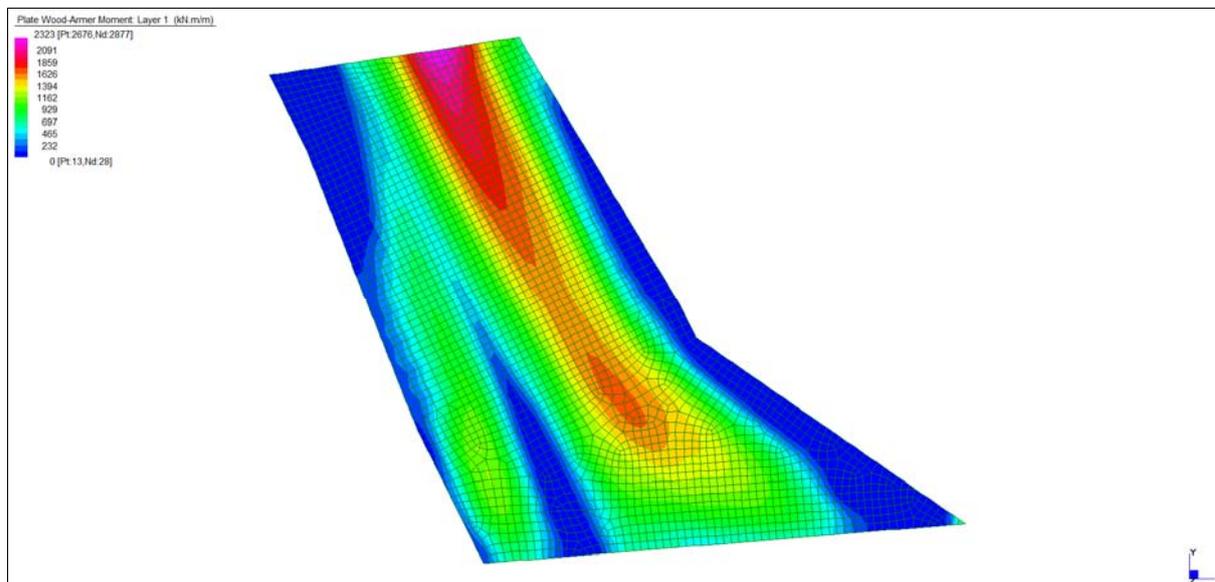
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

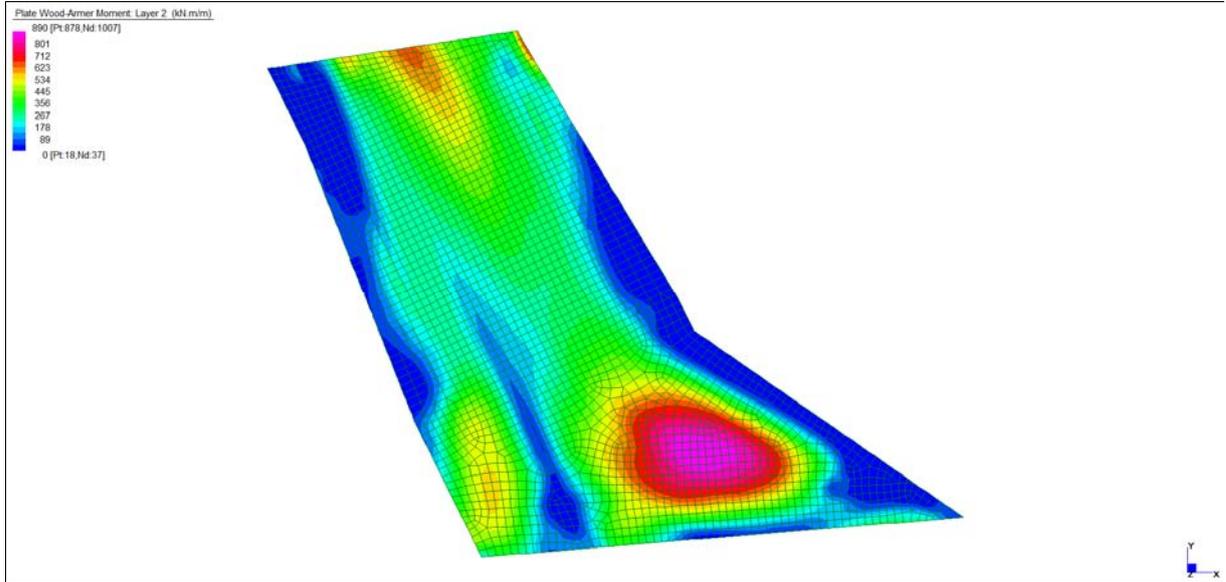
### Grafici di combinazione di SLU



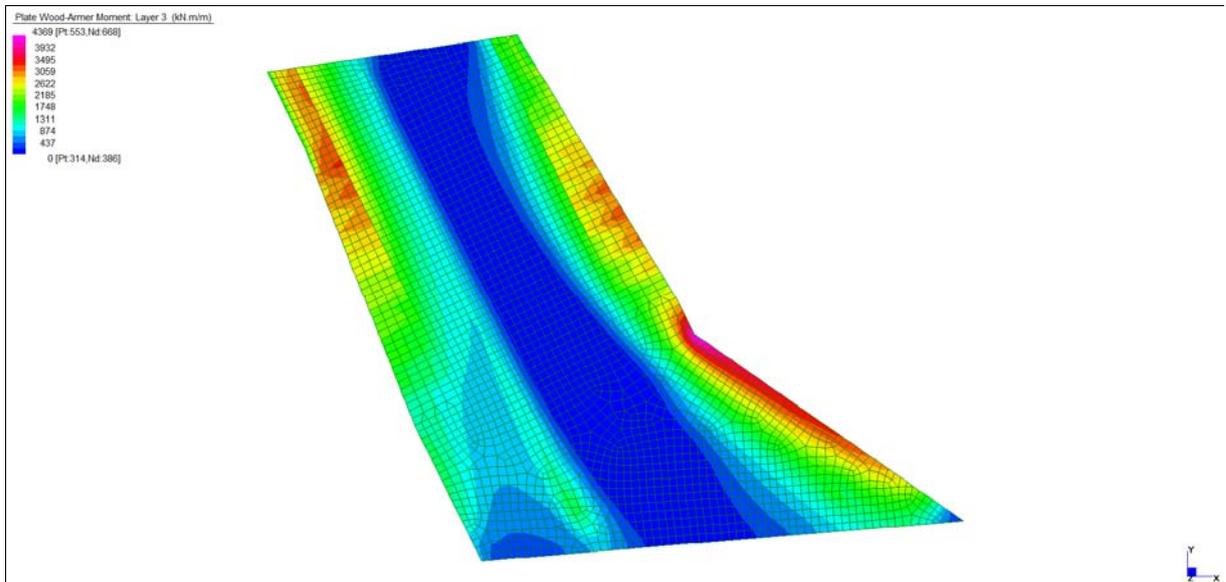
*Layer 1 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



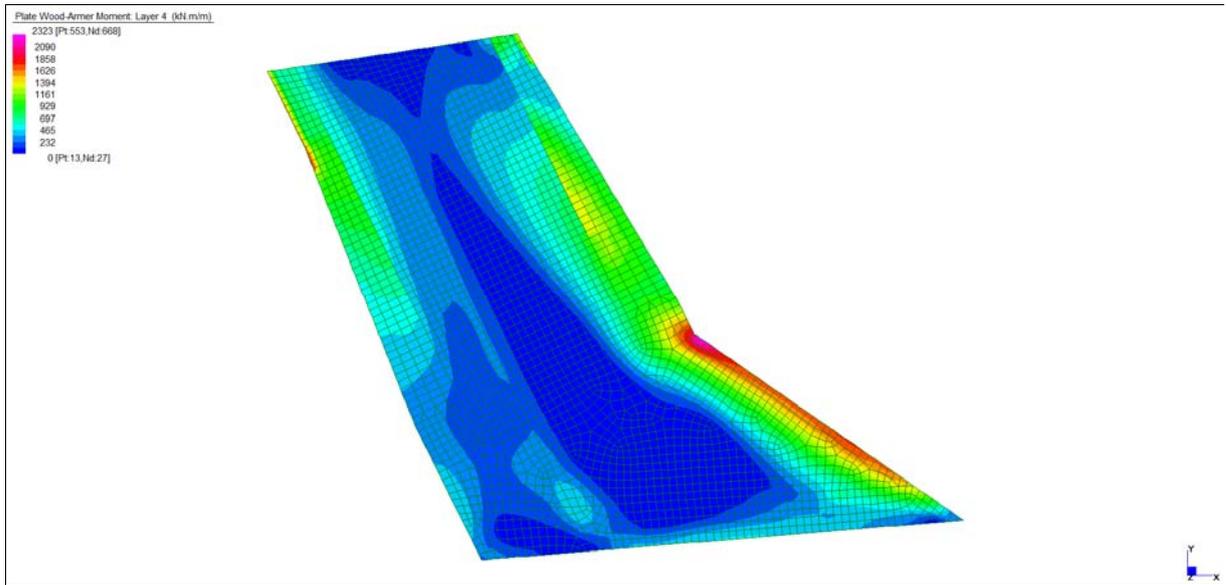
*Layer 2 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



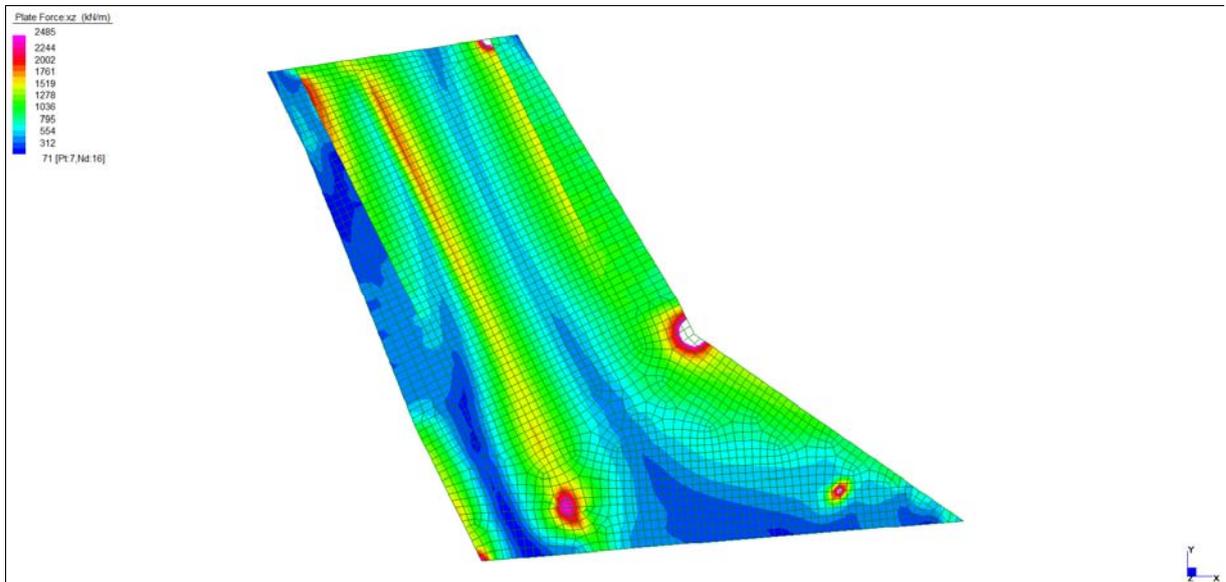
*Layer 3 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



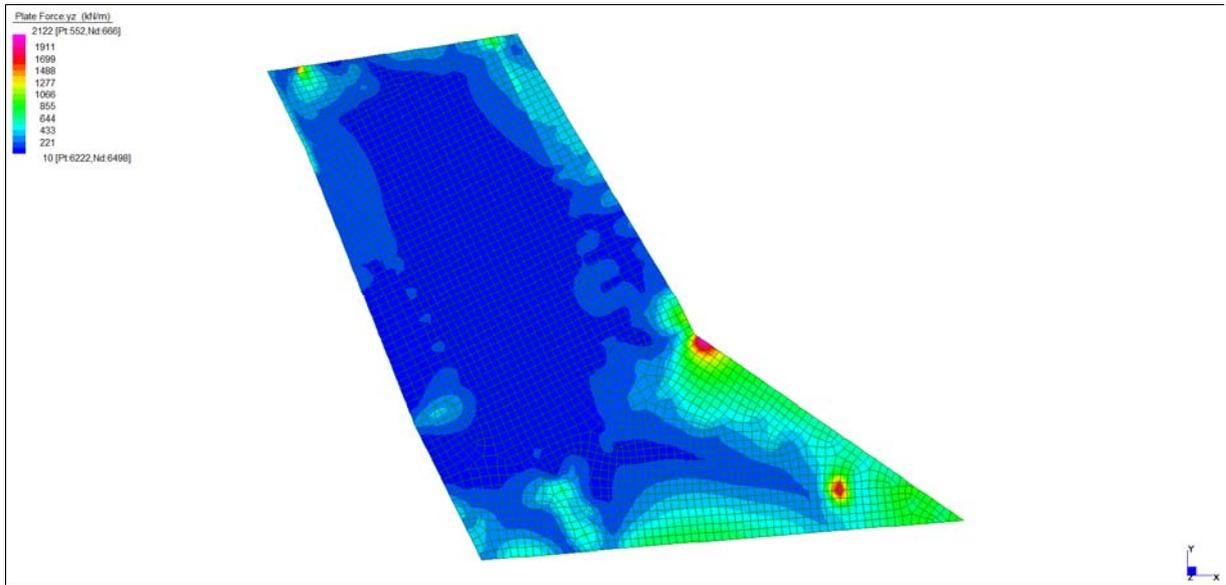
*Layer 4 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



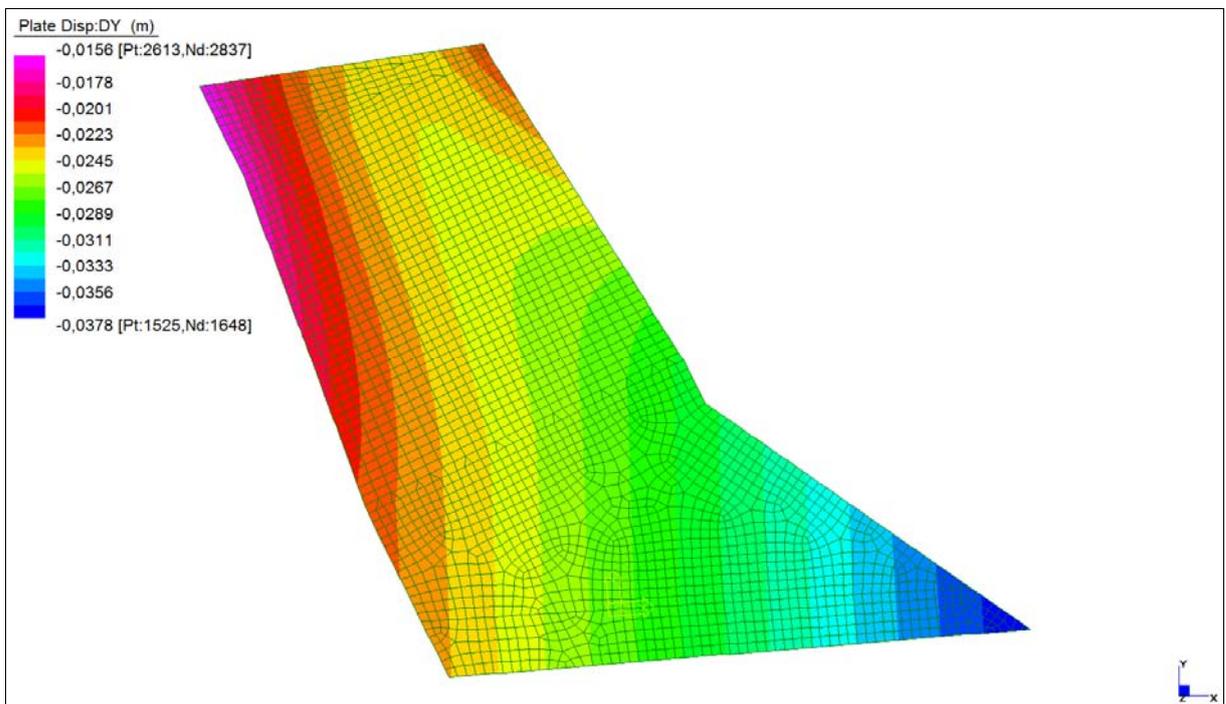
*Sforzo di taglio dir.X\_VZX\_locale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio dir.Y\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

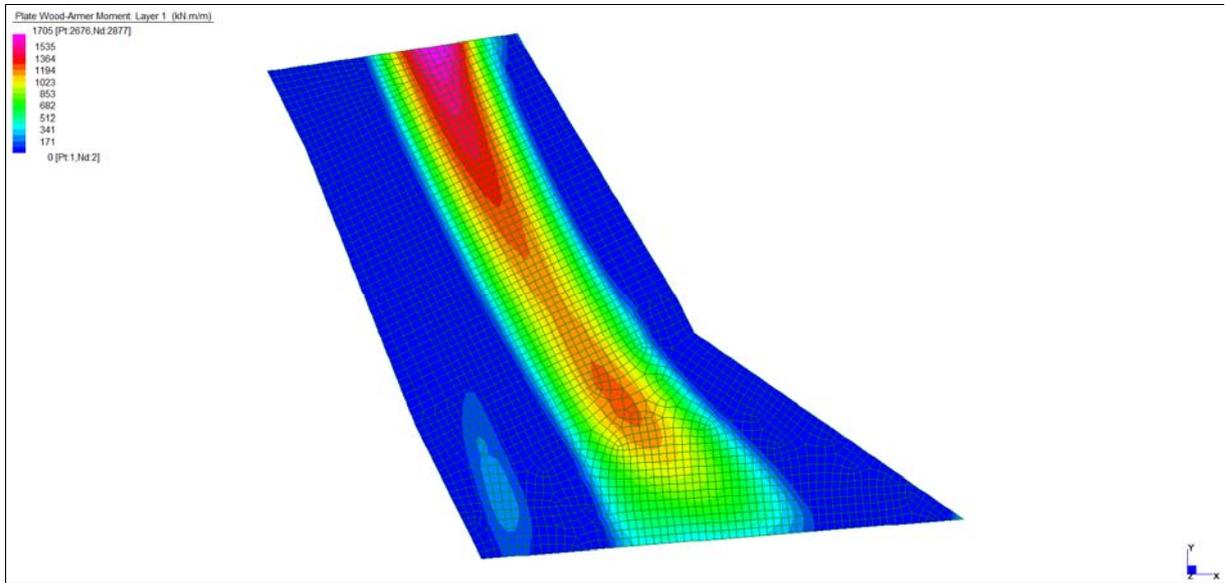


*Spostamento  $d_{Y \min}$  locale (S.L.V. Sismico) \_\_ Platea (livello 670 m)*

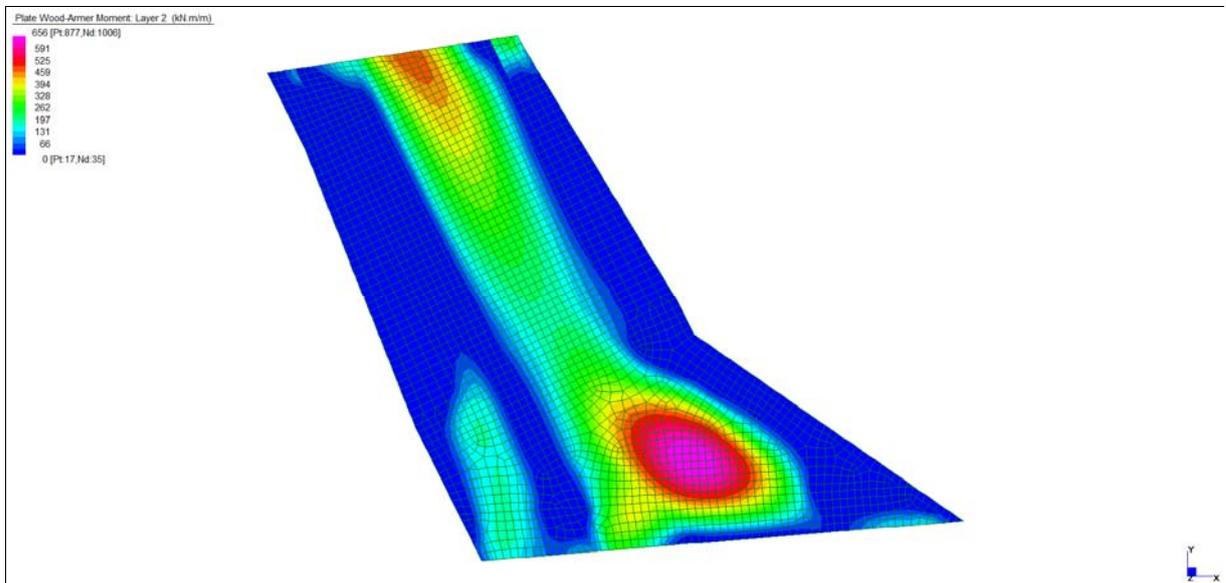
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



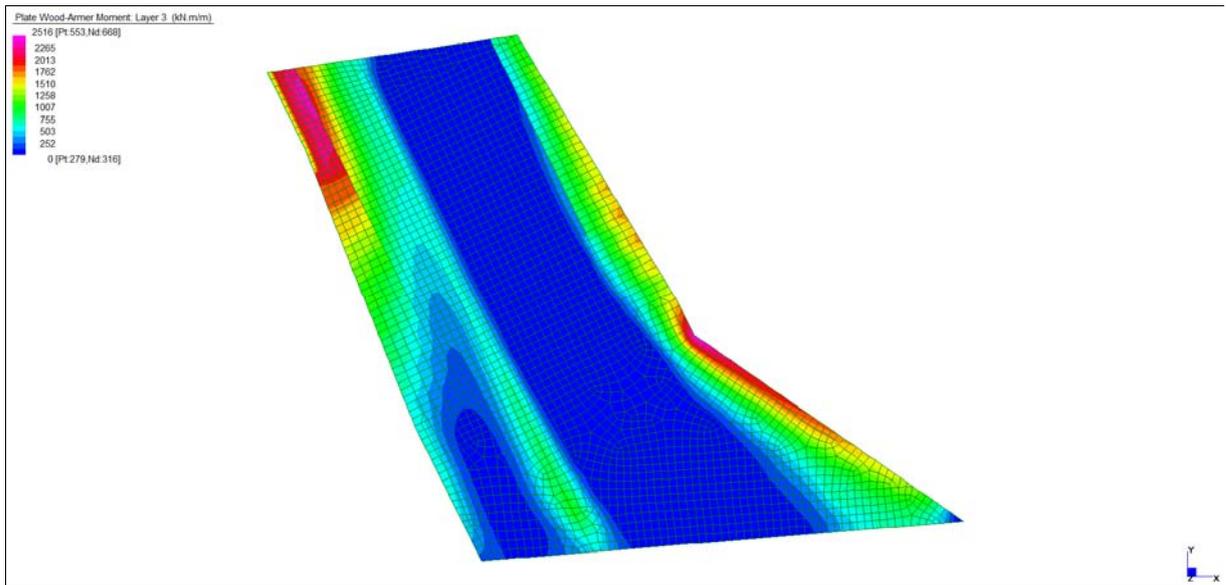
*Layer 1 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*



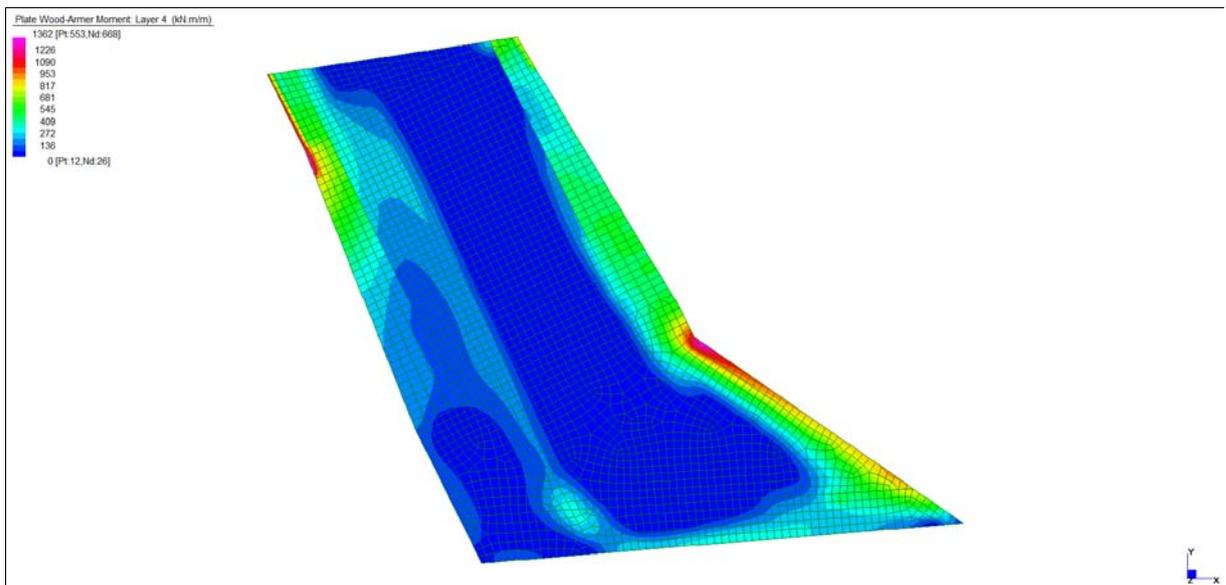
*Layer 2 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*

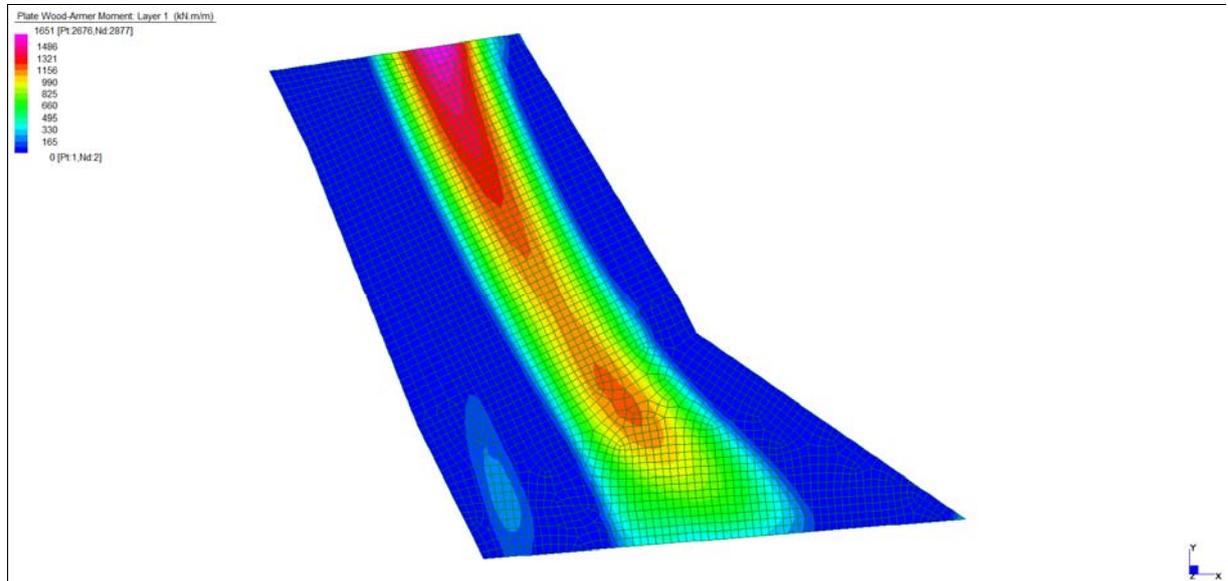


*Layer 4 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*

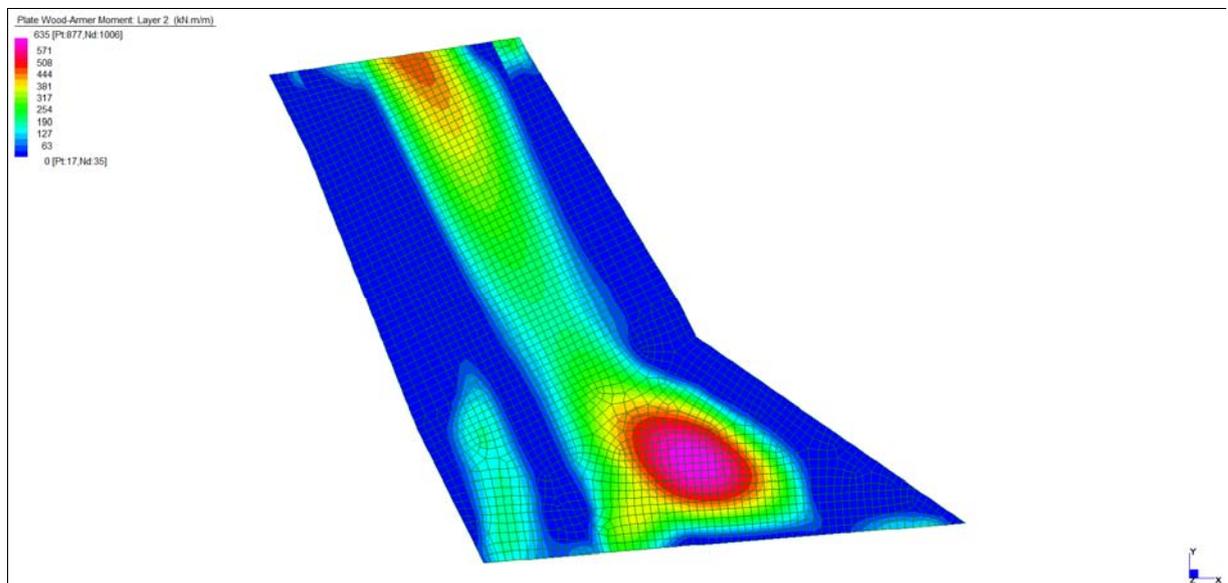
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



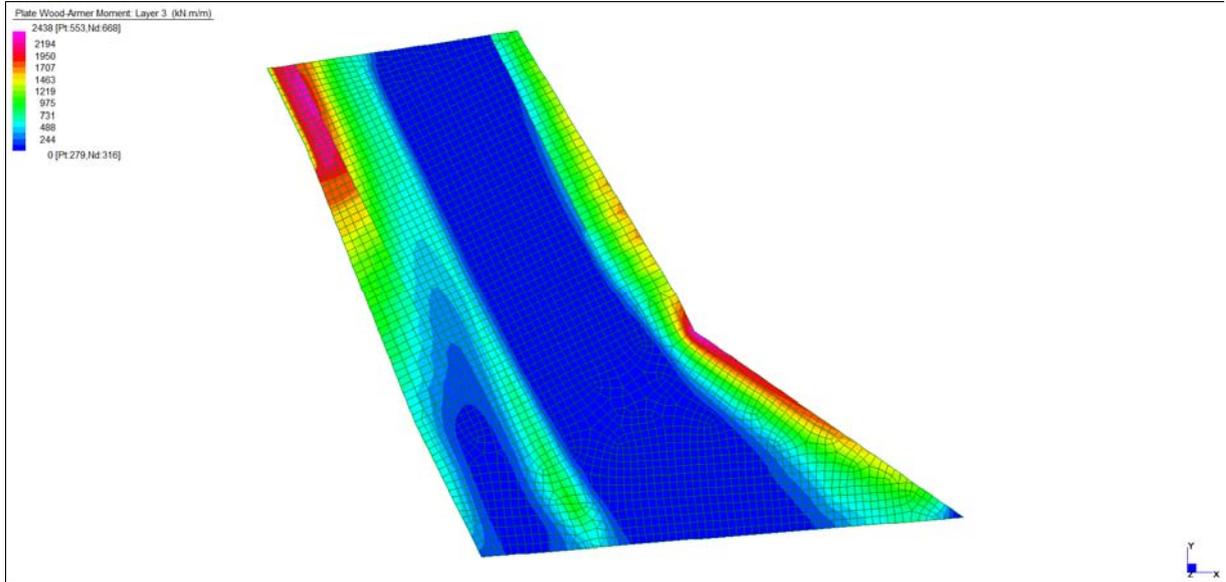
*Layer 1 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)*



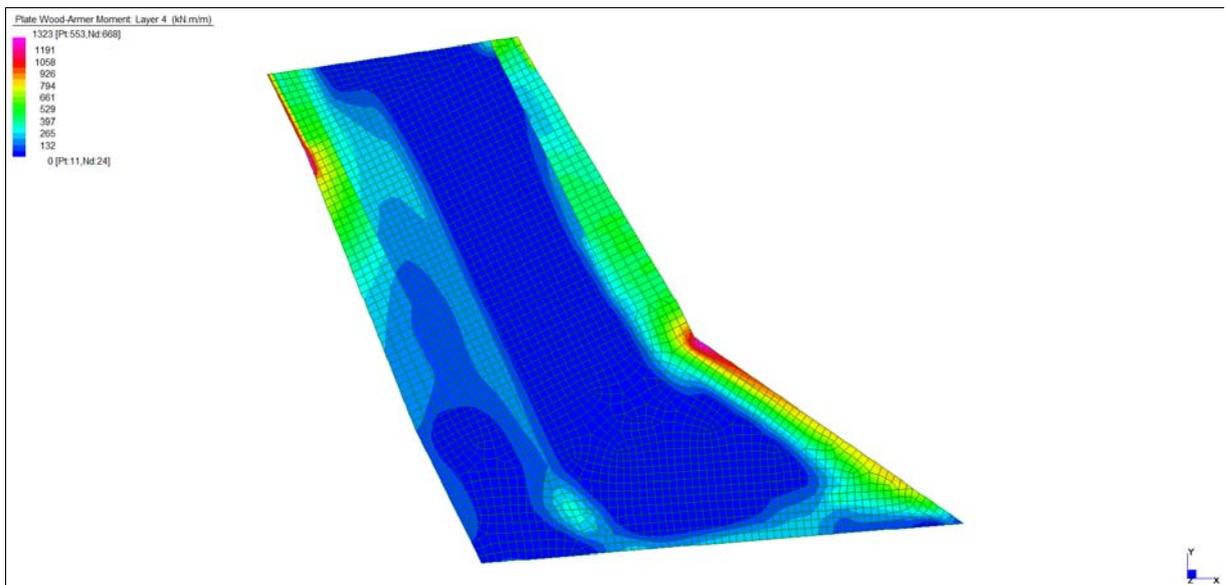
*Layer 2 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)*

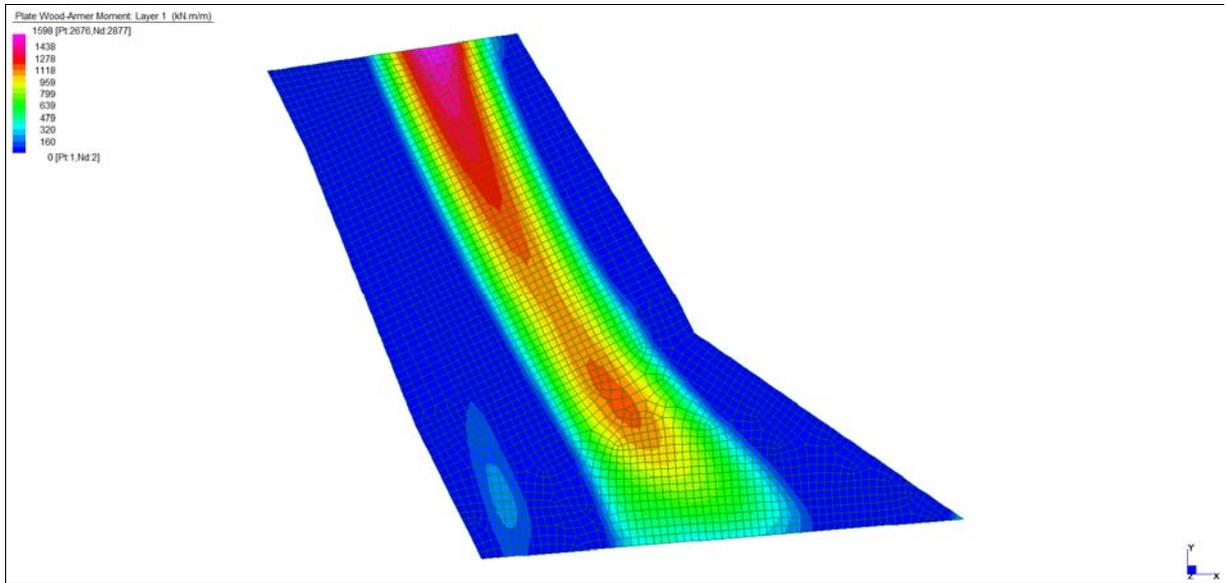


*Layer 4 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)*

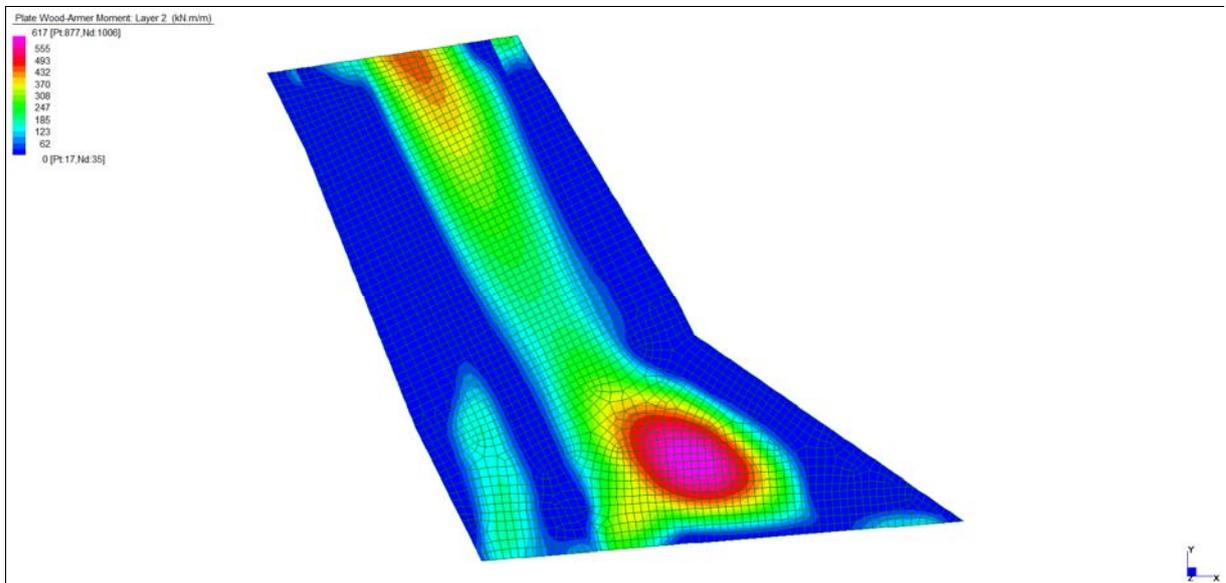
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



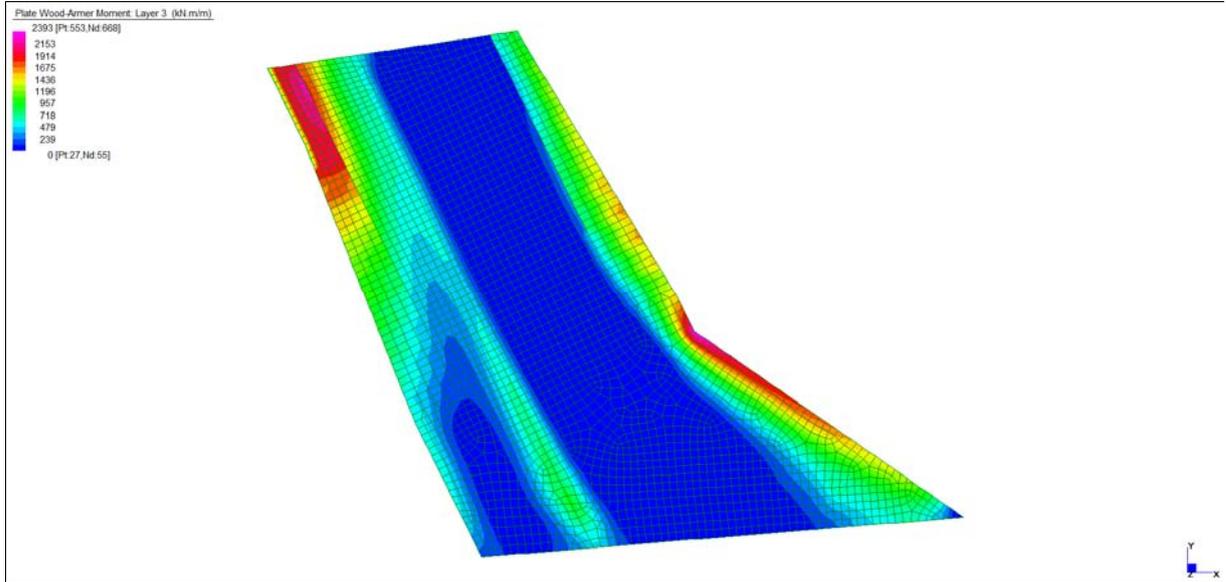
*Layer 1 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



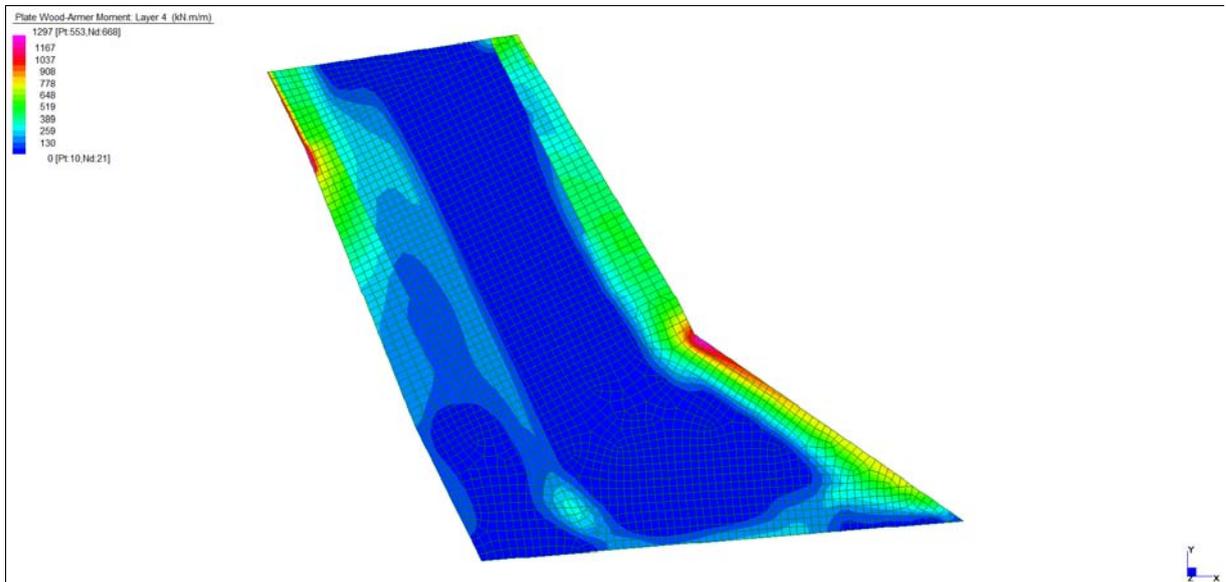
*Layer 2 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



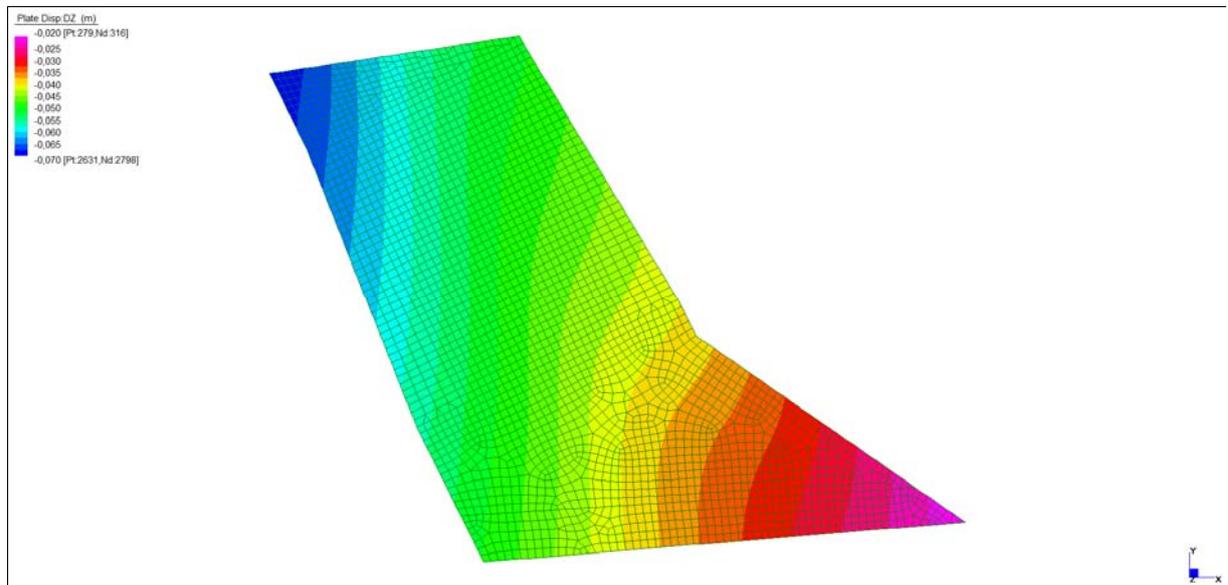
*Layer 3 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Spostamento  $dz_{min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
PLATEA	X-X	Superiore	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	2323	3222	Si
	Y-Y	Superiore	2	100	100	91	-	-	-	φ22/10	-	-	-	890	1282	Si
	X-X	Inferiore	3	100	100	93	89	86	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/10	4369	4671	Si
	Y-Y	Inferiore	4	100	100	91	86	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	2323	3118	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Platea*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Z-X loc	100	100	93	10000	φ26/10	1,464	0,0114	0,334	-	524	Si, vedi grafici
Z-Y loc	100	100	91	10000	φ26/10	1,469	0,0058	0,336	-	412	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϕ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN/m	kN/m	kN/m	
Z-X loc	100	100	93	10000	spilli φ12/20/10	90	26,6	2485	3698	2758	Si
Z-Y loc	100	100	91	10000	spilli φ12/20/10	90	26,6	2122	3619	2698	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Platea*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
PLATEA	X-X	Superiore	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1705	10,92	< 17,43	215	< 360
	Y-Y	Superiore	2	100	100	91	-	-	-	φ22/10	-	-	-	656	5,92	< 17,43	210	< 360
	X-X	Inferiore	3	100	100	93	89	86	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/10	2516	12,92	< 17,43	224	< 360
	Y-Y	Inferiore	4	100	100	91	86	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1362	8,70	< 17,43	179	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	mm
PLATEA	X-X	Superiore	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1651	0,25	< 0,40
	Y-Y	Superiore	2	100	100	91	-	-	-	φ22/10	-	-	-	635	0,26	< 0,40
	X-X	Inferiore	3	100	100	93	89	86	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/10	2438	0,26	< 0,40
	Y-Y	Inferiore	4	100	100	91	86	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1323	0,25	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm
PLATEA	X-X	Superiore	1	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1598	10,23	< 13,07	0,24	< 0,30
	Y-Y	Superiore	2	100	100	91	-	-	-	φ22/10	-	-	-	617	5,57	< 13,07	0,24	< 0,30
	X-X	Inferiore	3	100	100	93	89	86	7	φ26/10	φ26/10	φ26/10	φ20/10	2393	12,29	< 13,07	0,25	< 0,30
	Y-Y	Inferiore	4	100	100	91	86	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	1297	8,70	< 13,07	0,25	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.) – Platea*

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

## 15.2 SOLETTA DI COPERTURA

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nella soletta di copertura in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

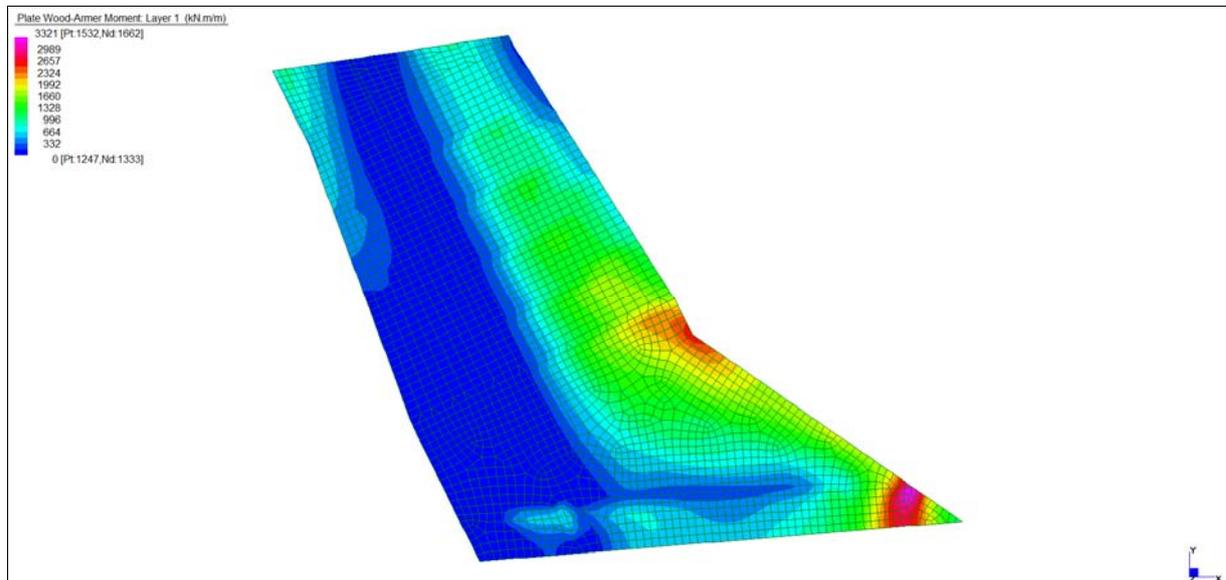
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

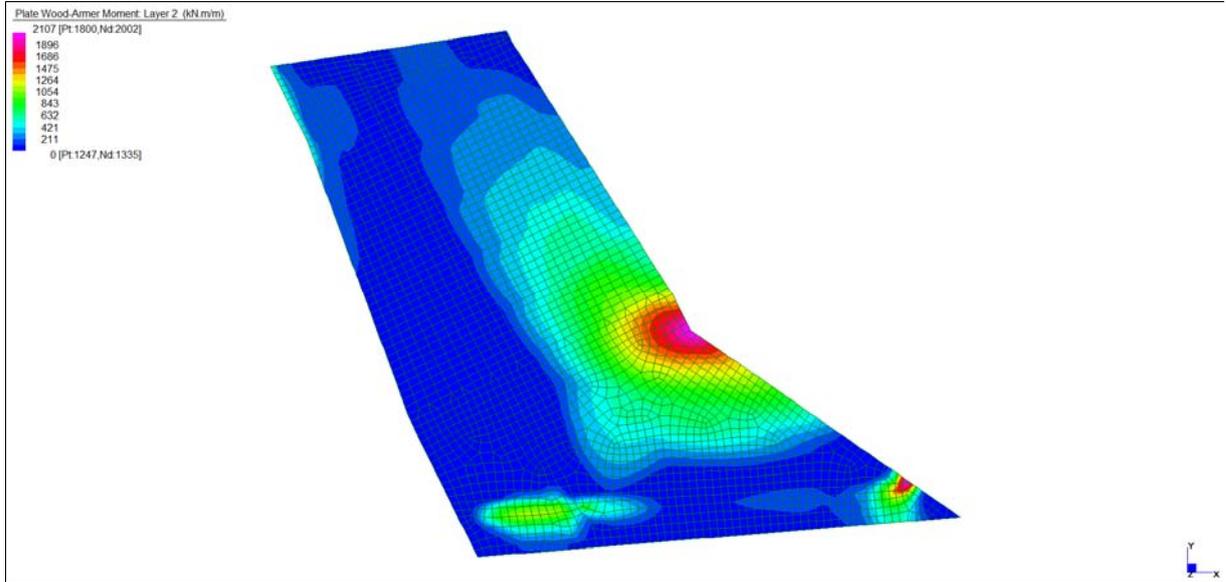
### Grafici di combinazione di SLU



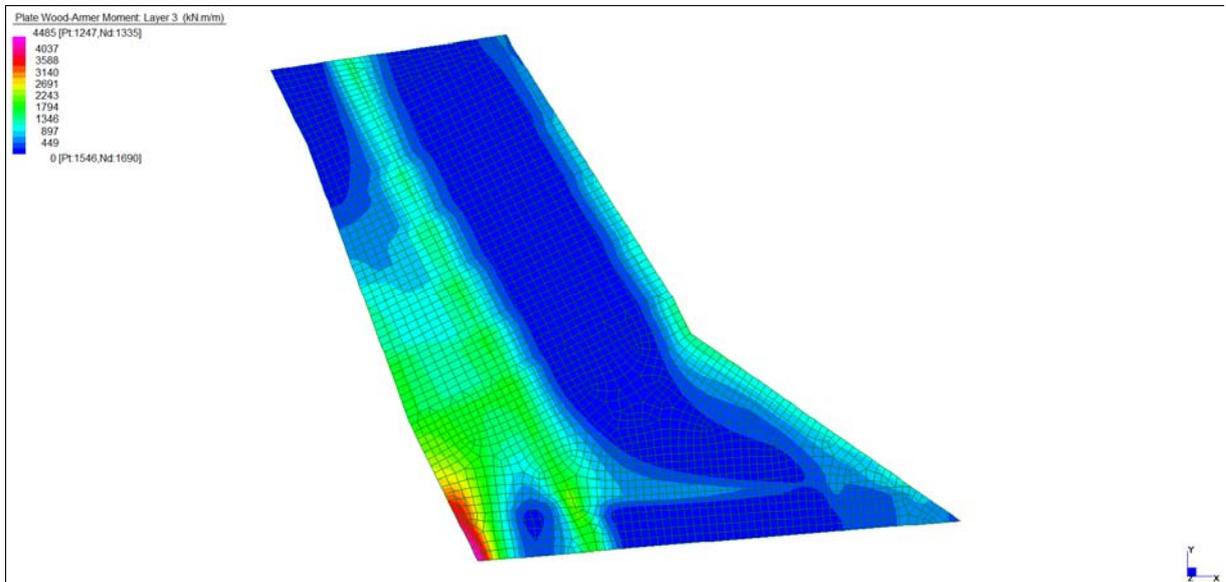
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



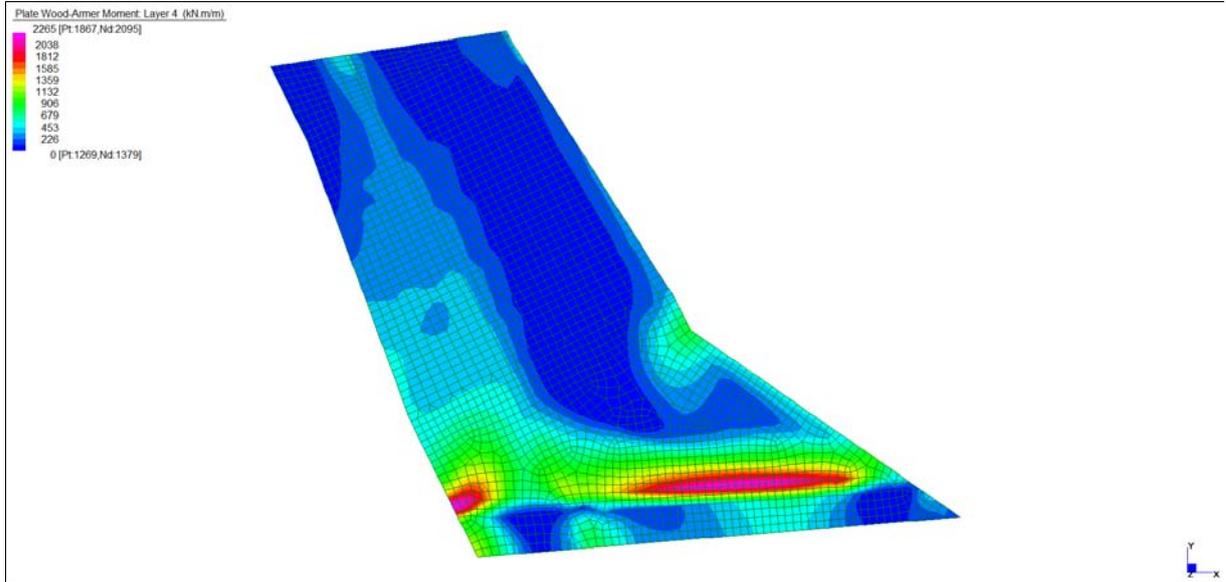
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.U.)*



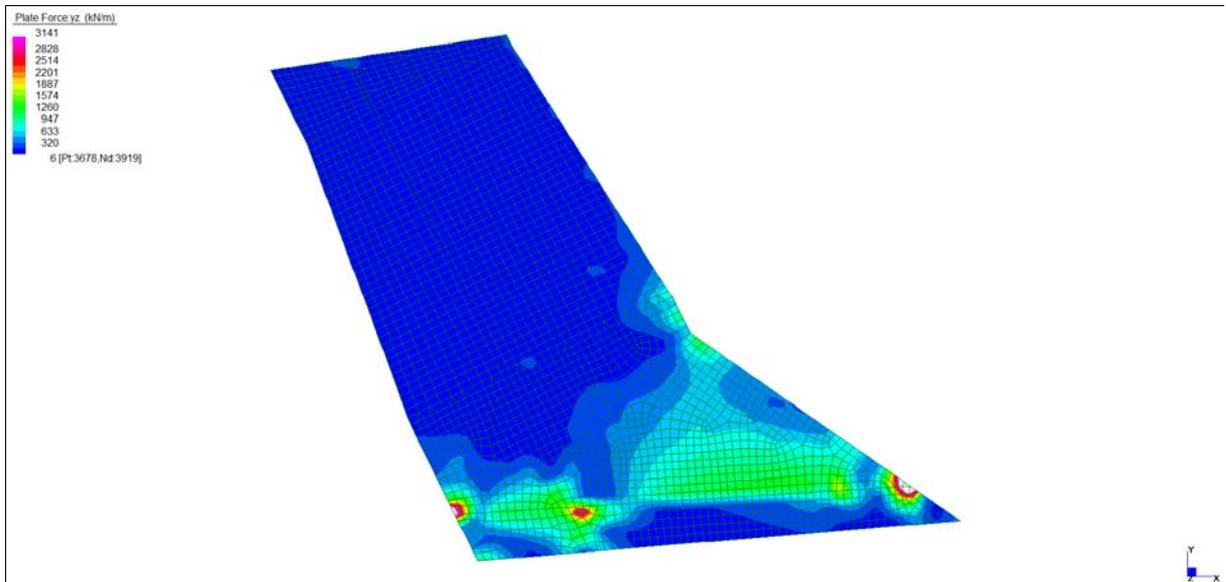
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



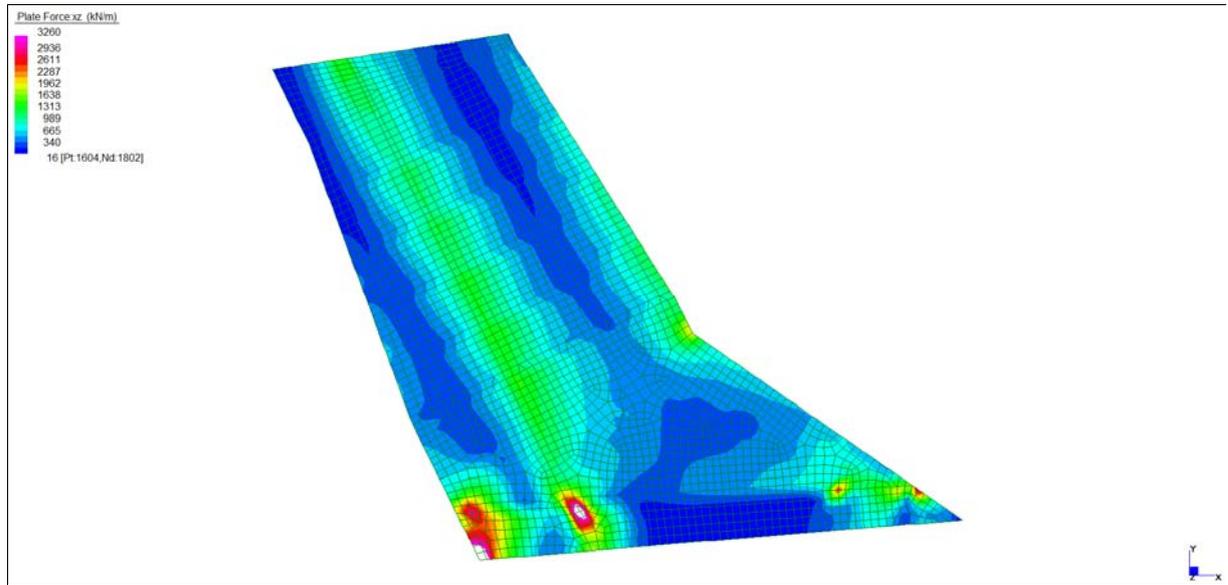
*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio dir.X\_ V<sub>YZ\_locale</sub> (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

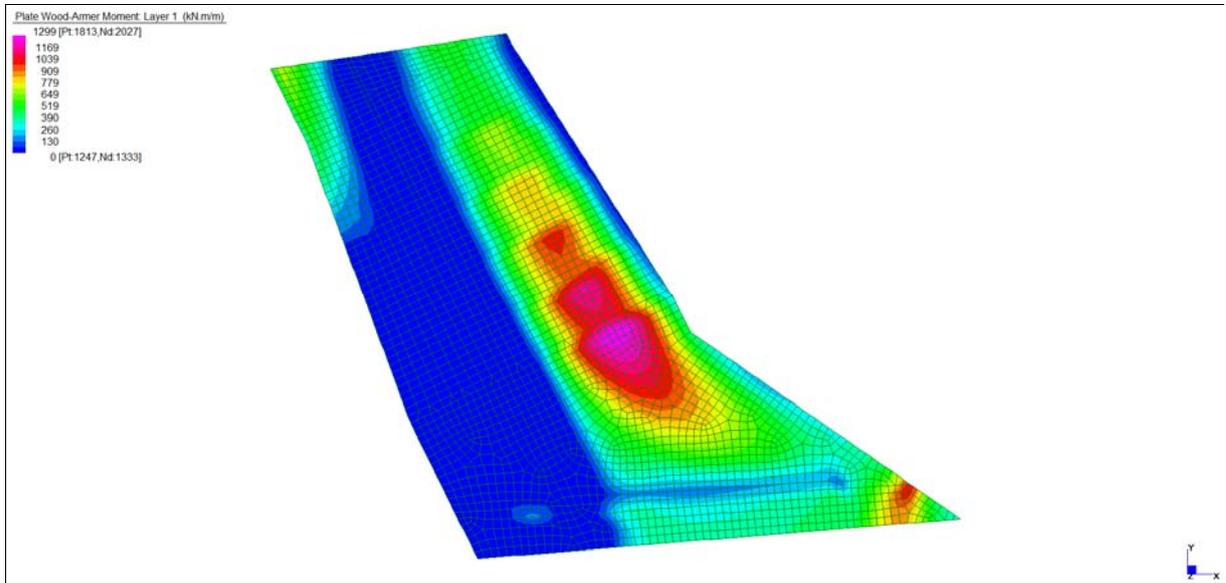


*Sforzo di taglio dir.Y\_  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

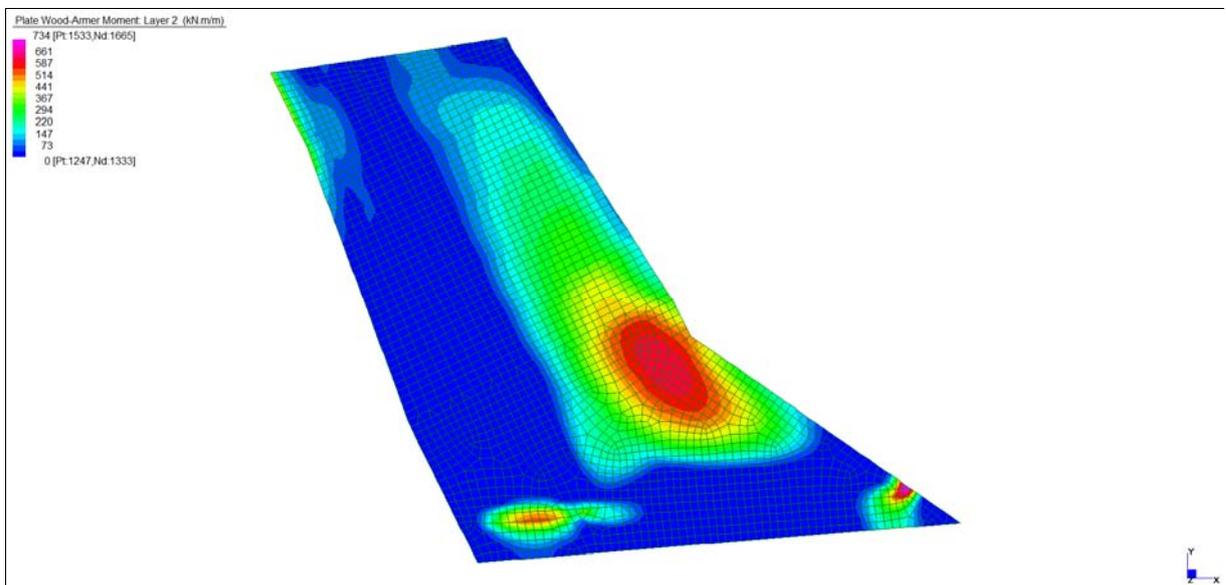
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



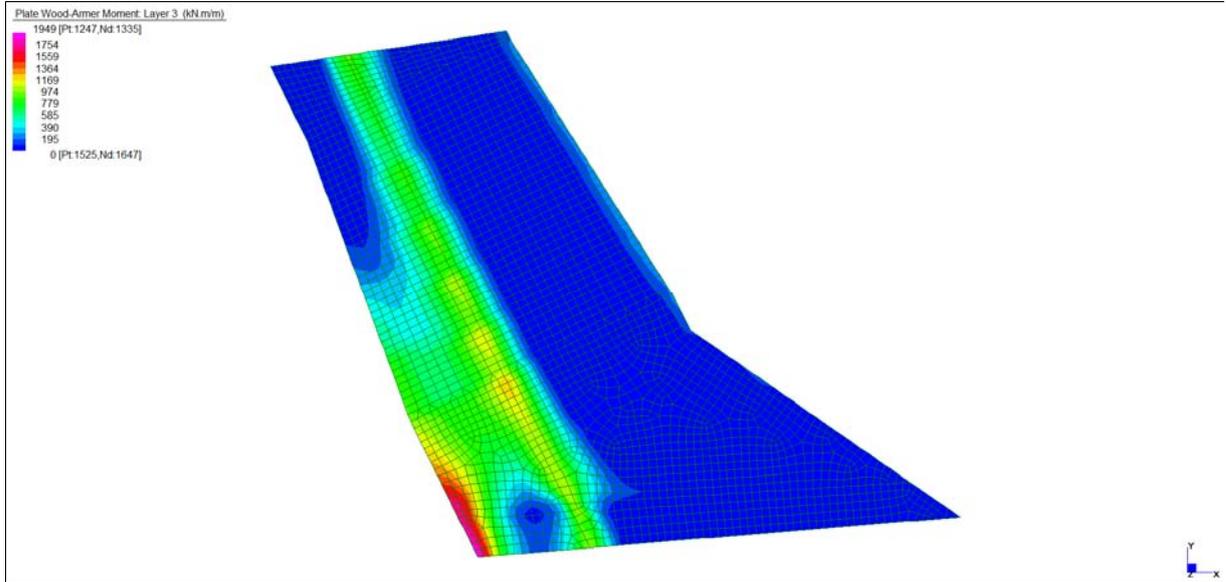
*Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Rara)*



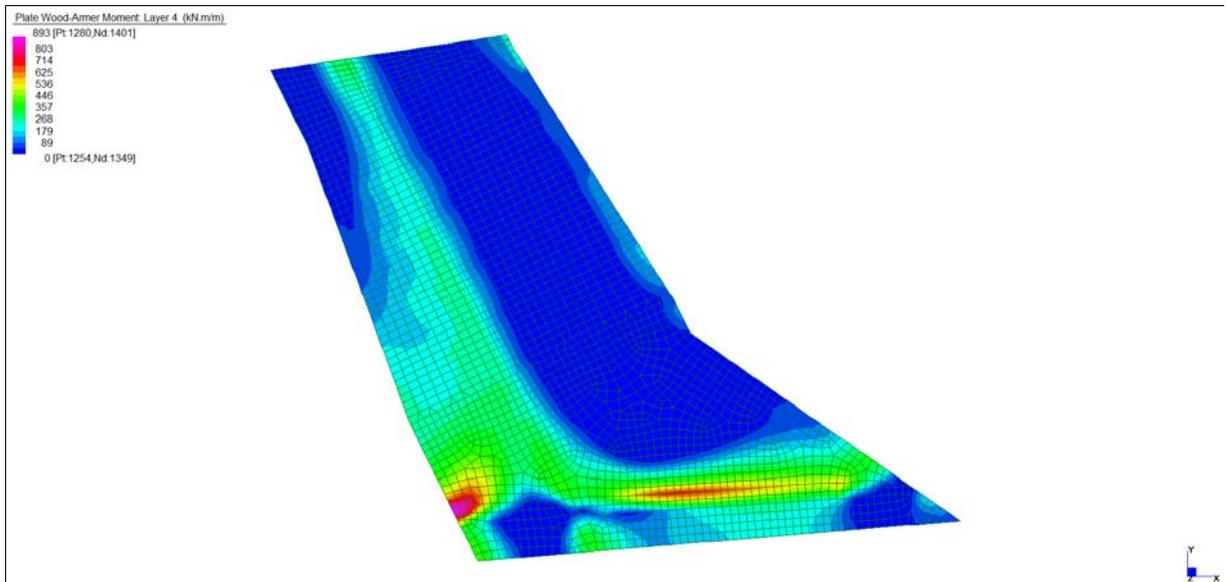
*Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Rara)*

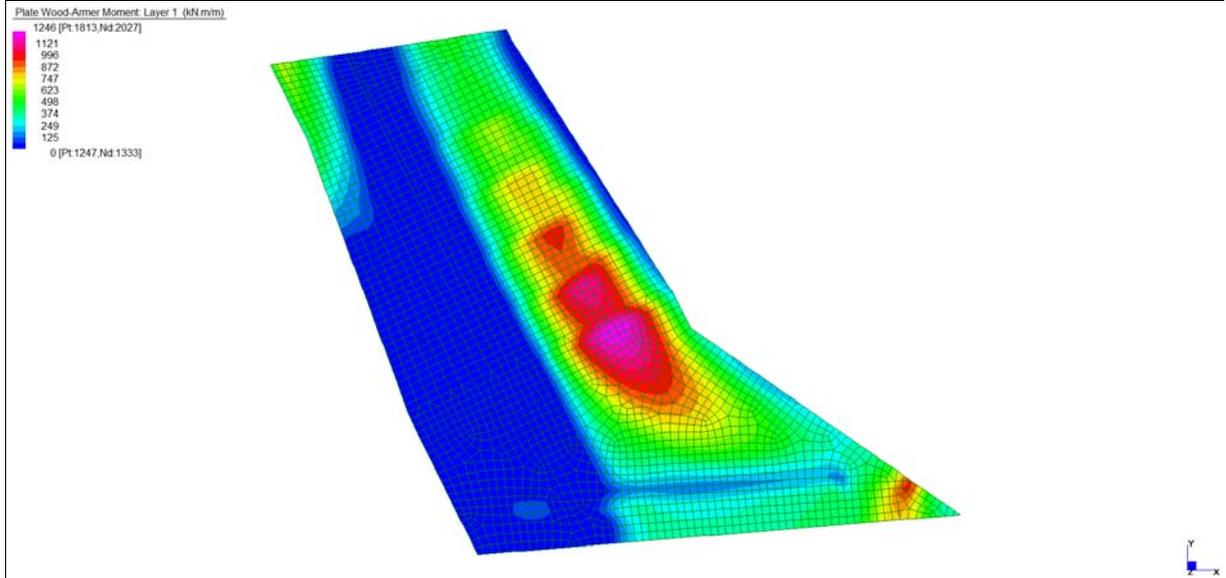


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Rara)*

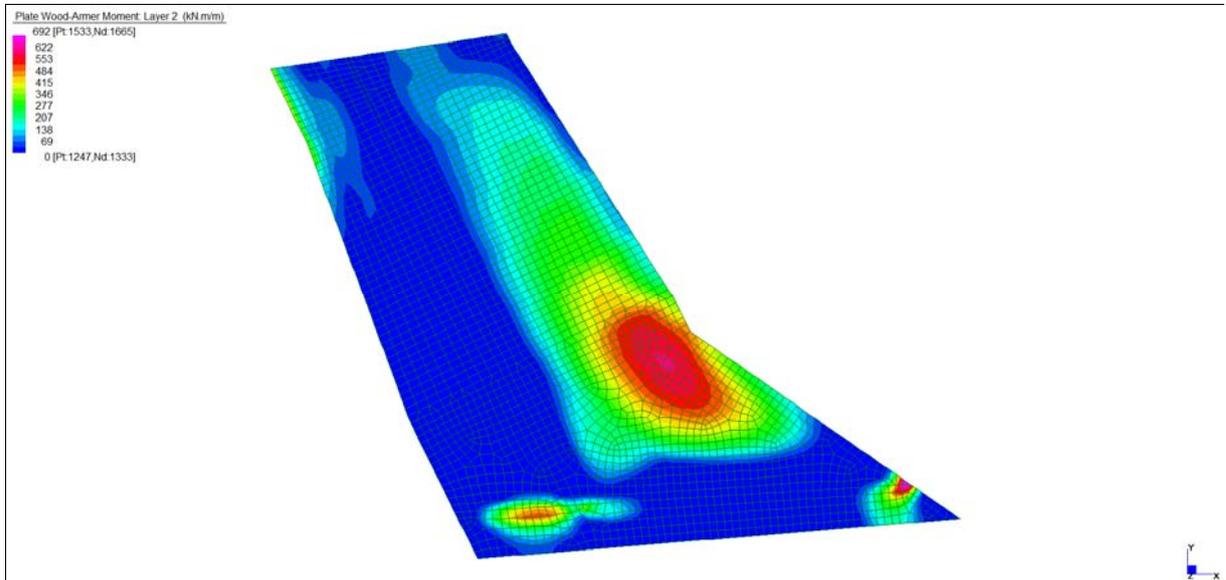
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



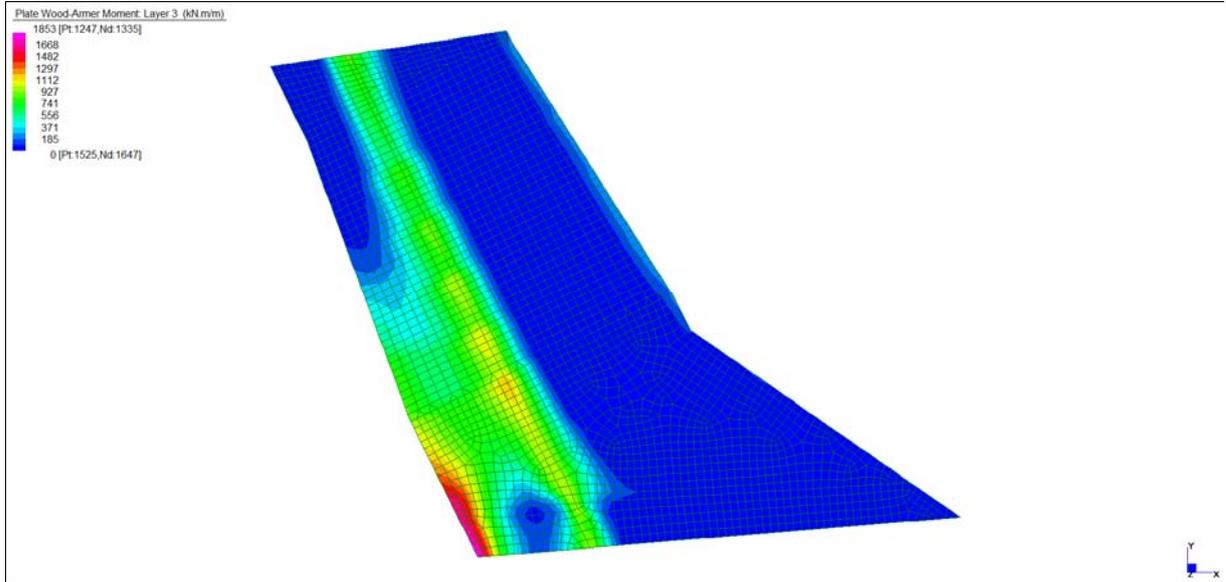
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Frequente)



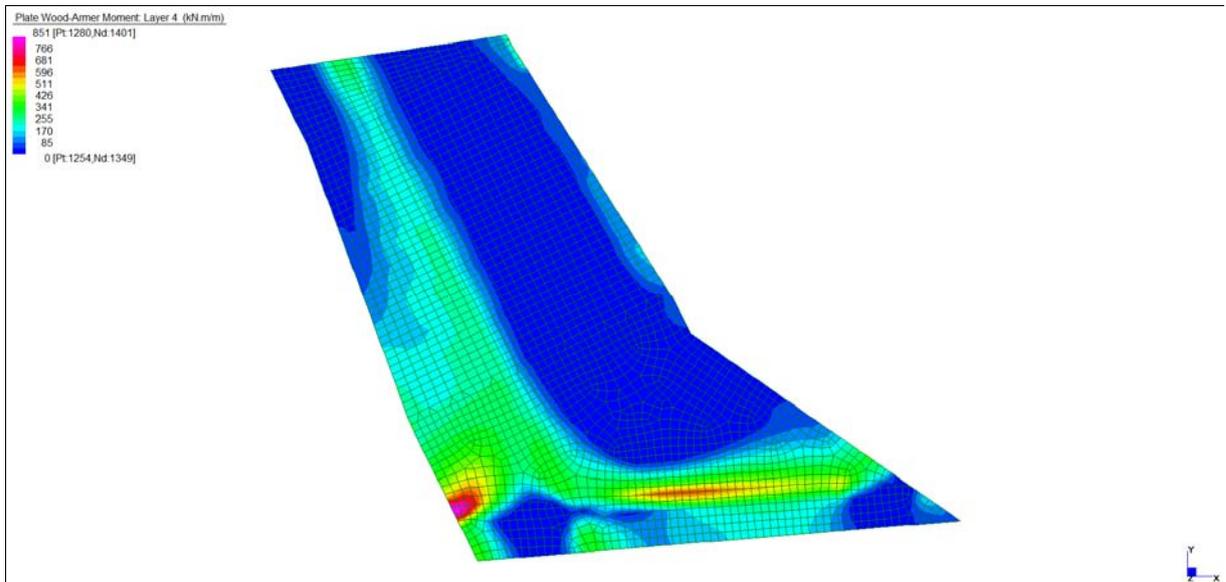
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Frequente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Frequente)*

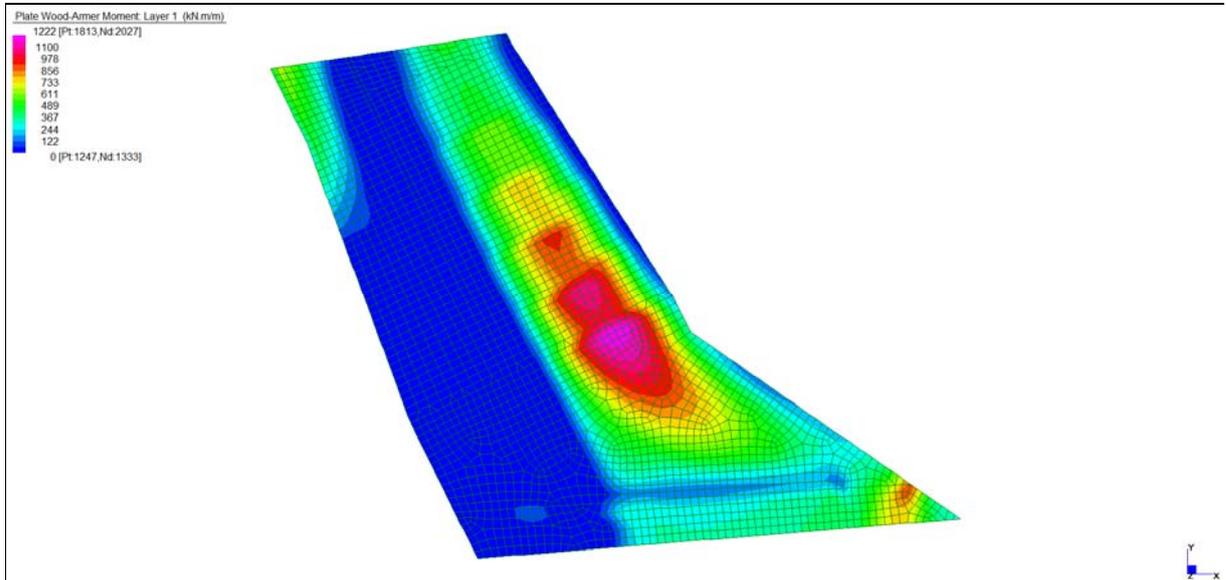


*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Frequente)*

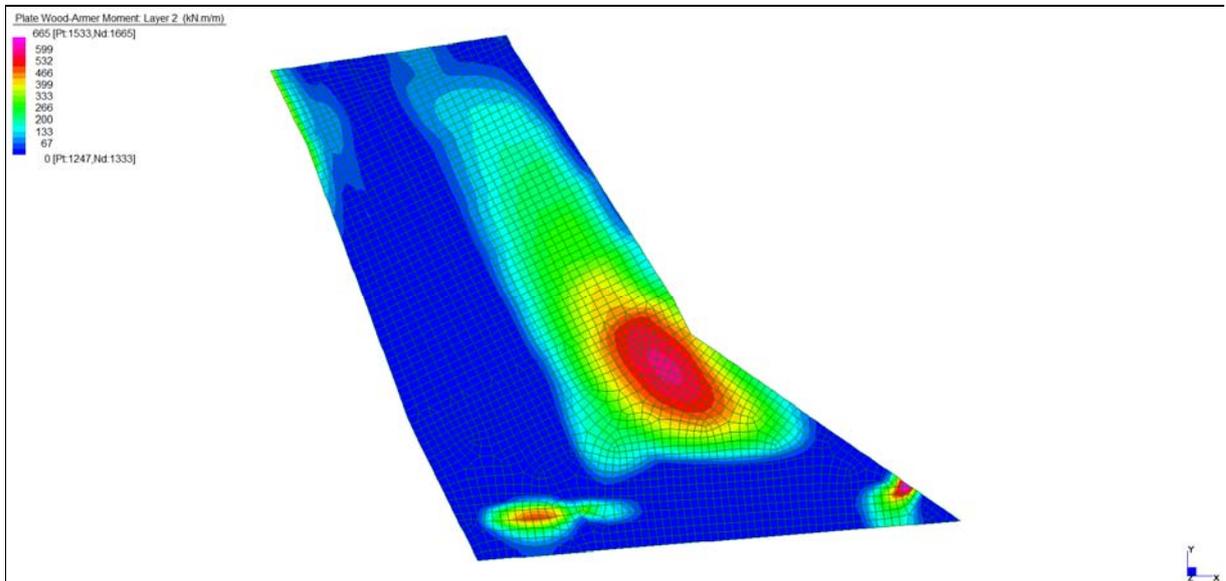
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



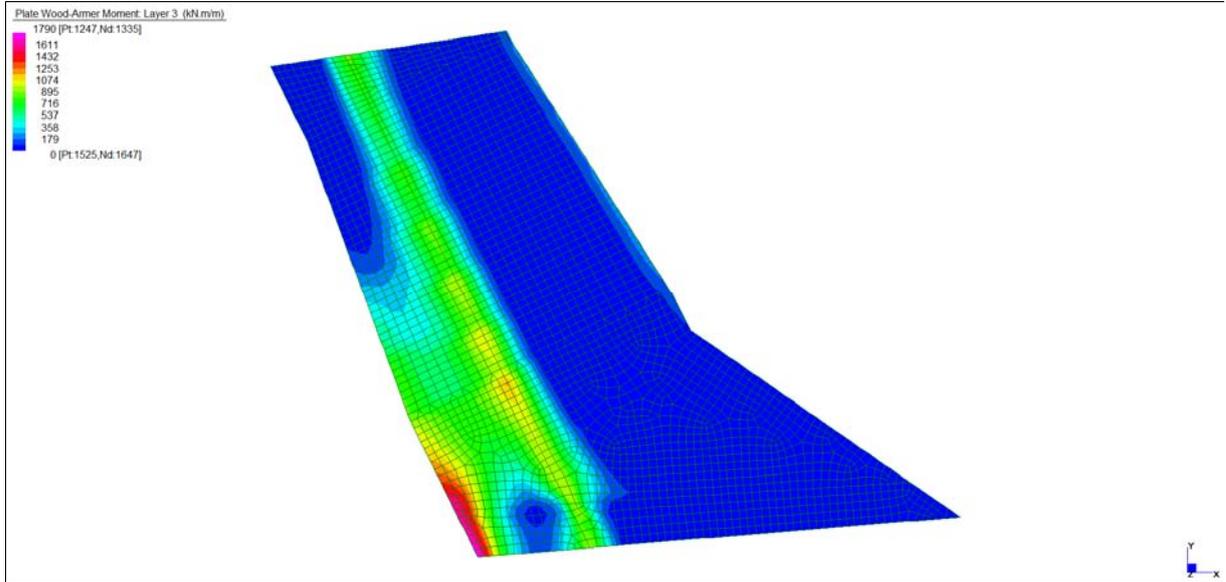
Layer 1 – Momento direzione XX inferiore (S.L.E. Quasi permanente)



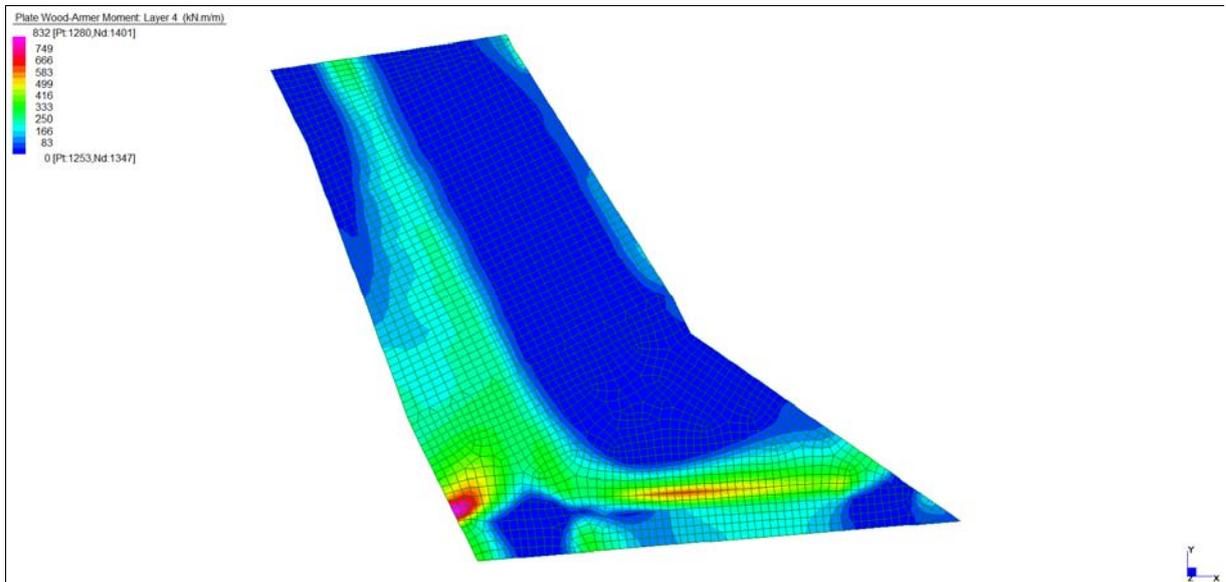
Layer 2 – Momento direzione YY inferiore (S.L.E. Quasi permanente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



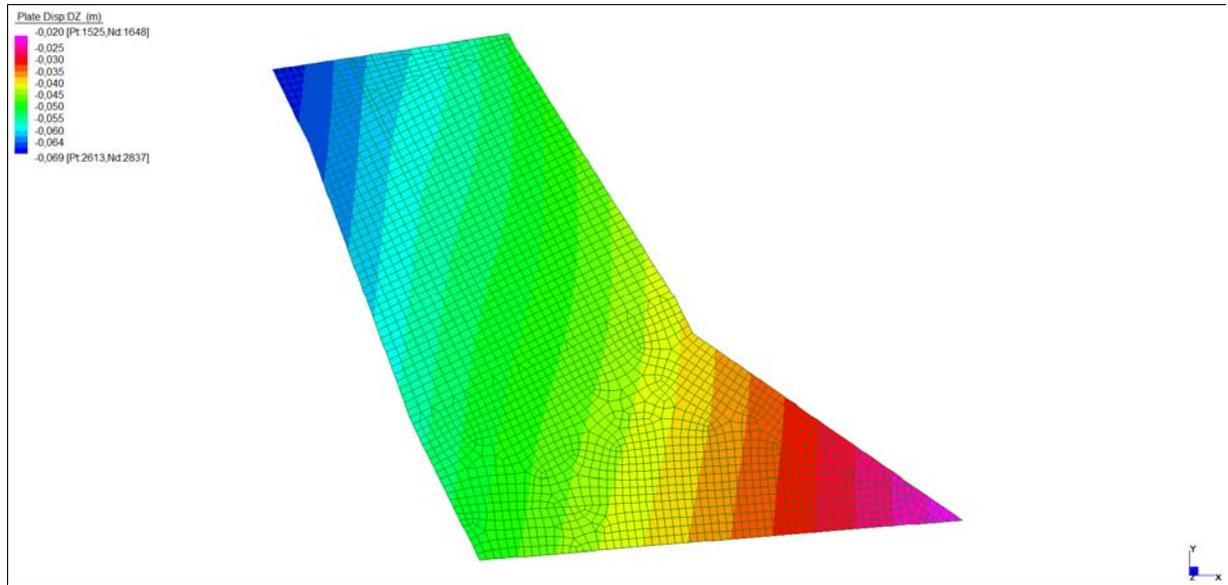
*Layer 3 – Momento direzione XX superiore (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione YY superiore (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Spostamento  $dz_{min}$  (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inferiore	1	100	130	123	119	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	3321	3477	Si
	Y-Y	Inferiore	2	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	2107	2374	Si
	X-X	Superiore	3	100	130	123	119	-	7	φ26/10	φ26/10	-	φ20/20	4485	4578	Si
	Y-Y	Superiore	4	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	2265	2374	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.) – Soletta di copertura*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Z-Y loc	100	130	123	13000	φ26/10	1,403	0,0086	0,314	-	606	Si, vedi grafici
Z-X loc	100	130	121	13000	φ26/10	1,407	0,0044	0,315	-	477	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϕ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Z-Y loc	100	130	123	13000	spilli φ12/20/20	90	26,6	2202	2445	3647	Si
Z-X loc	100	130	121	13000	spilli φ12/20/20	90	26,6	2350	2406	3588	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) – Soletta di copertura*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inferiore	1	100	130	123	119	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	1299	5,60	< 17,43	155	< 360
	Y-Y	Inferiore	2	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	734	3,68	< 17,43	127	< 360
	X-X	Superiore	3	100	130	123	119	-	7	φ26/10	φ26/10	-	φ20/20	1949	7,24	< 17,43	178	< 360
	Y-Y	Superiore	4	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	893	4,48	< 17,43	155	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inferiore	1	100	130	123	119	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	1246	0,14	< 0,40
	Y-Y	Inferiore	2	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	692	0,09	< 0,40
	X-X	Superiore	3	100	130	123	119	-	7	φ26/10	φ26/10	-	φ20/20	1853	0,18	< 0,40
	Y-Y	Superiore	4	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	851	0,11	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
SOLETTA COPERTURA	X-X	Inferiore	1	100	130	123	119	-	-	φ26/10	φ26/20	-	-	1222	5,26	< 13,07	0,13	< 0,30
	Y-Y	Inferiore	2	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	665	3,34	< 13,07	0,09	< 0,30
	X-X	Superiore	3	100	130	123	119	-	7	φ26/10	φ26/10	-	φ20/20	1790	6,65	< 13,07	0,17	< 0,30
	Y-Y	Superiore	4	100	130	121	-	-	-	φ26/10	-	-	-	832	4,17	< 13,07	0,11	< 0,30

**Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.) – Soletta di copertura**

Gli spostamenti verticali in combinazione Quasi permanente sono compatibili con la funzionalità dell'opera.

## 15.3 MURO Q-O

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nei muri in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

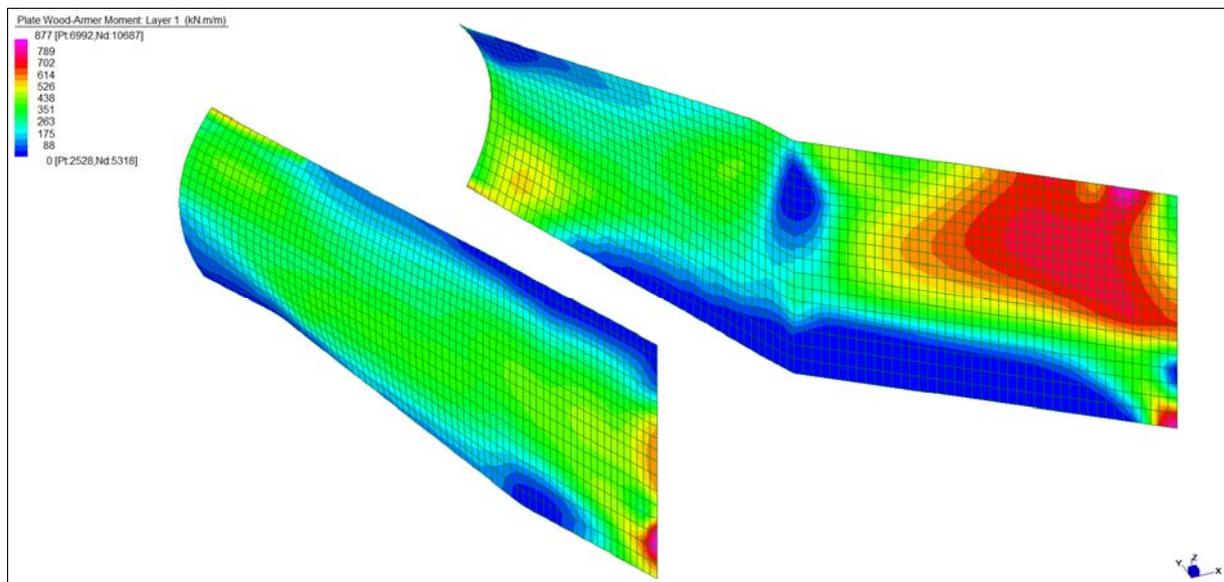
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

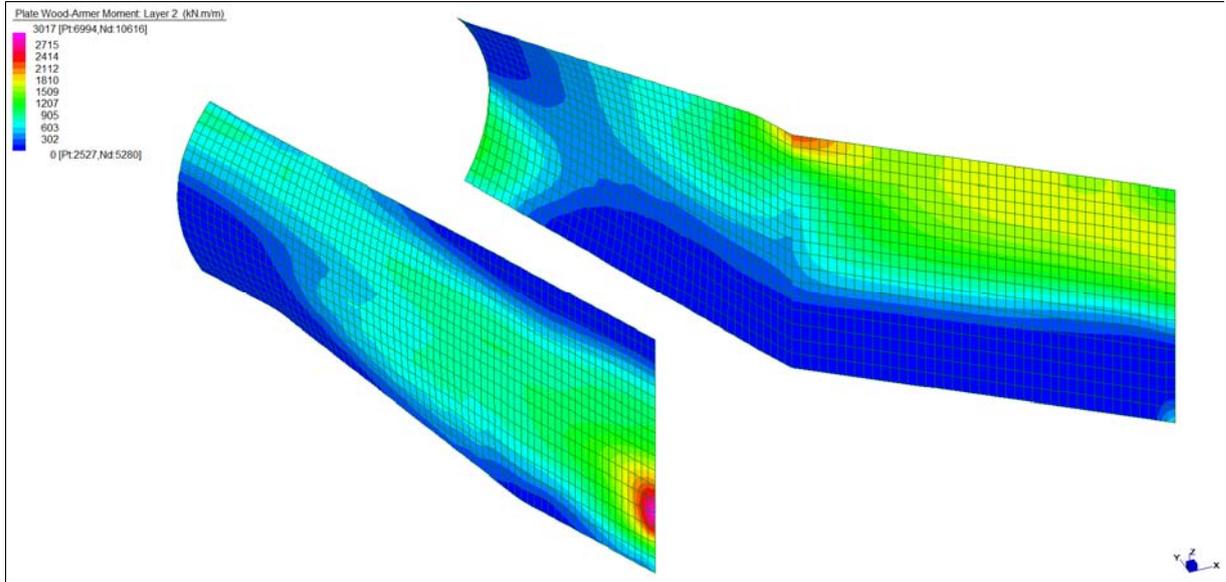
### Grafici di combinazione di SLU



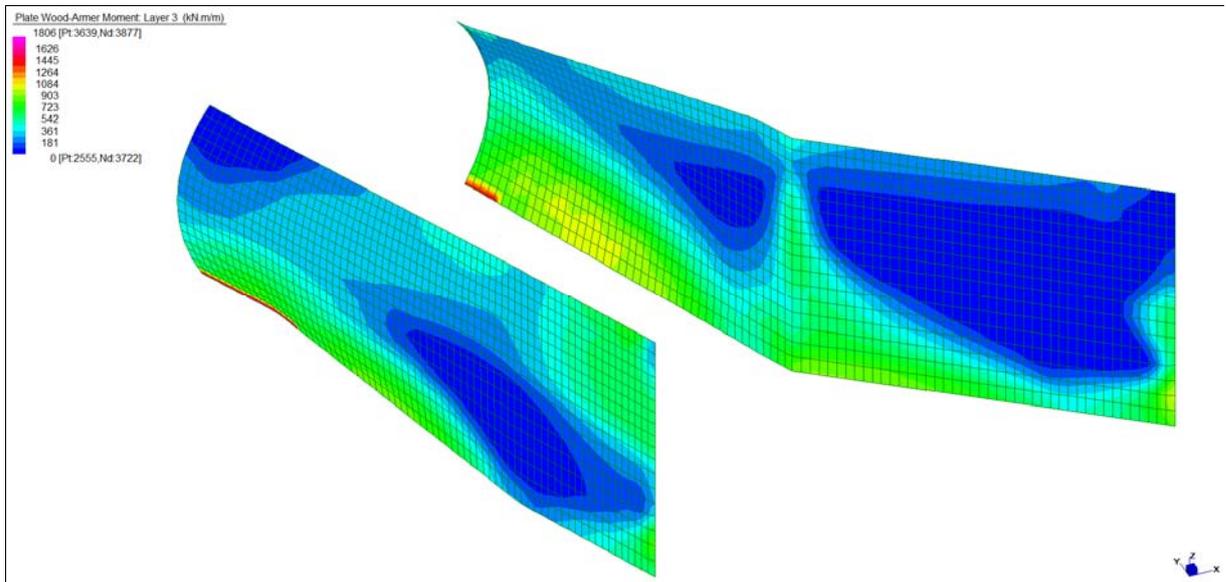
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



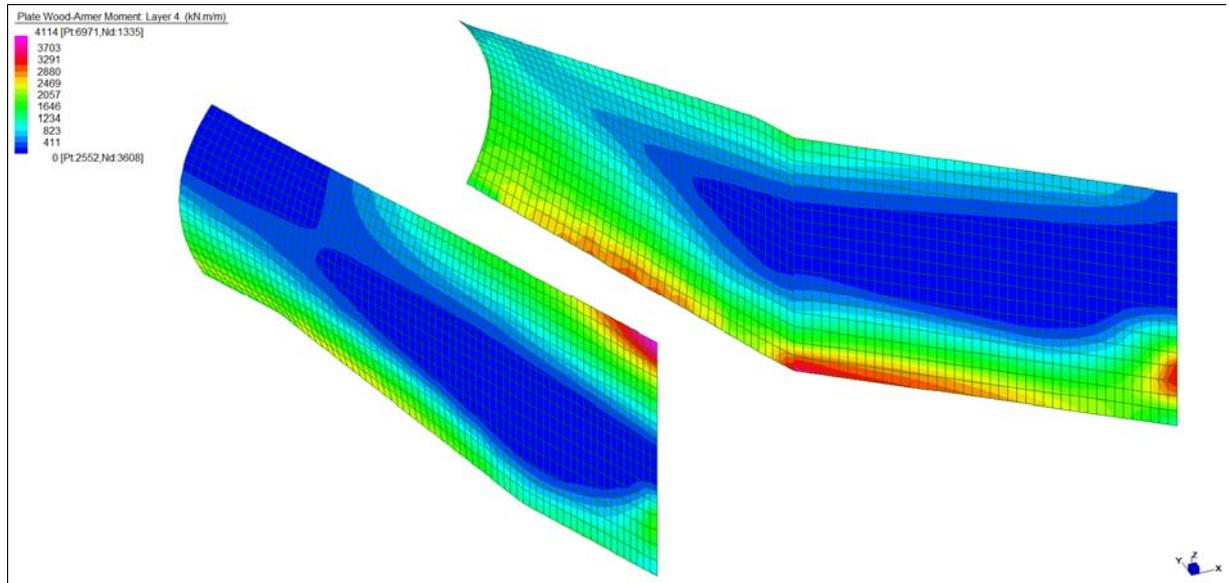
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.U.)*



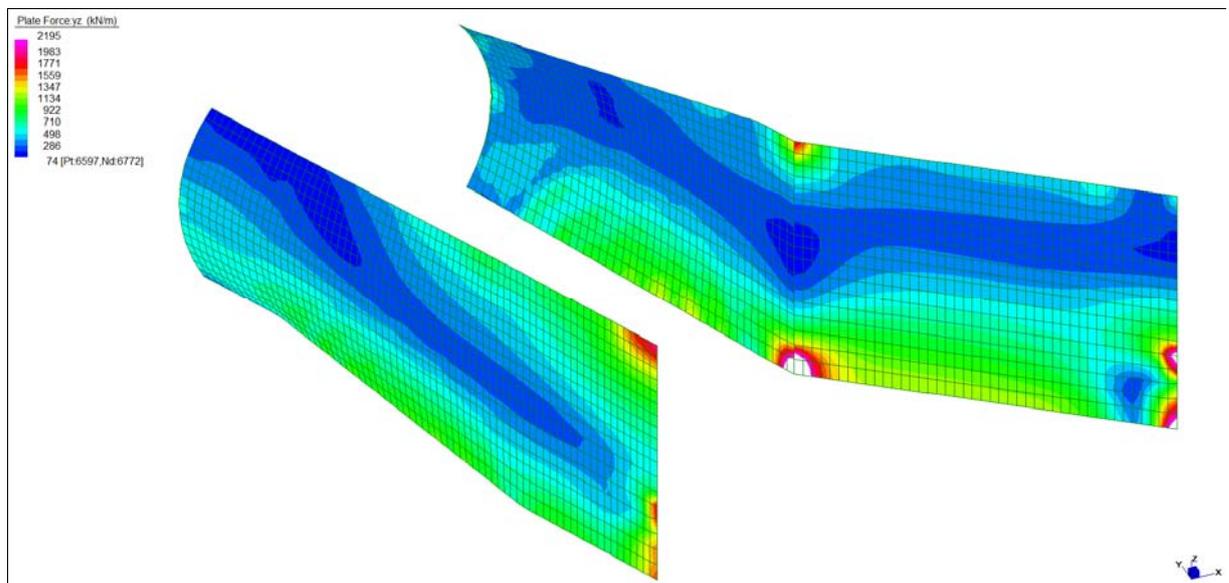
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



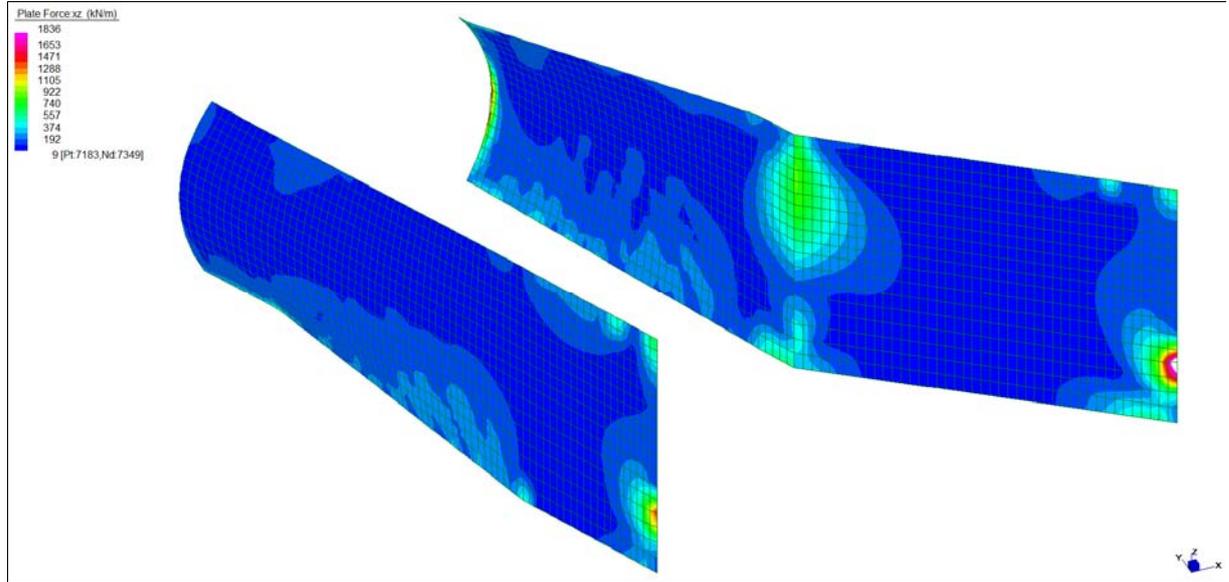
*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

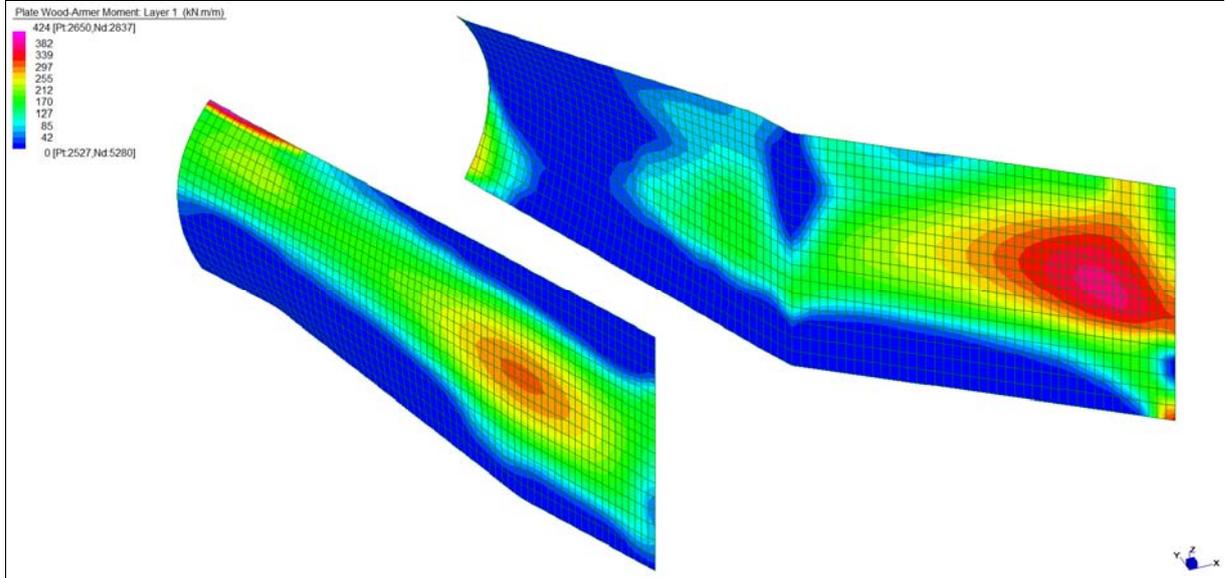


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale\_VZX\_locale (S.L.U.)*

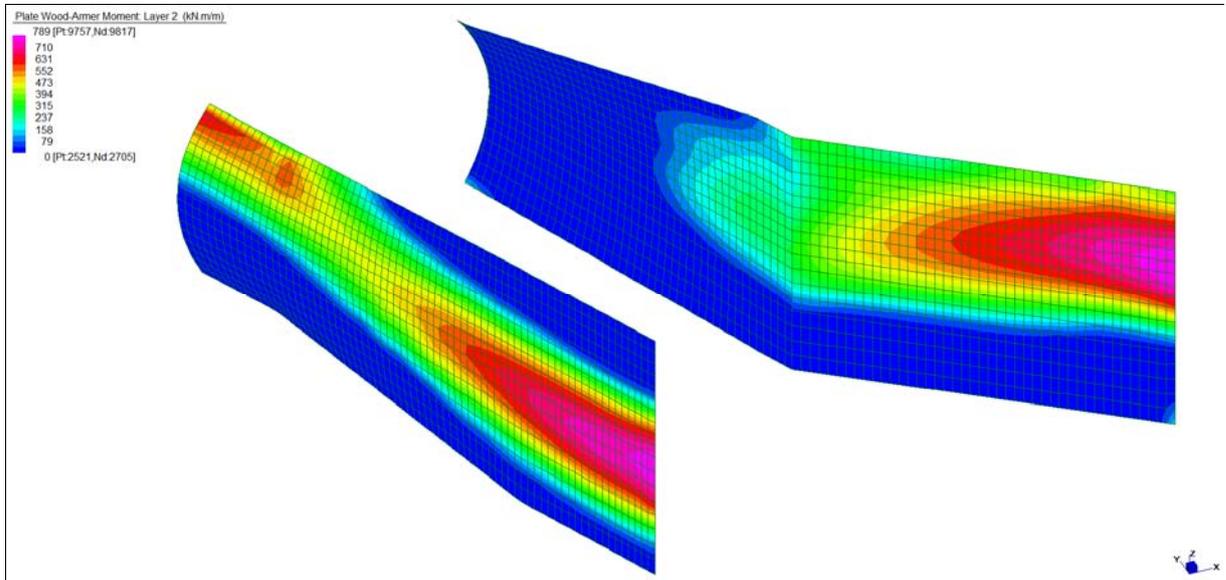
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



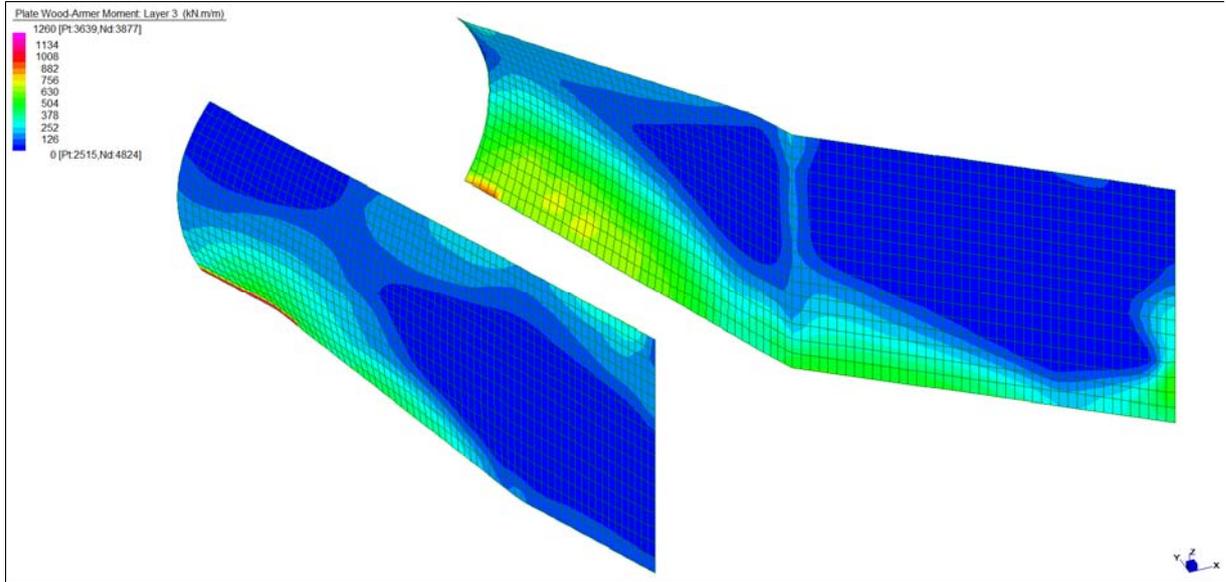
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Rara)*



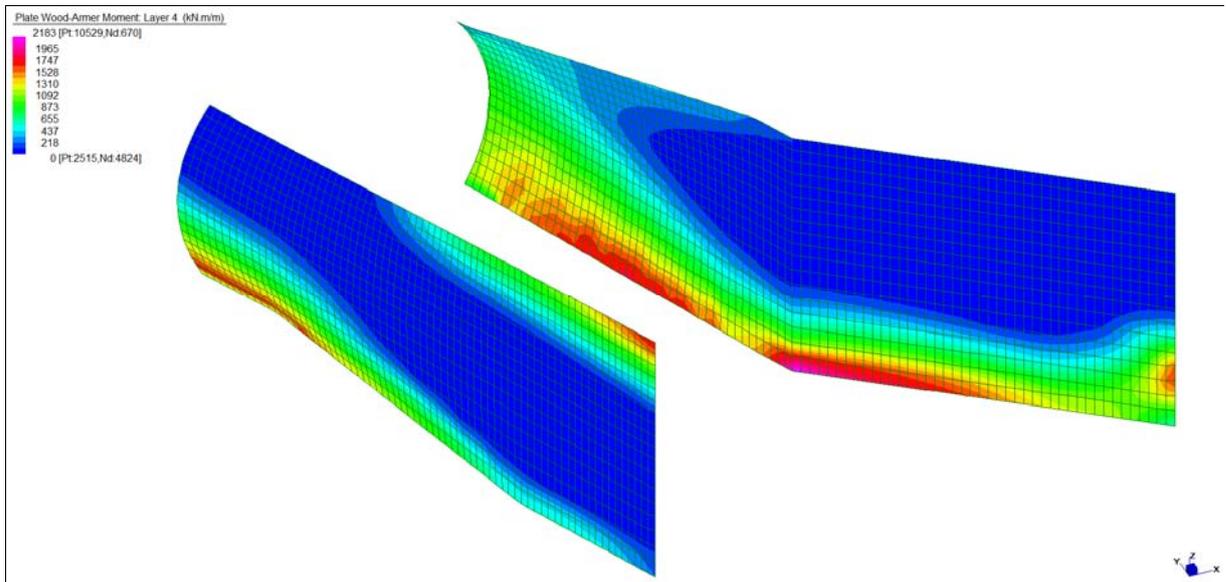
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Rara)*

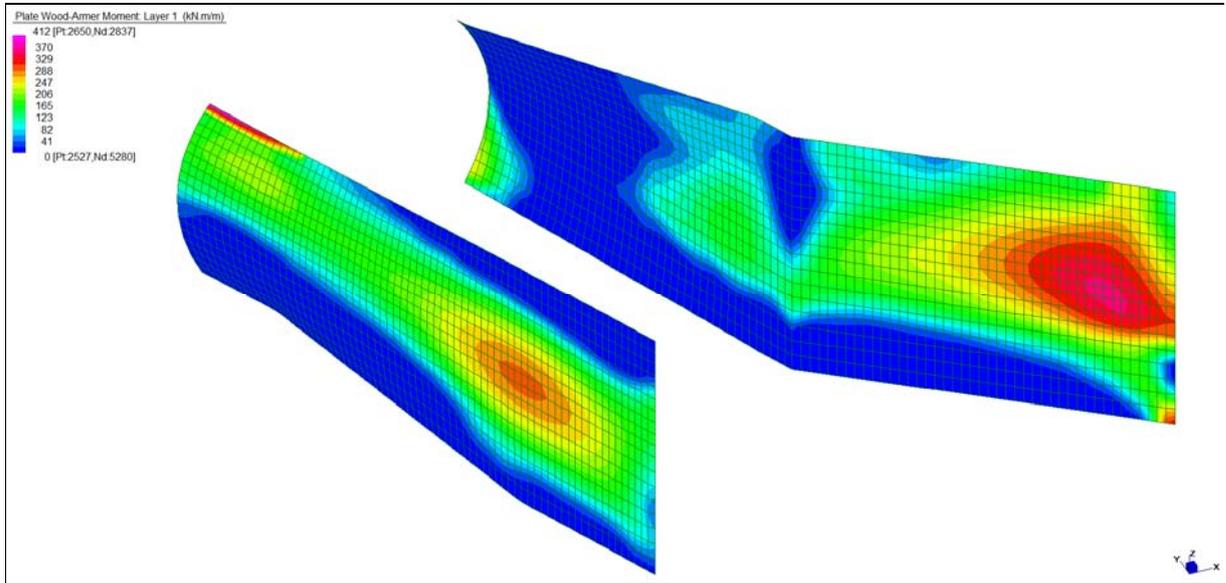


*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Rara)*

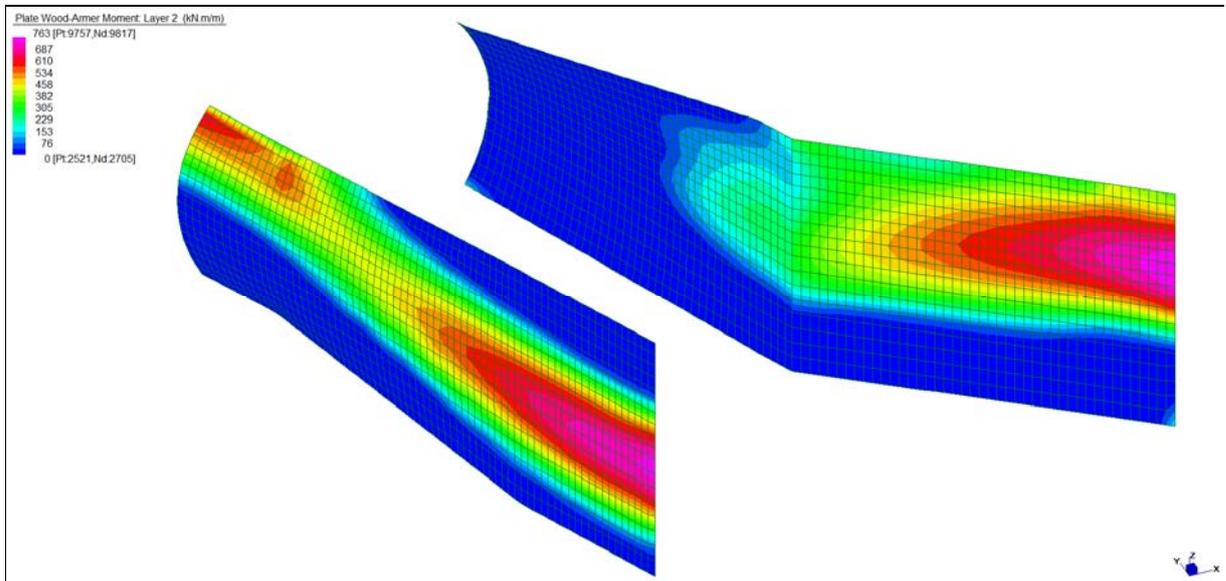
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



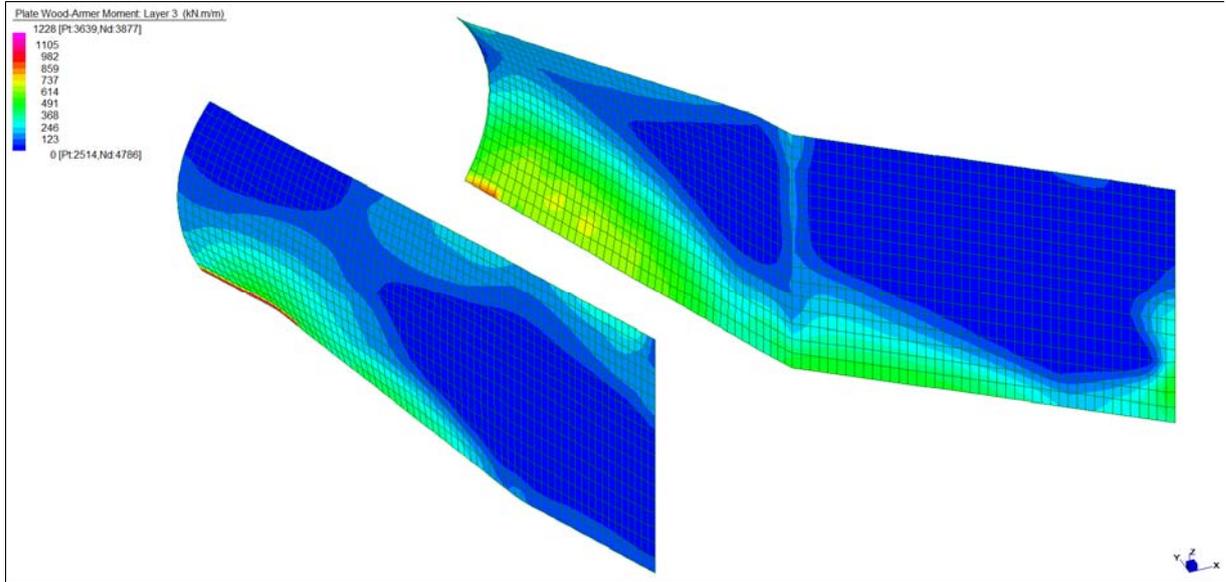
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Frequente)*



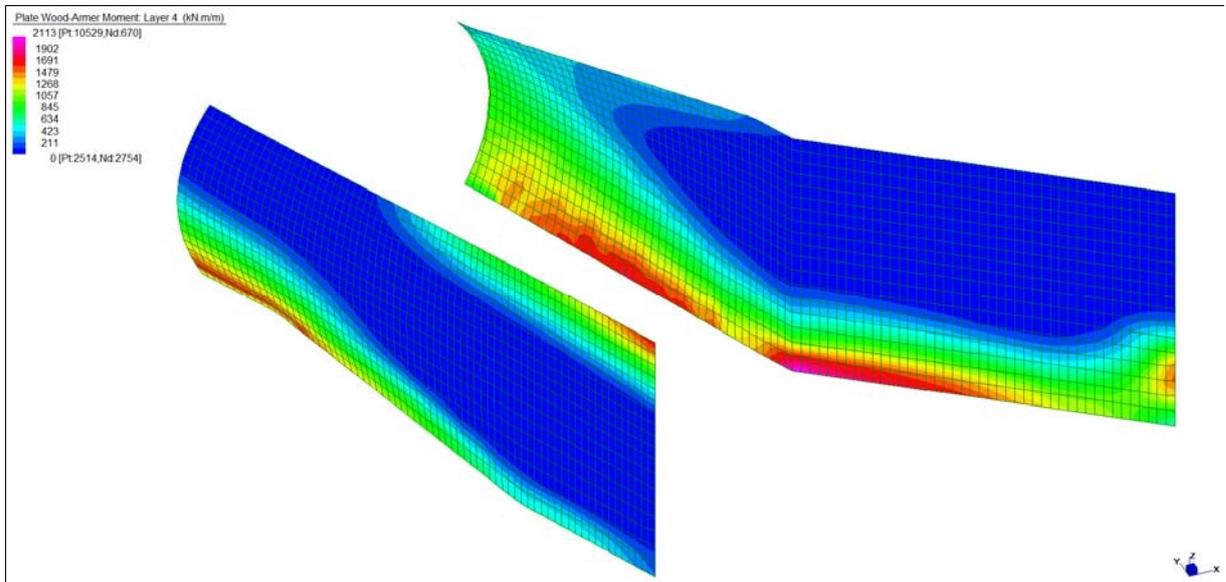
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Frequente)*

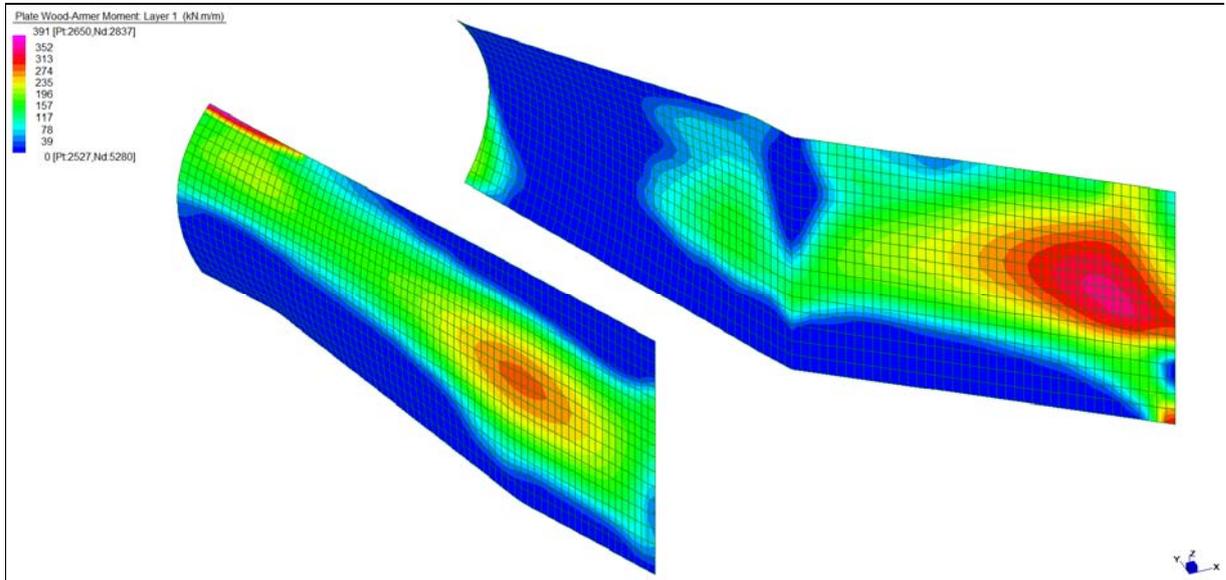


*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Frequente)*

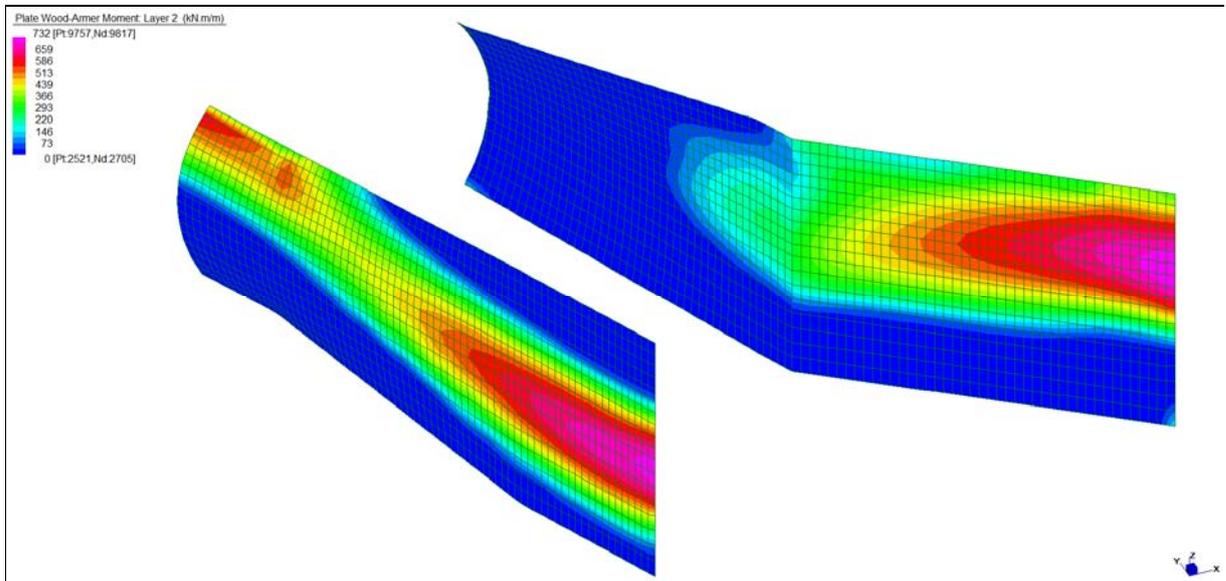
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



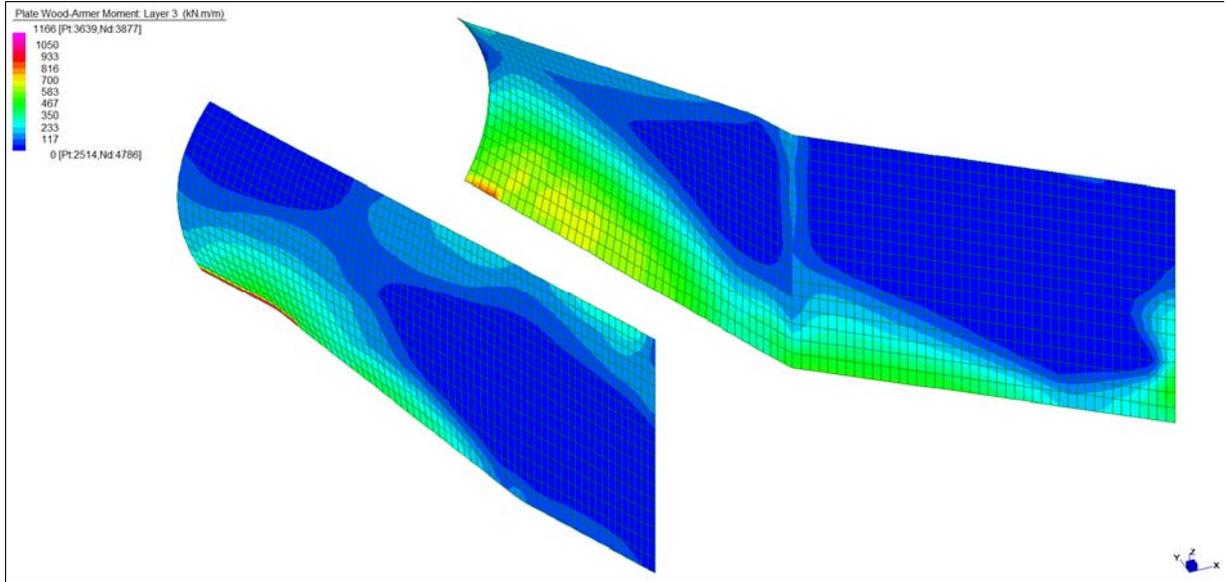
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale interno (S.L.E. Quasi permanente)*



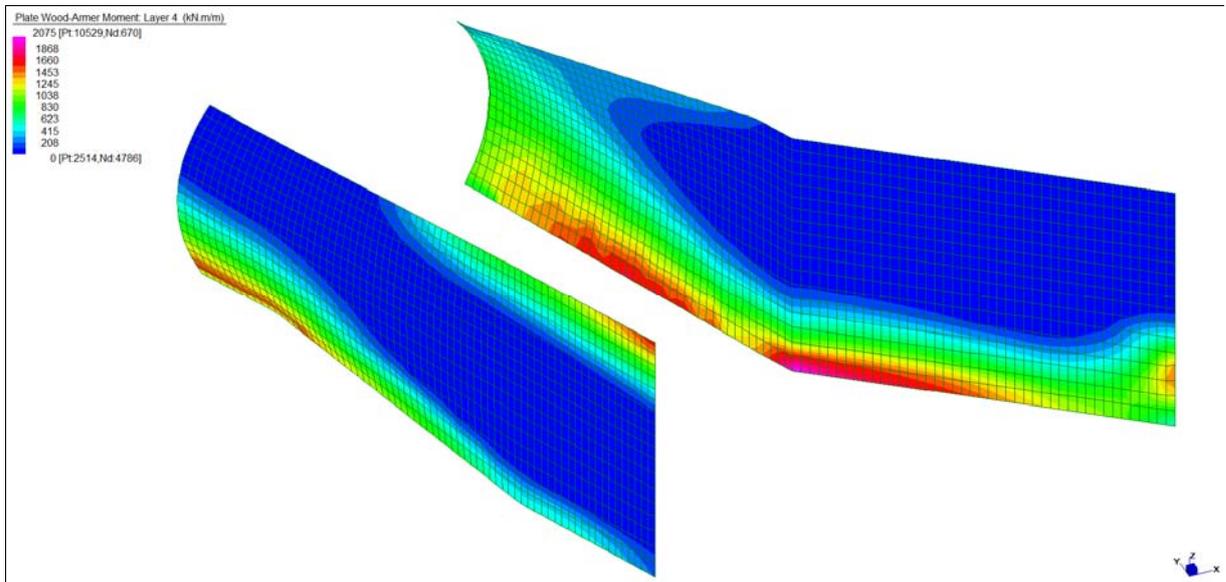
*Layer 2 – Momento direzione Verticale interno (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione Verticale lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	
MURO Q - MURO O	Orizzont.	Interno	1	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	877	1070	Sì
	Verticale	Interno	2	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	3017	3222	Sì
	Orizzont.	Terreno	3	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	1035	1070	Sì
	Verticale	Terreno	4	100	100	93	89	86	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	4114	4310	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro Q – Muro O*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Verticale (Z-Y loc)	100	100	93	10000	φ26/10	1,464	0,0114	0,334	-	524	Sì, vedi grafici
Orizzontale (Z-X loc)	100	100	91	10000	φ20/10	1,469	0,0035	0,336	-	345	Sì, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	□	ϕ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Verticale (Z-Y loc)	100	100	93	10000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1780	1849	2758	Sì
Orizzontale (Z-X loc)	100	100	91	10000	spilli φ12/20/20	90	26,6	1653	1809	2698	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muro Q – O*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO Q - MURO O	Orizzont.	Interno	1	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	424	4,11	< 17,43	163	< 360
	Verticale	Interno	2	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	789	5,05	< 17,43	99	< 360
	Orizzont.	Terreno	3	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	577	5,59	< 17,43	222	< 360
	Verticale	Terreno	4	100	100	93	89	86	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	2183	12,87	< 17,43	200	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m
MURO Q - MURO O	Orizzont.	Interno	1	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	412	0,13	< 0,40
	Verticale	Interno	2	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	763	0,08	< 0,40
	Orizzont.	Terreno	3	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	519	0,19	< 0,40
	Verticale	Terreno	4	100	100	93	89	86	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	2113	0,23	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO Q - MURO O	Orizzont.	Interno	1	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	391	3,79	< 13,07	0,12	< 0,30
	Verticale	Interno	2	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	732	4,69	< 13,07	0,07	< 0,30
	Orizzont.	Terreno	3	100	100	91	-	-	-	φ20/10	-	-	-	496	4,81	< 13,07	0,16	< 0,30
	Verticale	Terreno	4	100	100	93	89	86	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	2075	12,23	< 13,07	0,22	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Muro Q – O*

## 15.4 MURO P

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel muro in esame restituite dal modello relativamente agli inviluppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

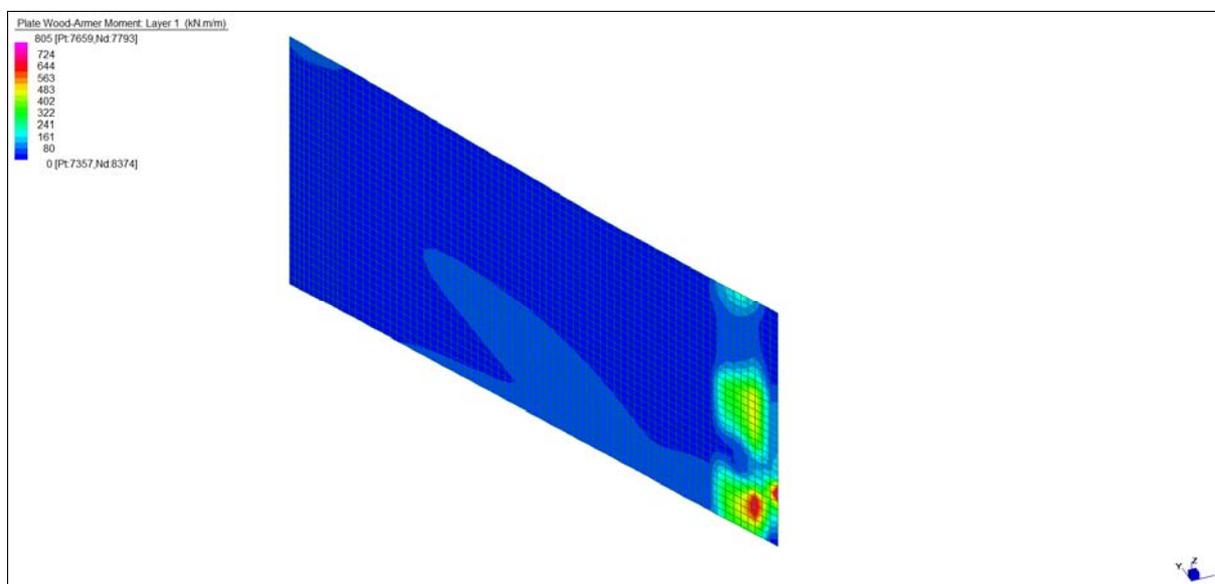
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

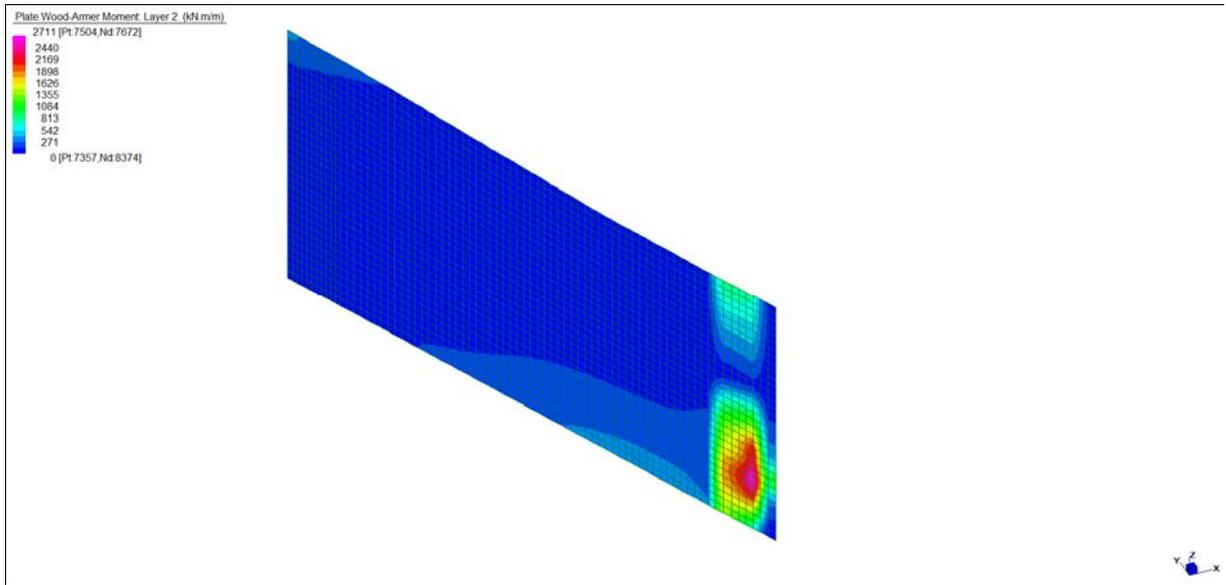
### Grafici di combinazione di SLU



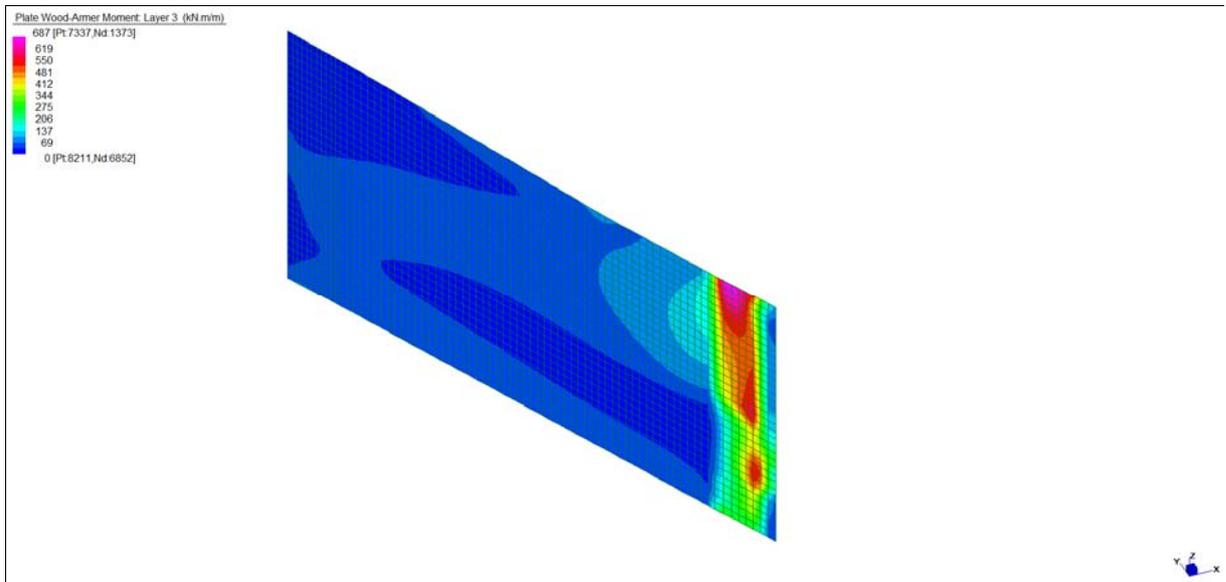
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale X+ (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



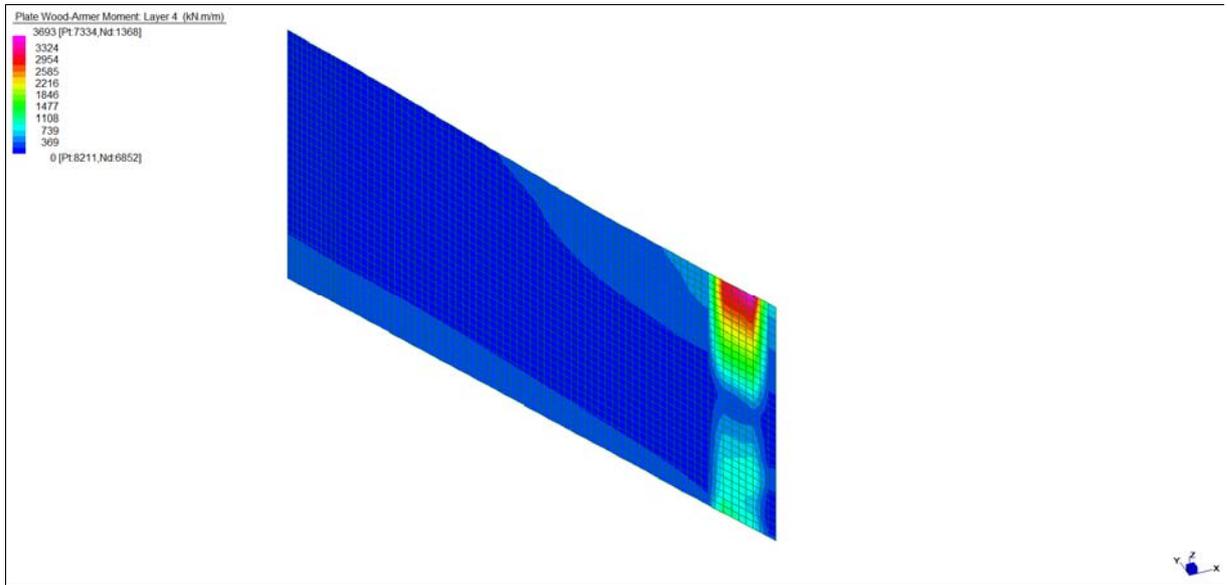
*Layer 2 – Momento direzione Verticale X+ (S.L.U.)*



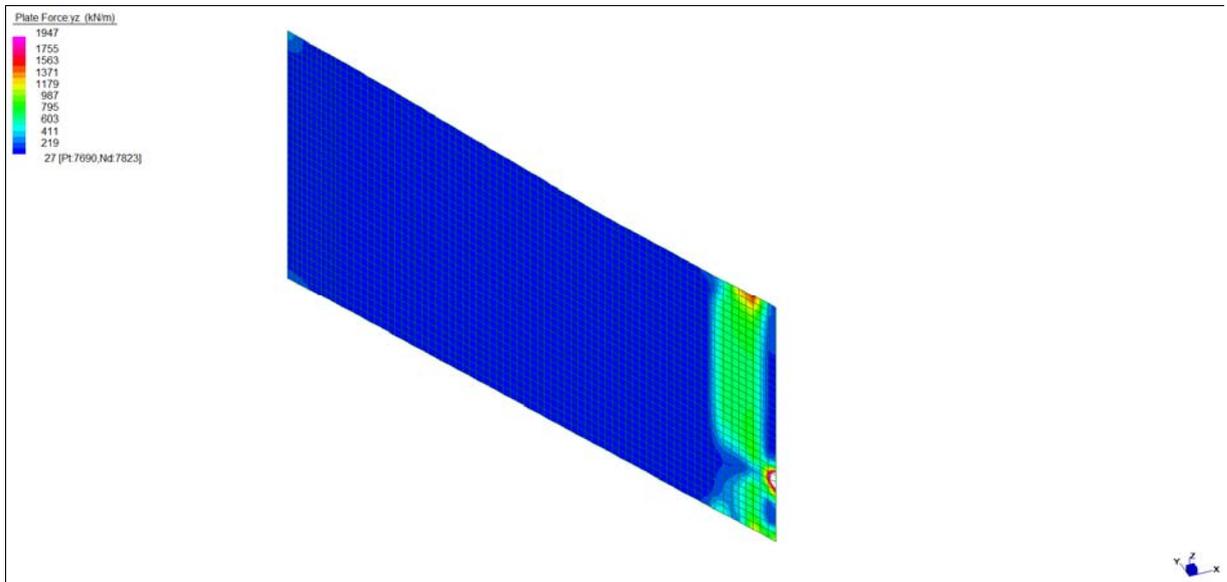
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale X- (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



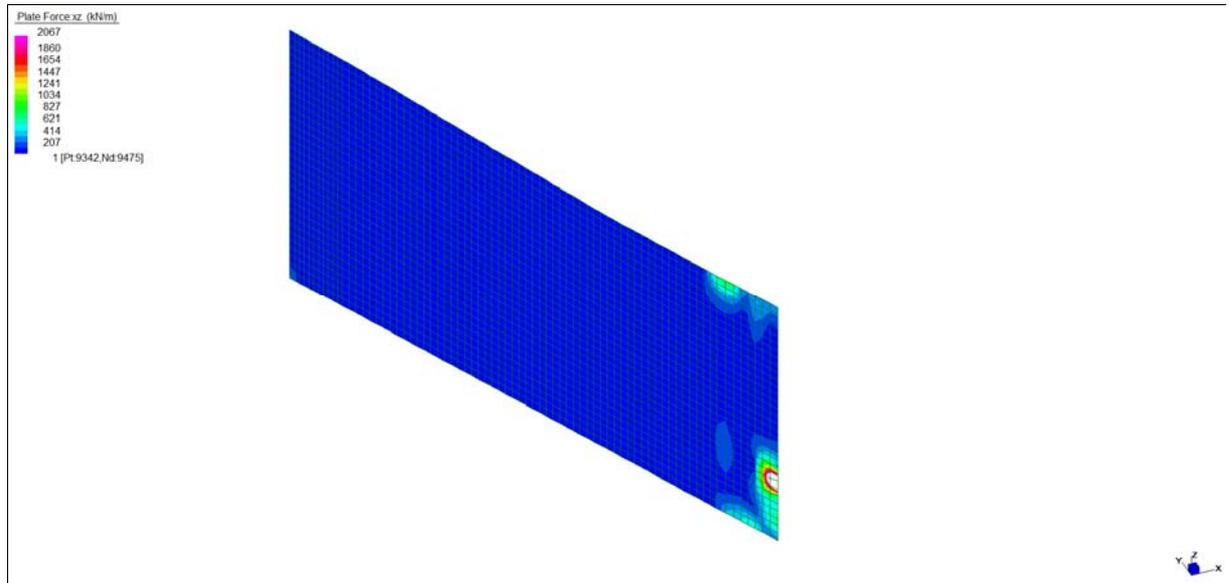
Layer 4 – Momento direzione Verticale X- (S.L.U.)



Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

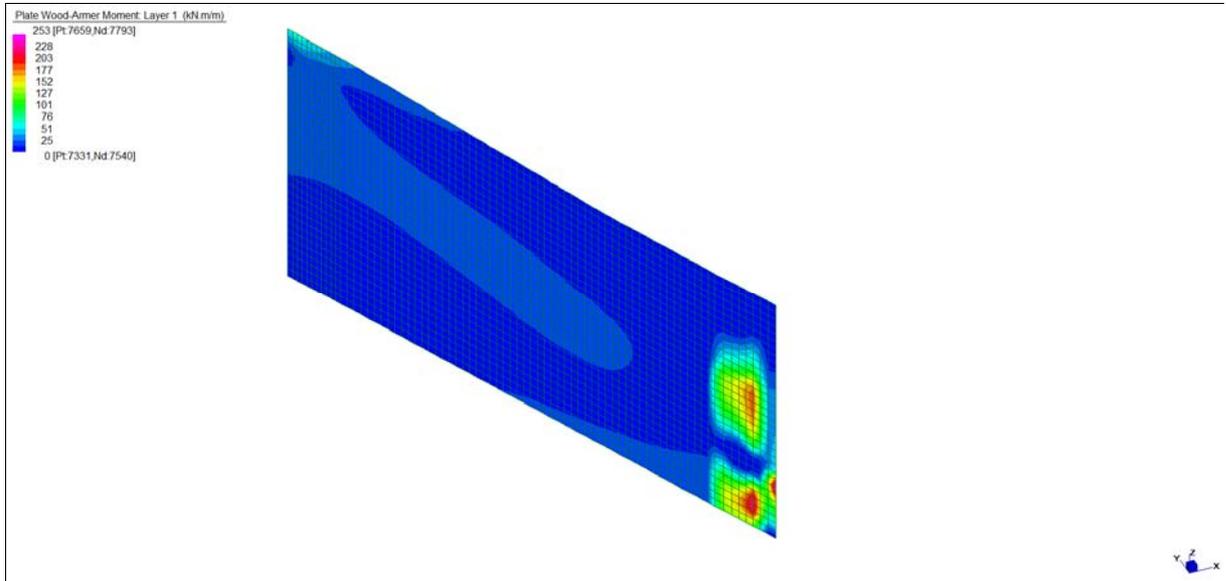


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

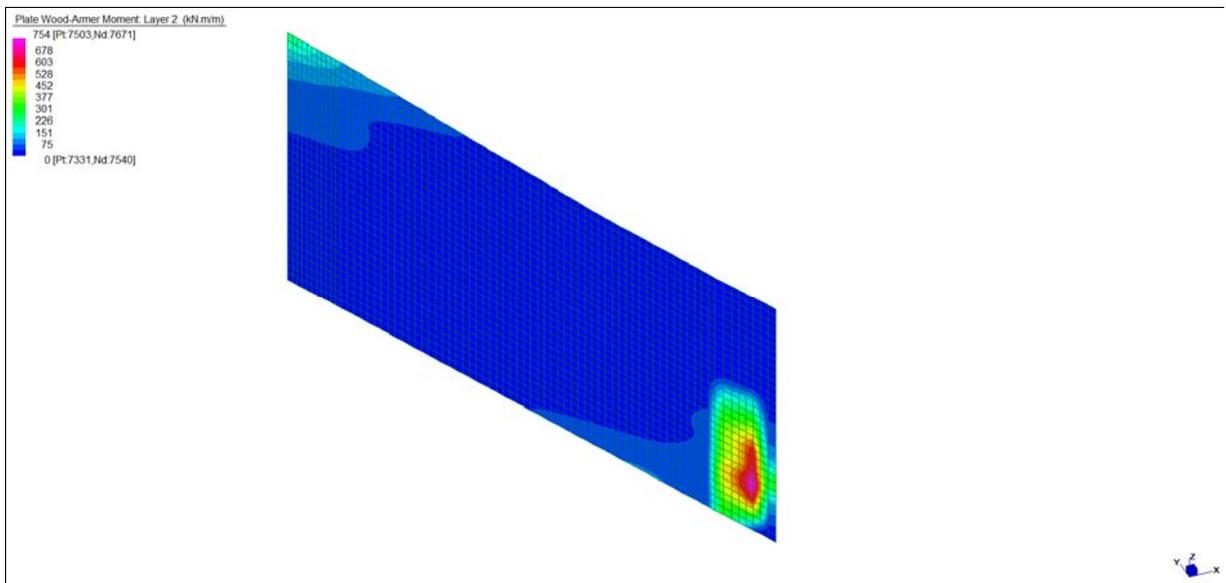
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



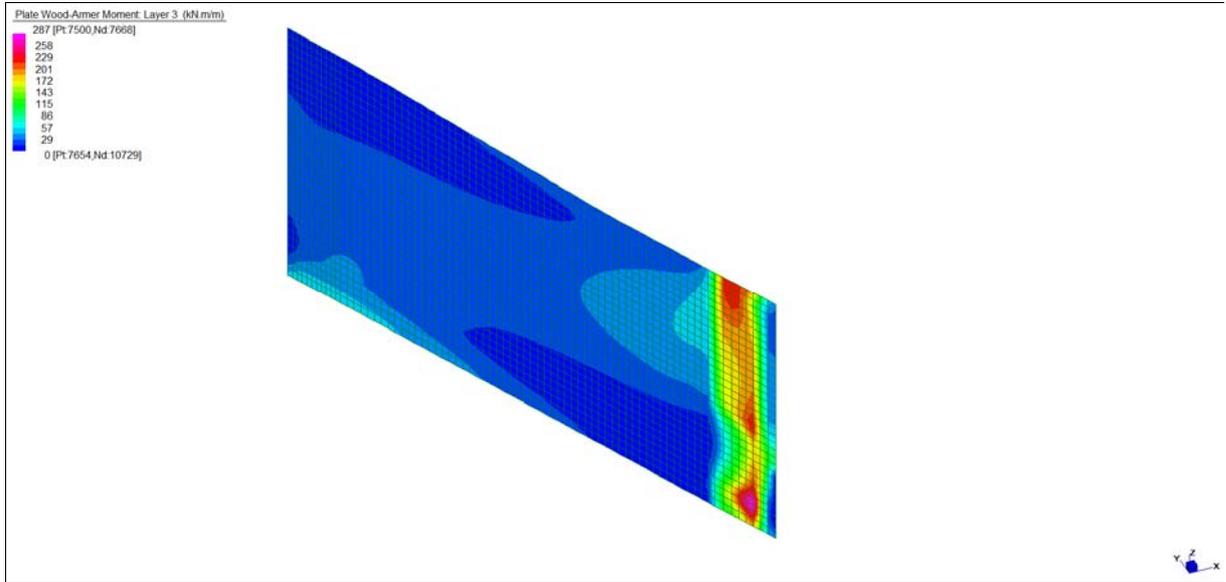
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale X+ (S.L.E. Rara)



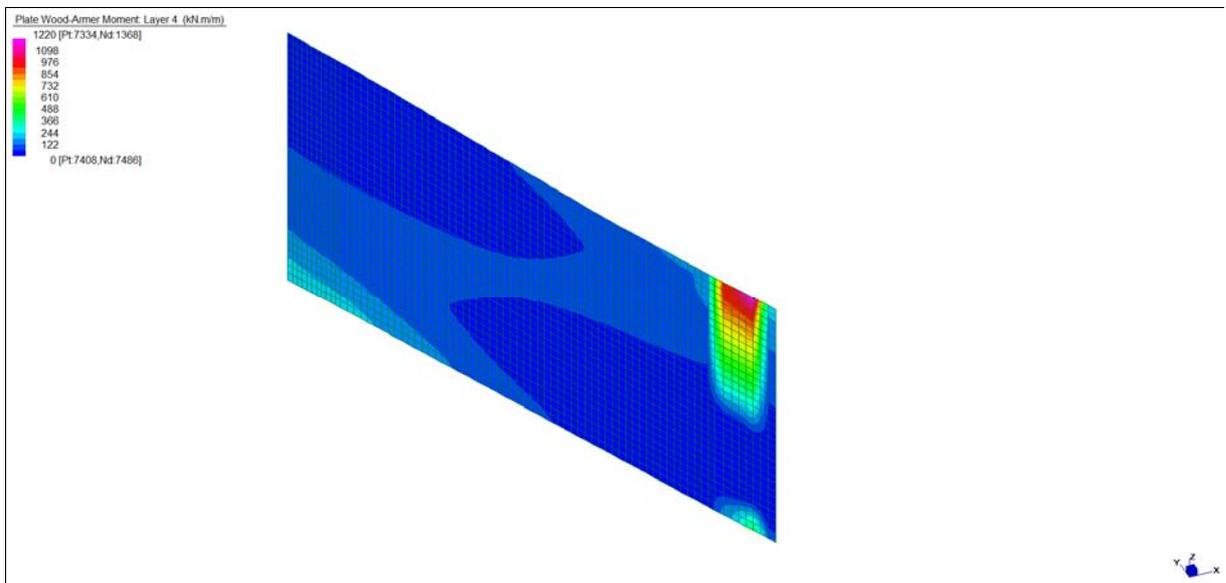
Layer 2 – Momento direzione Verticale X+ (S.L.E. Rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale X- (S.L.E. Rara)*

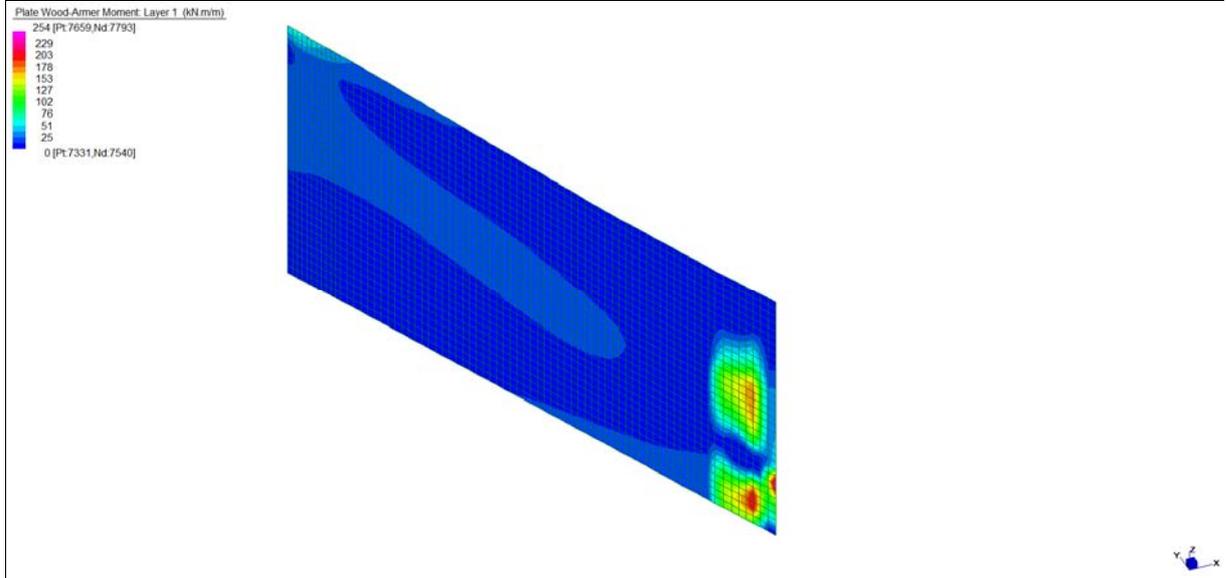


*Layer 4 – Momento direzione Verticale X- (S.L.E. Rara)*

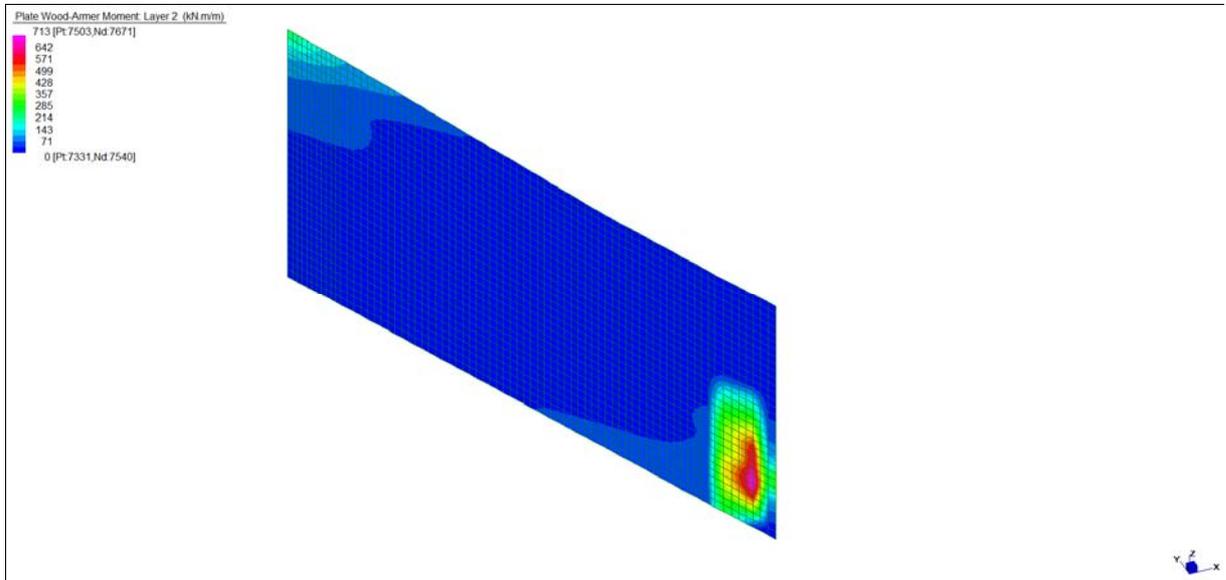
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



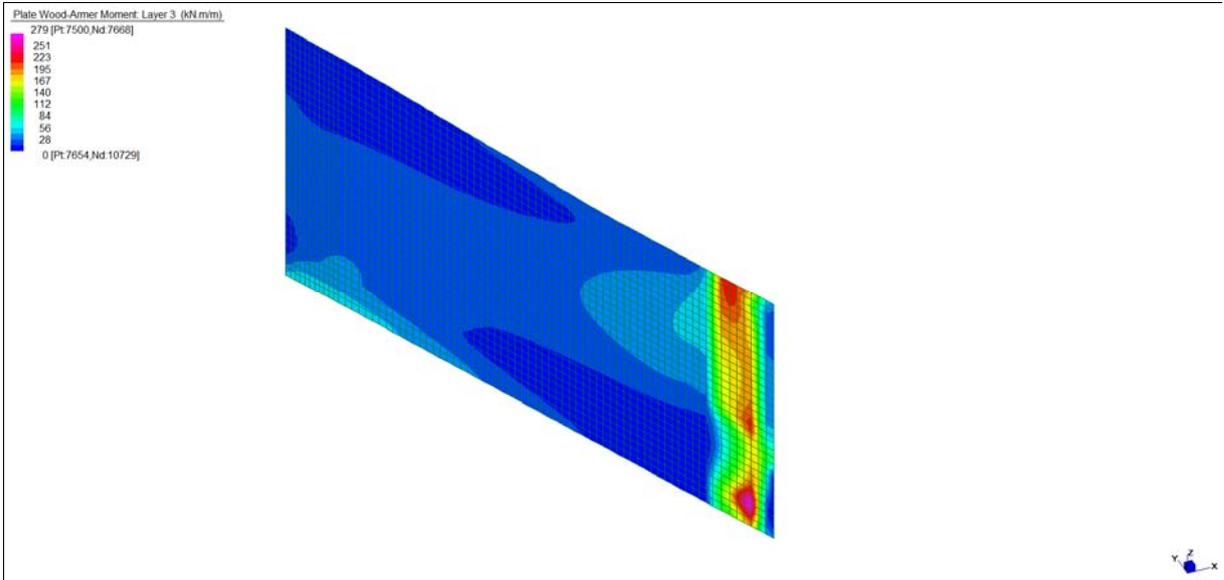
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale X+ (S.L.E. Frequente)*



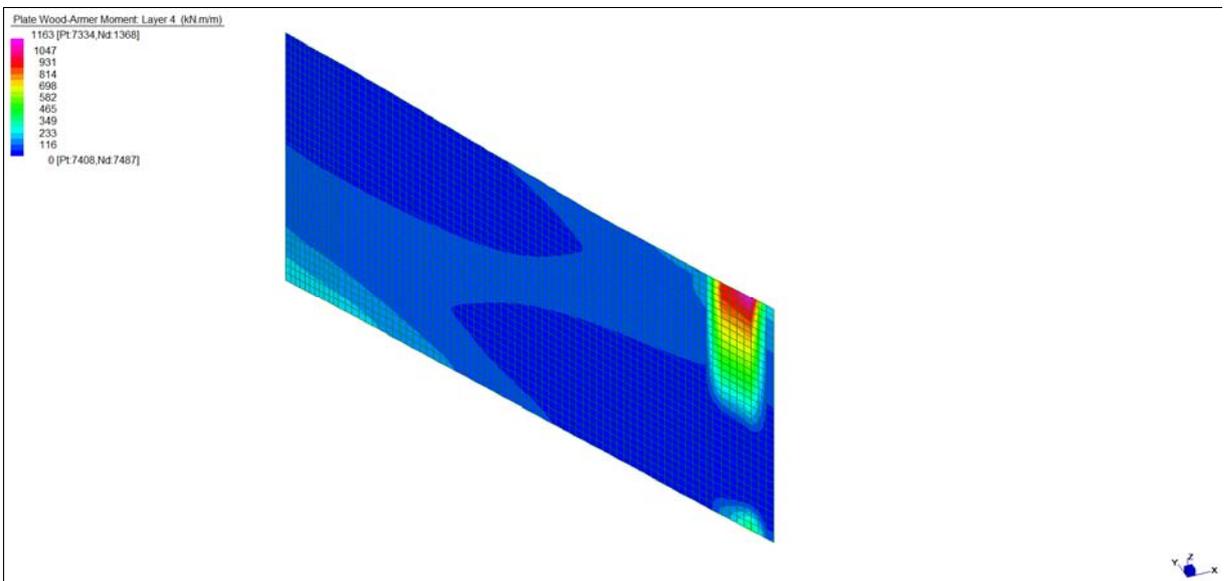
*Layer 2 – Momento direzione Verticale X+ (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale X- (S.L.E. Frequente)*

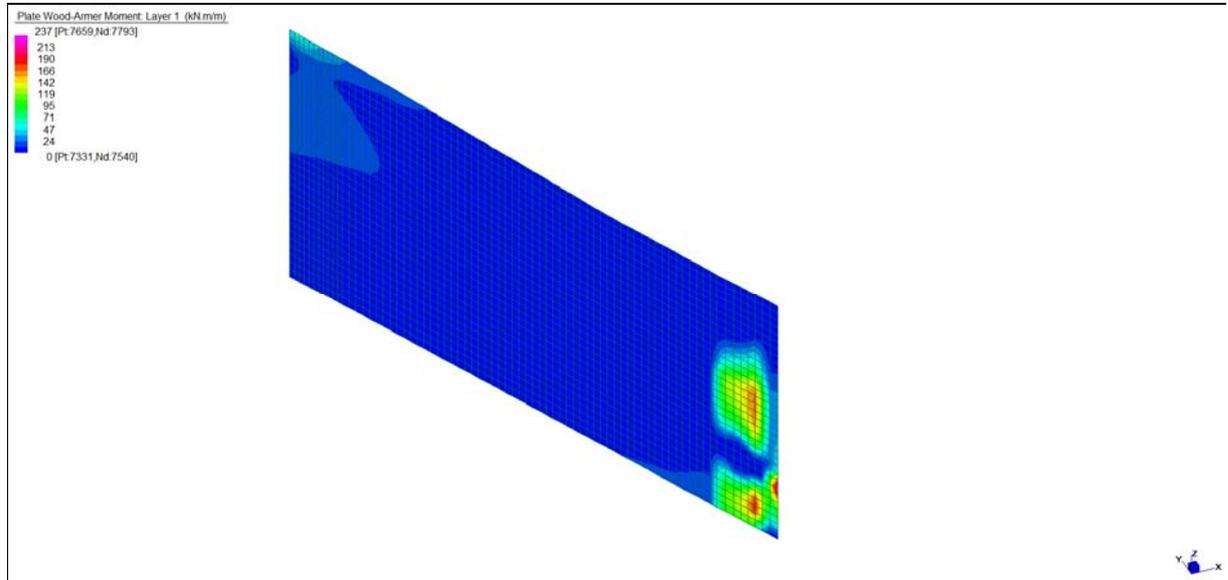


*Layer 4 – Momento direzione Verticale X- (S.L.E. Frequente)*

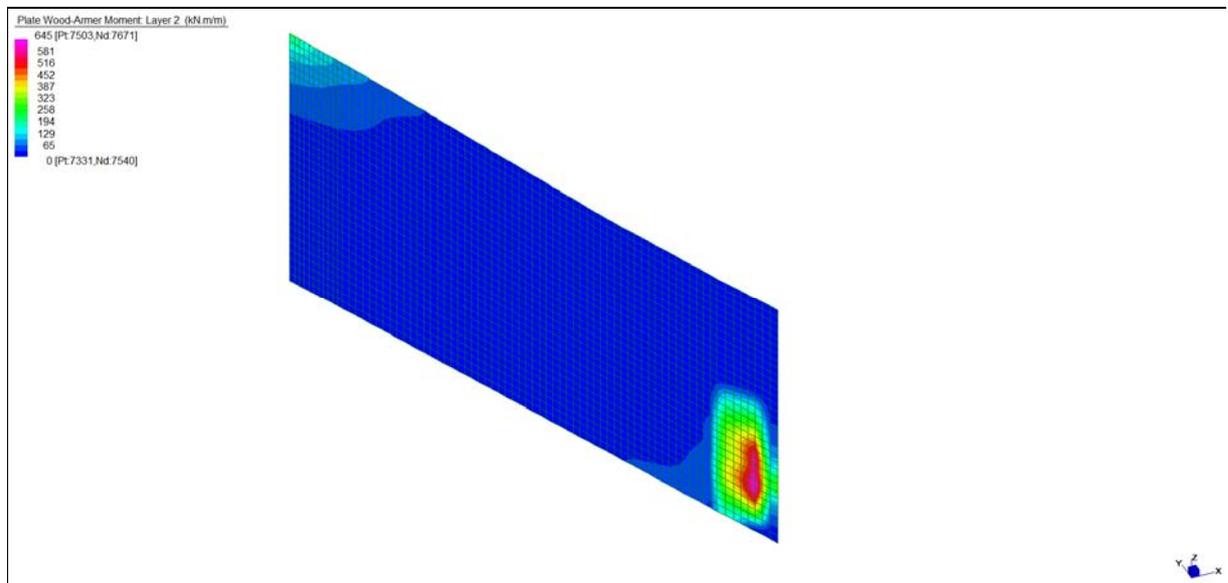
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



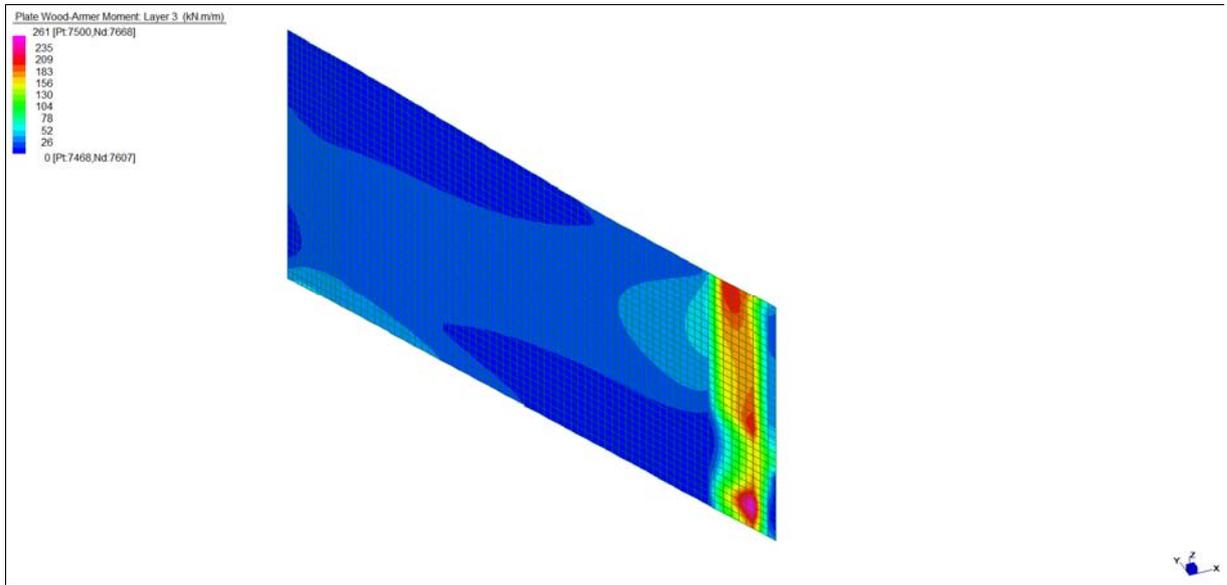
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale X+ (S.L.E. Quasi permanente)



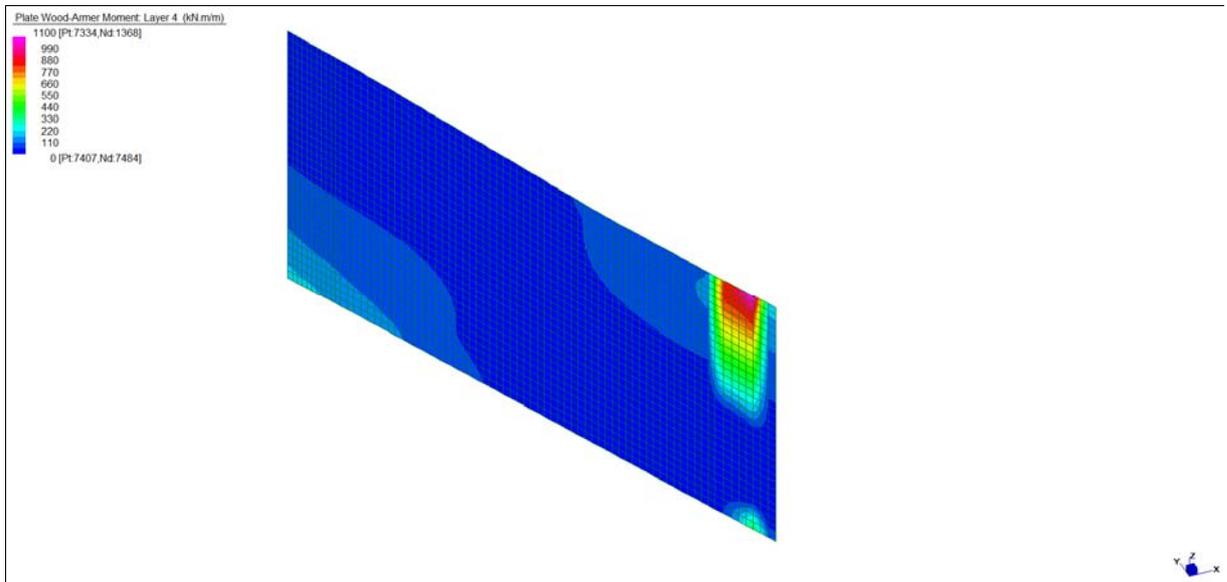
Layer 2 – Momento direzione Verticale X+ (S.L.E. Quasi permanente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale X- (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione Verticale X- (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	
MURO P	Orizz.	X+	1	100	50	41	36	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	805	838	Si
	Vert.	X+	2	100	95	88	84	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	2711	3014	Si
	Orizz.	X-	3	100	95	86	86	-	-	φ20/20	φ14/20	-	-	687	760	Si
	Vert.	X-	4	100	95	88	84	78	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	3693	3936	Si

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro P*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Verticale (Z-Y loc)	100	50	44	5000	φ26/10	1,674	0,0156	0,409	-	315	Si, vedi grafici
Orizzontale (Z-X loc)	100	95	86	9500	φ20/20	1,482	0,0027	0,340	-	304	Si, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	□	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Verticale (Z-Y loc)	100	50	44	5000	spilli φ12/20/10	90	26,6	1250	1749	1304	Si
Orizzontale (Z-X loc)	100	95	86	9500	spilli φ10/20/20	90	26,6	1030	1187	2550	Si

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muro P*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE**

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nel muro in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

Spessore 95 cm			Spessore 50 cm		
$N_{min} =$	4897	kN/m	$N_{min} =$	3270	kN/m
$b =$	100	cm	$b =$	100	cm
$h =$	95	cm	$h =$	50	cm
$A_c =$	9500	cm <sup>2</sup>	$A_c =$	5000	cm <sup>2</sup>
$R_{ck} =$	35	MPa	$R_{ck} =$	35	MPa
$f_{cd} =$	16,46	MPa	$f_{cd} =$	16,46	MPa
$v =$	0,313		$v =$	0,397	
$C =$	1,7		$C =$	1,7	
$L =$	850	cm	$L =$	850	cm
$\beta =$	0,5		$\beta =$	0,5	
$L_0 =$	425	cm	$L_0 =$	425	cm
$\rho =$	27,42	cm	$\rho =$	14,43	cm
$\lambda =$	15,50		$\lambda =$	29,44	
$\lambda_{lim} =$	46,78		$\lambda_{lim} =$	41,54	
Verifica	Si		Verifica	OK	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Muro P*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO P	Orizz.	X+	1	100	50	41	36	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	253	7,52	< 17,43	117	< 360
	Vert.	X+	2	100	95	88	84	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	754	5,31	< 17,43	101	< 360
	Orizz.	X-	3	100	95	86	86	-	-	φ20/20	φ14/20	-	-	287	3,41	< 17,43	155	< 360
	Vert.	X-	4	100	95	88	84	78	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	1220	8,09	< 17,43	124	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO P	Orizz.	X+	1	100	50	41	36	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	250	0,15	< 0,40
	Vert.	X+	2	100	95	88	84	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	713	0,08	< 0,40
	Orizz.	X-	3	100	95	86	86	-	-	φ20/20	φ14/20	-	-	279	0,14	< 0,40
	Vert.	X-	4	100	95	88	84	78	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	1163	0,12	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO P	Orizz.	X+	1	100	50	41	36	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	237	7,05	< 13,07	0,14	< 0,30
	Vert.	X+	2	100	95	88	84	-	-	φ26/10	φ26/10	-	-	645	4,55	< 13,07	0,06	< 0,30
	Orizz.	X-	3	100	95	86	86	-	-	φ20/20	φ14/20	-	-	261	3,10	< 13,07	0,13	< 0,30
	Vert.	X-	4	100	95	88	84	78	-	φ26/10	φ26/10	φ26/10	-	1100	7,29	< 13,07	0,11	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Muro P*

## 15.5 MURO DI CONTENIMENTO

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel muro controterra in esame restituite dal modello relativamente agli involuppi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

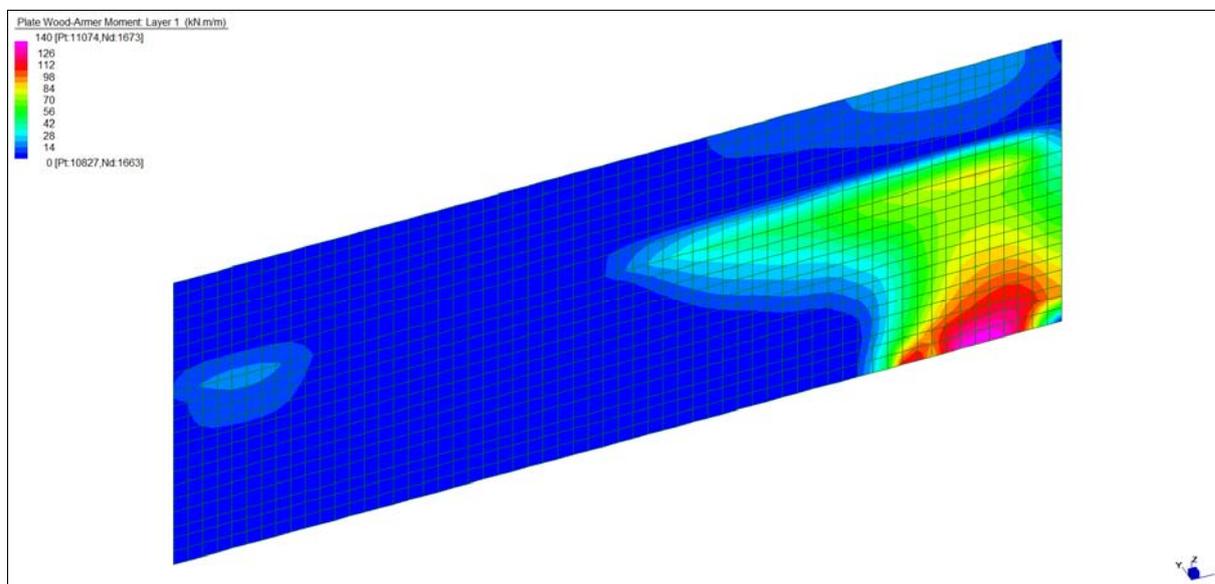
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

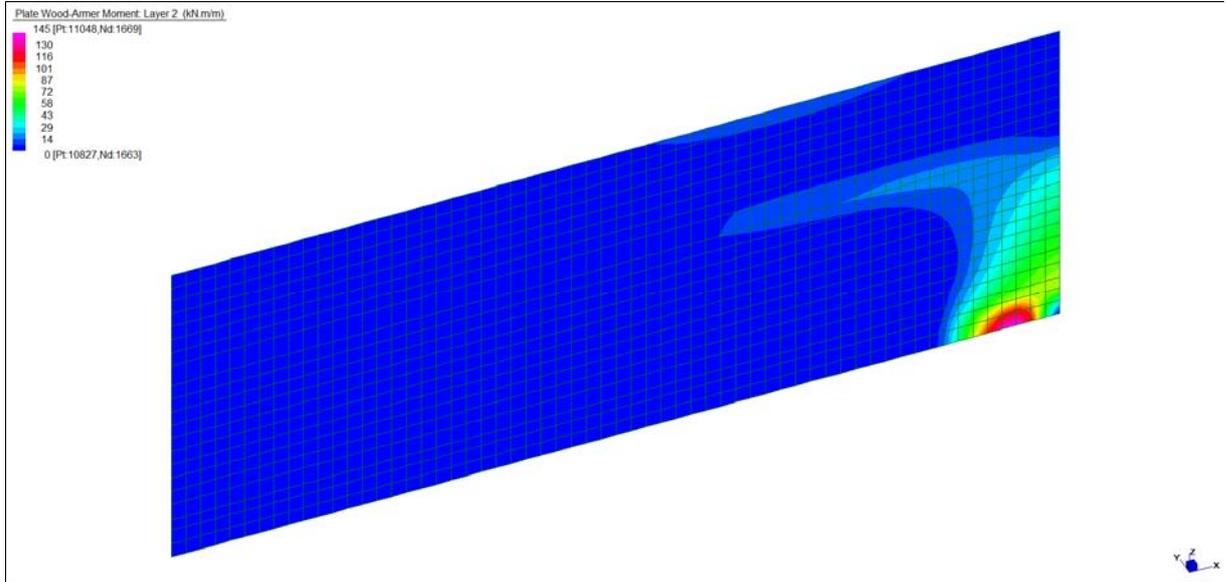
### Grafici di combinazione di SLU



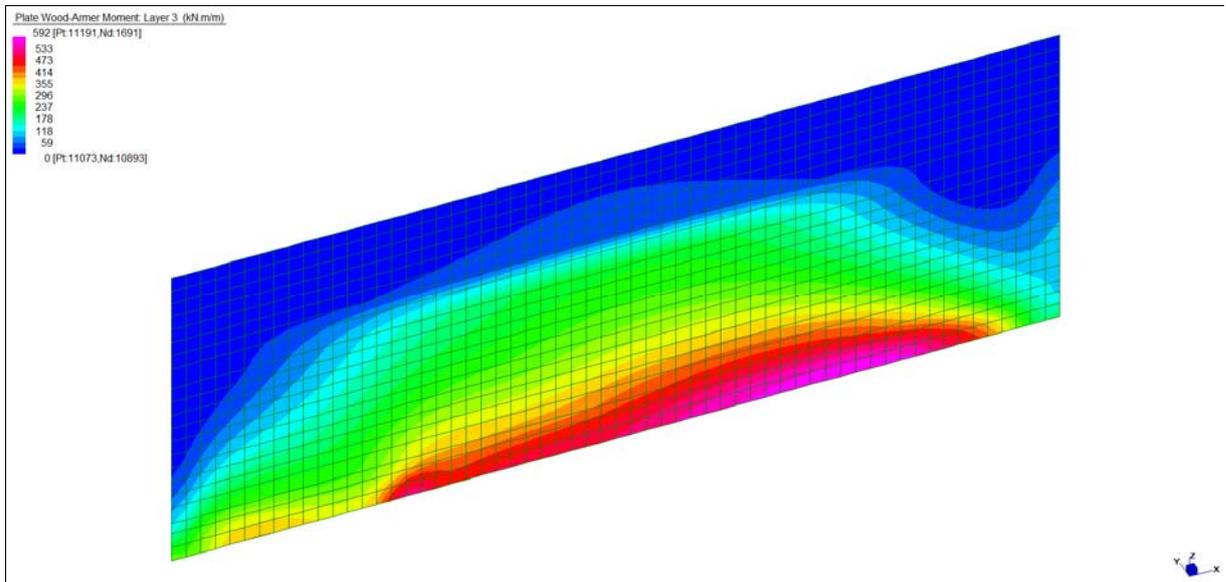
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato valle (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



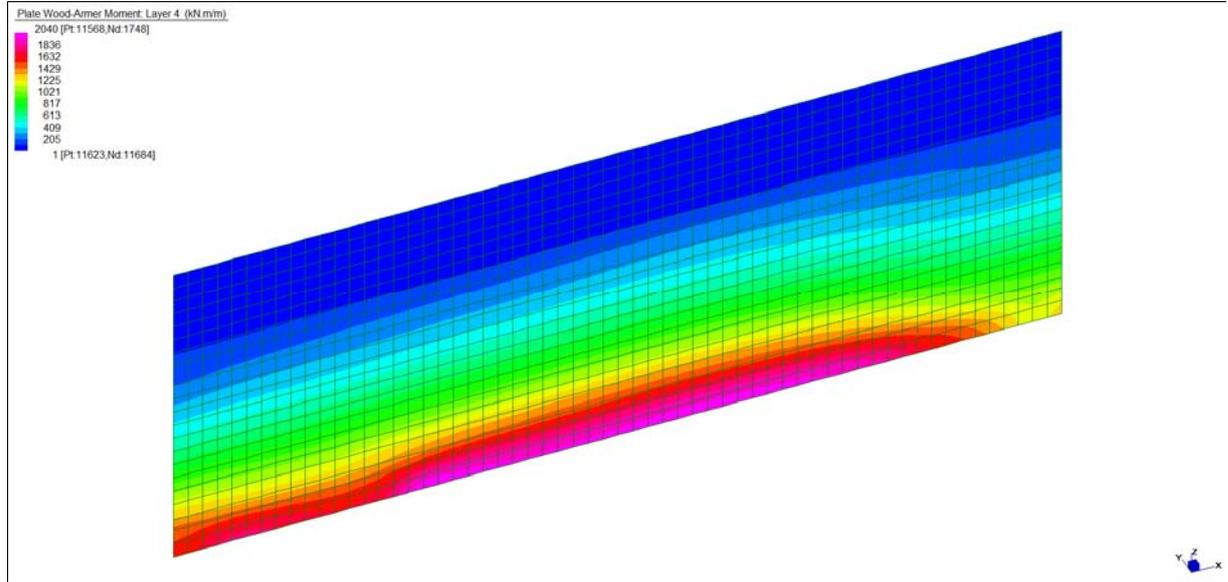
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato valle (S.L.U.)*



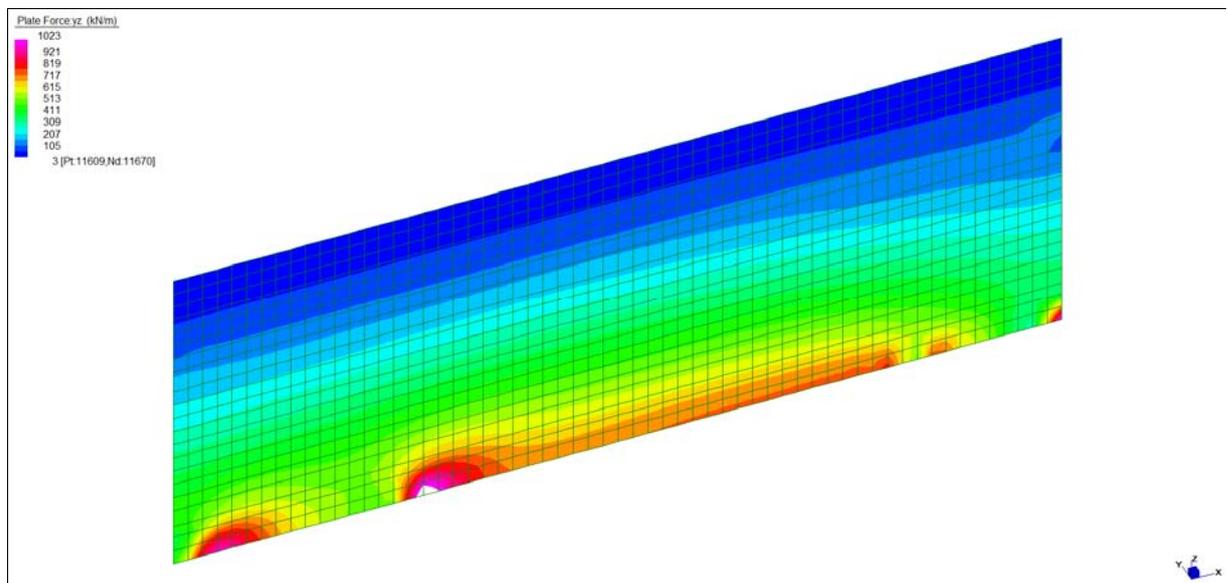
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



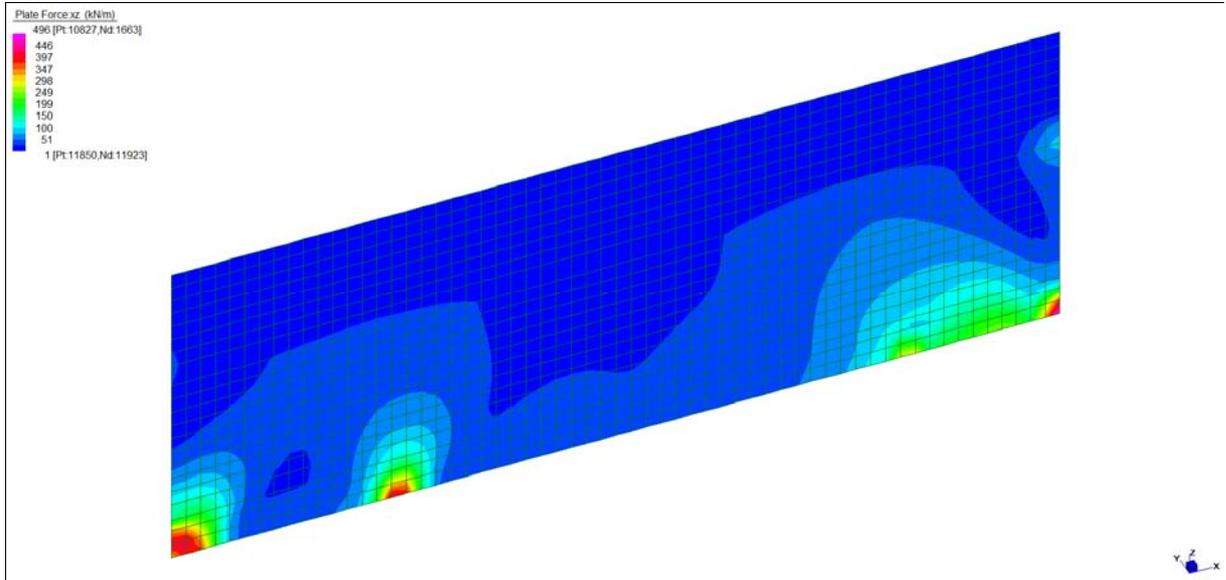
*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.U.)*



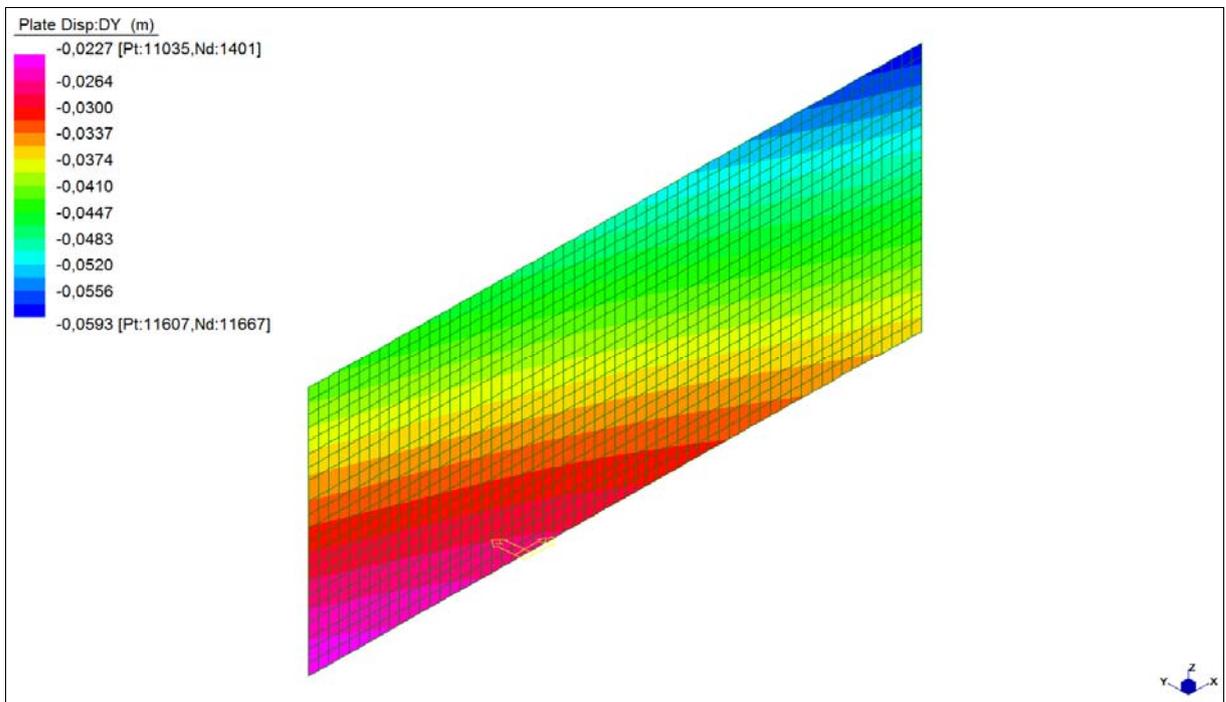
*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale\_VZX\_locale (S.L.U.)*

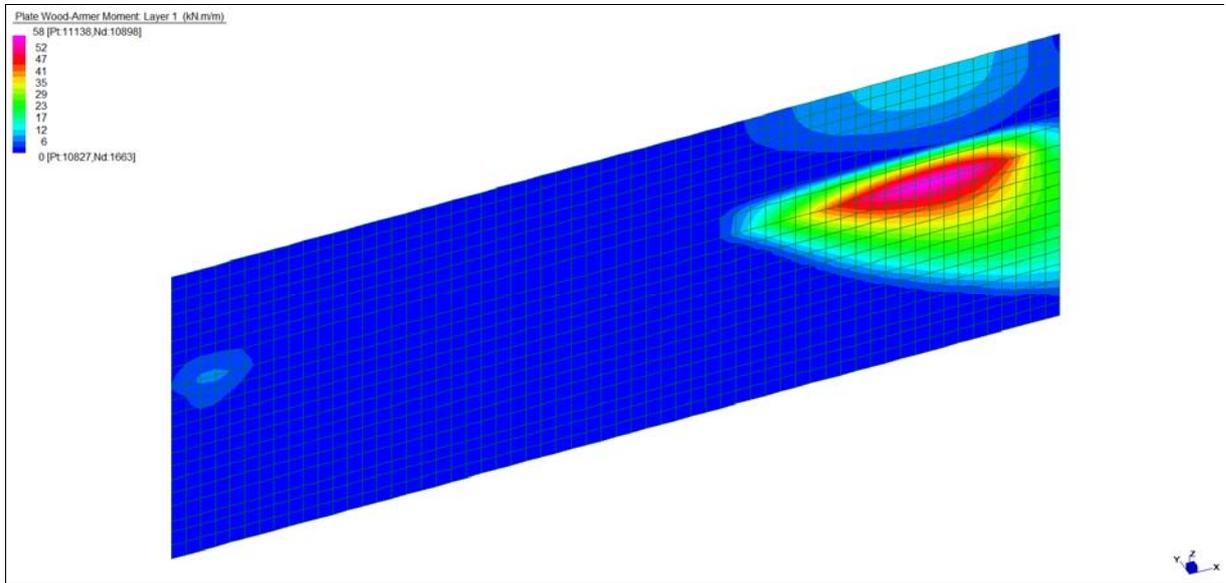


*Spostamento  $d_{Y \min \text{ locale}}$  (S.L.V. Sismico) \_\_ Muro (livello 680 m)*

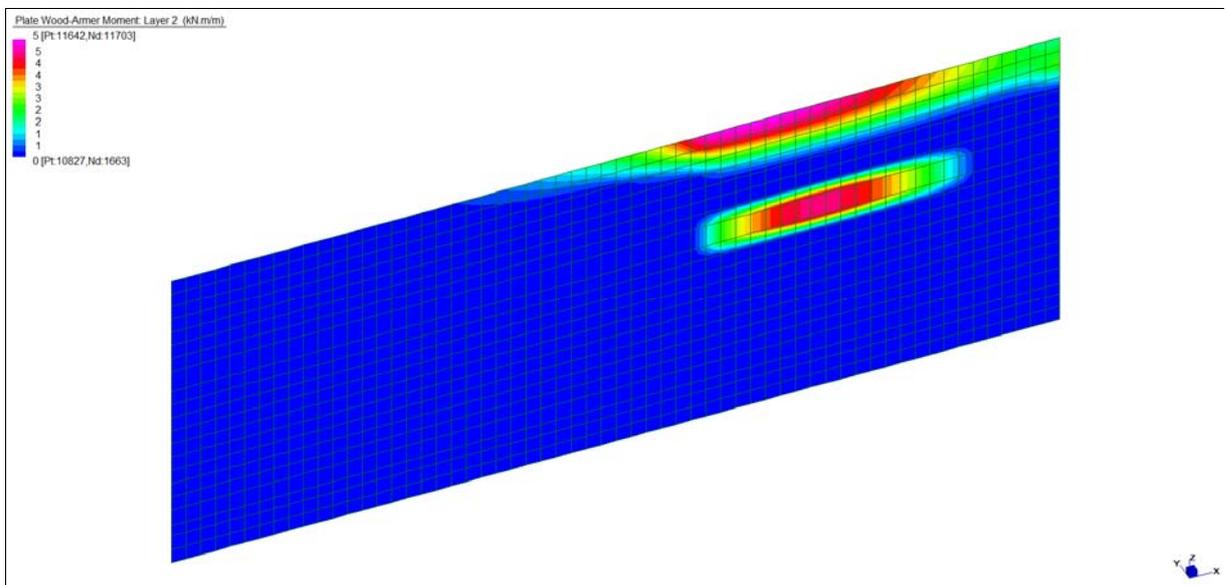
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



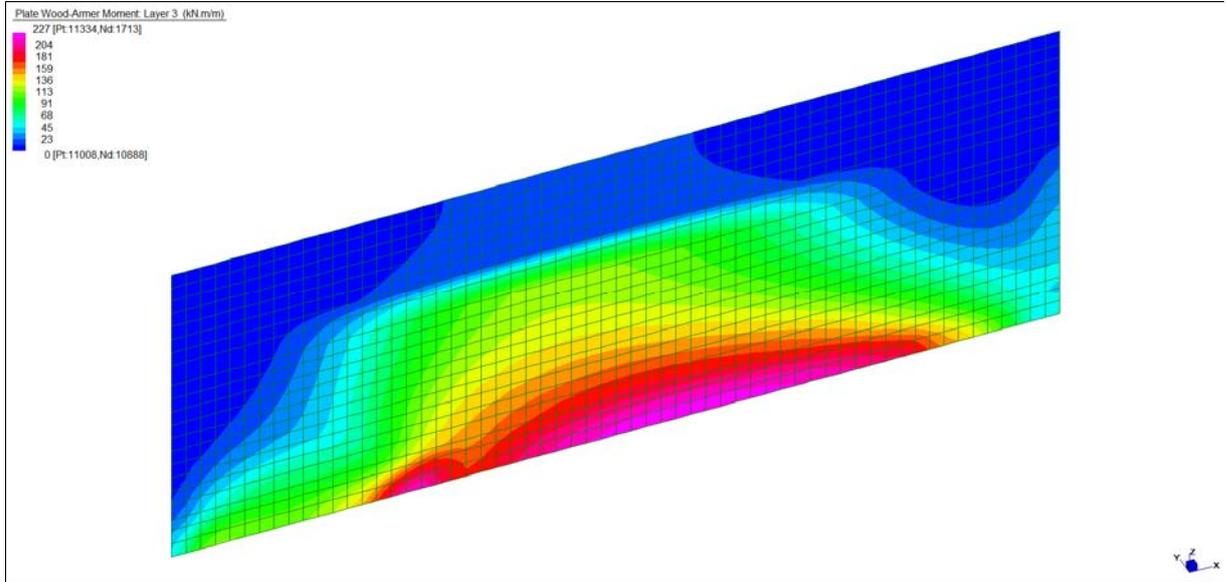
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato valle (S.L.E. Rara)



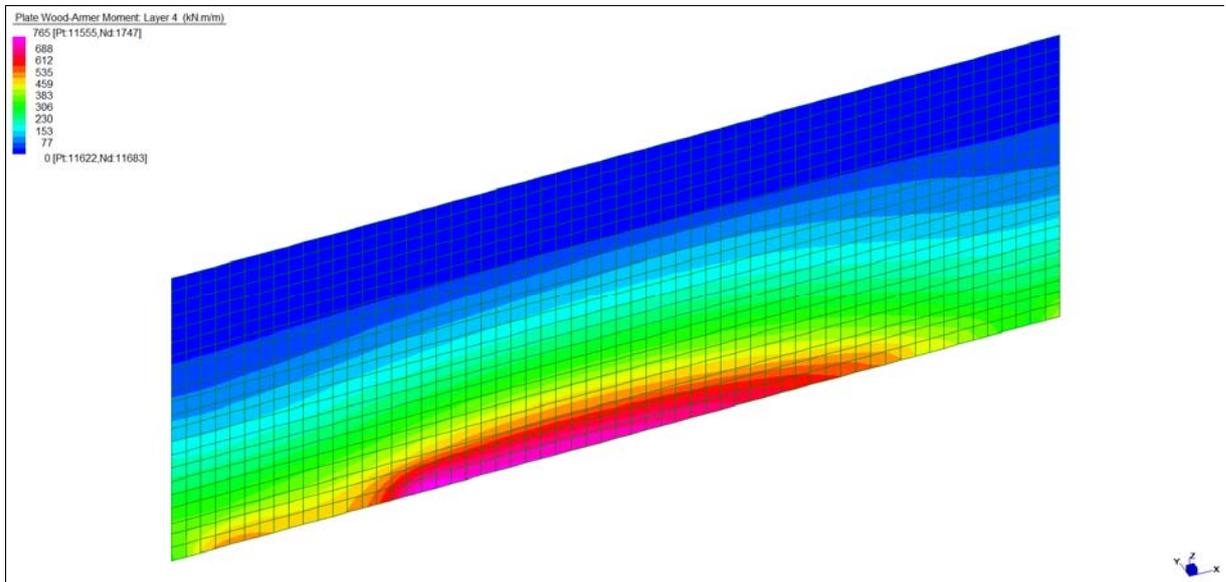
Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato valle (S.L.E. Rara)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.E. Rara)*

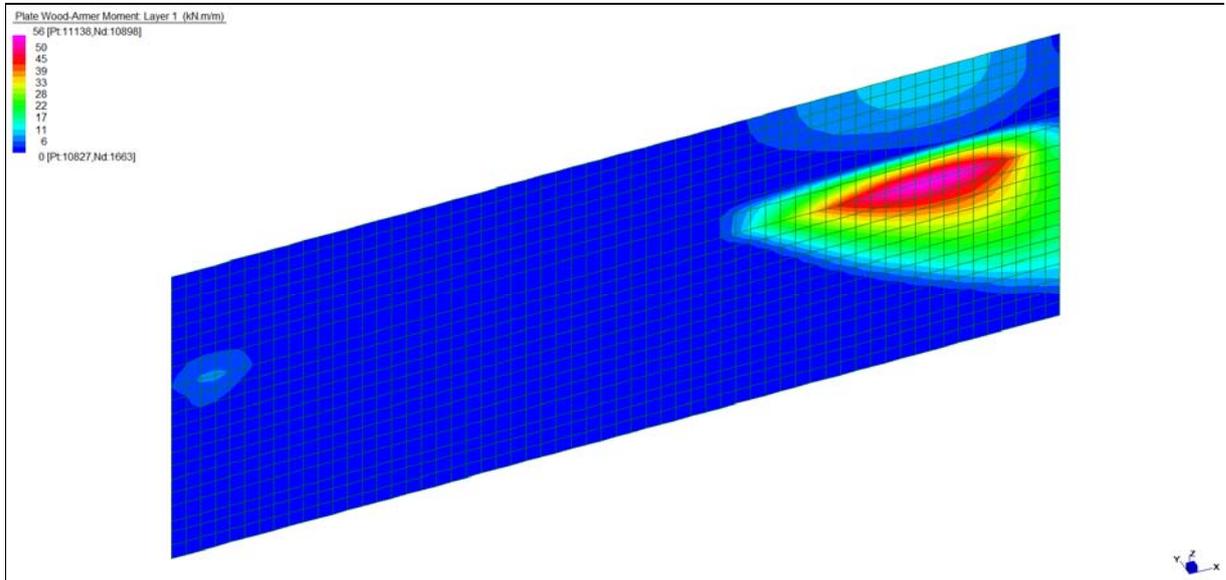


*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.E. Rara)*

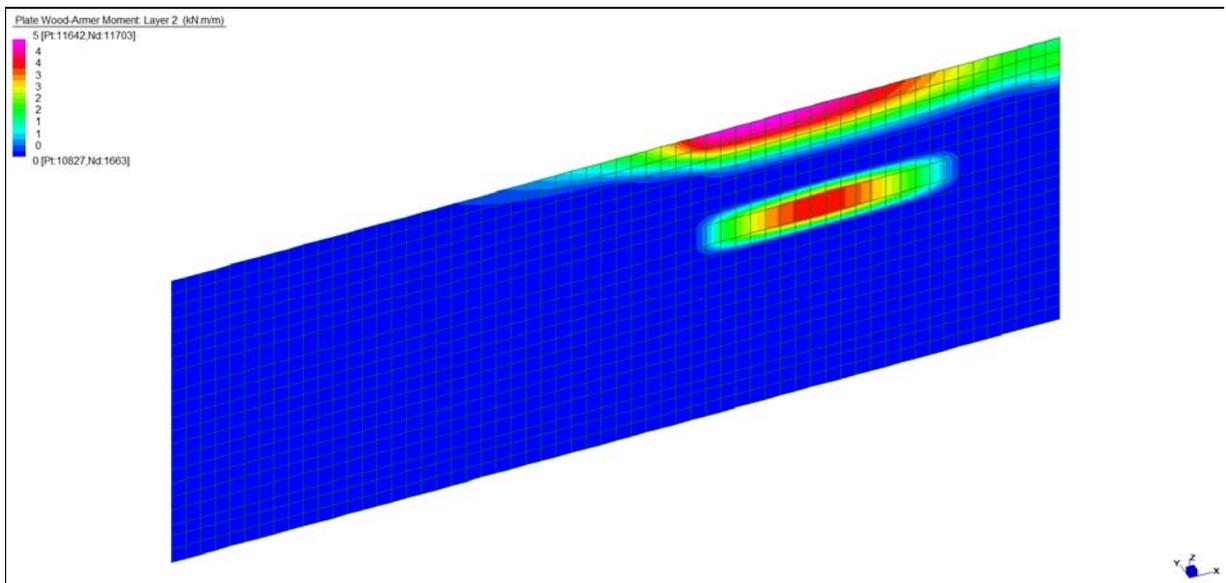
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**Grafici di combinazione FREQUENTE**



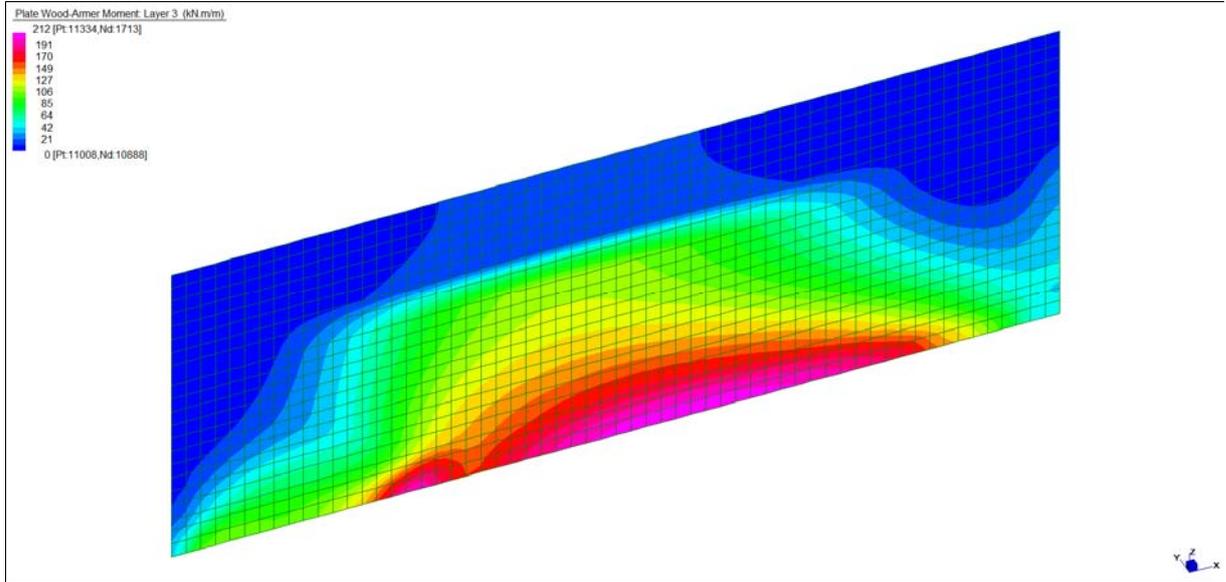
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato valle (S.L.E. Frequente)*



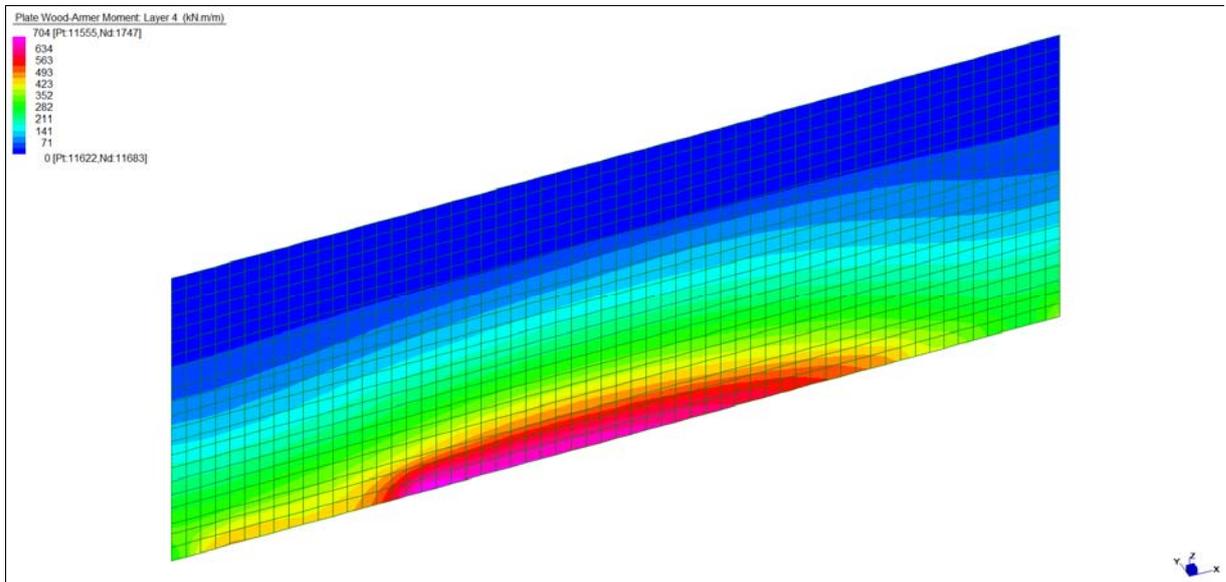
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato valle (S.L.E. Frequente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.E. Frequente)*

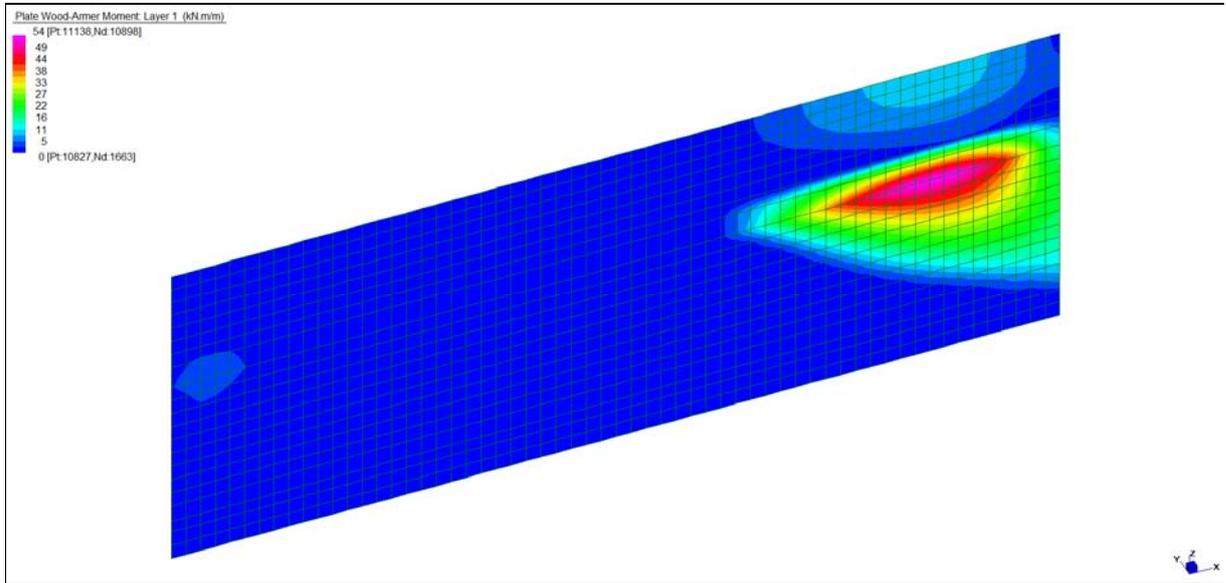


*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.E. Frequente)*

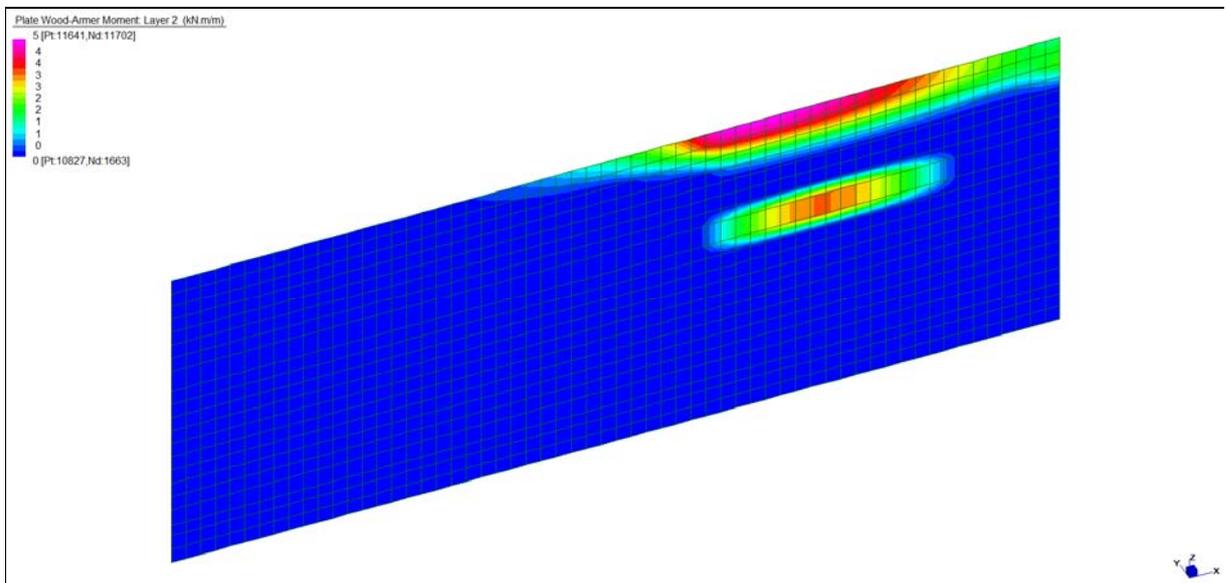
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE**



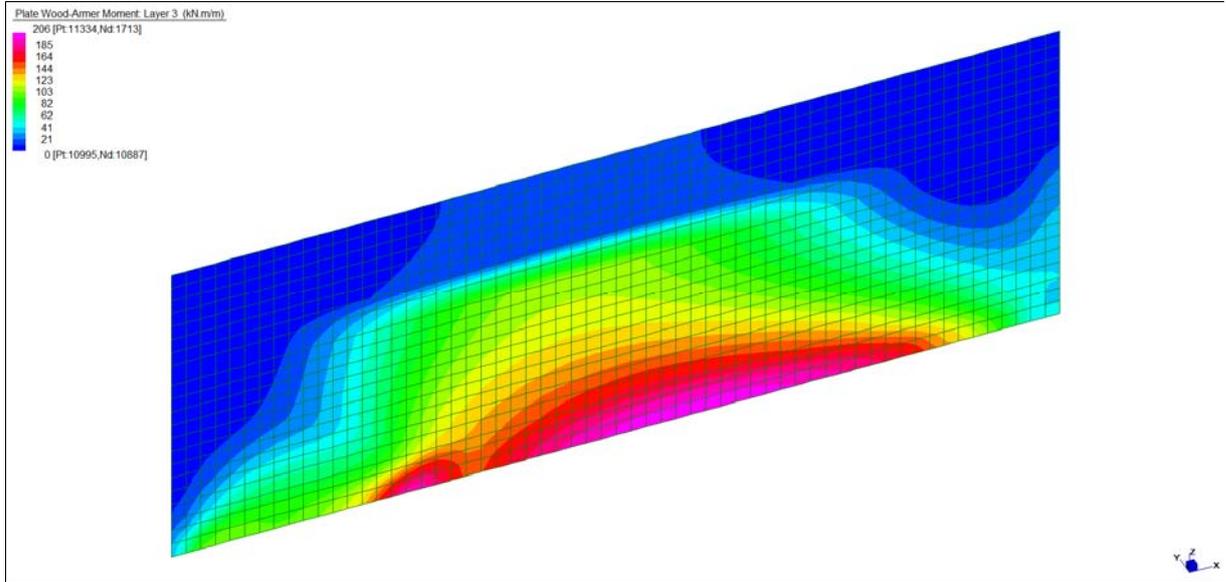
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Lato valle (S.L.E. Quasi permanente)*



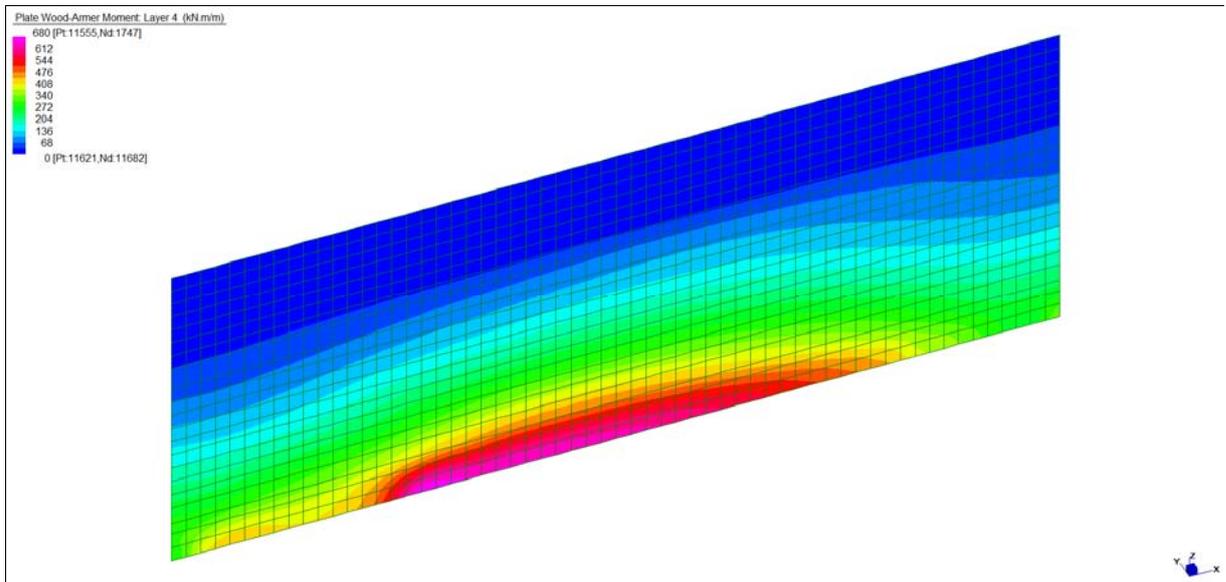
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Lato valle (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione Verticale Lato terra (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	
MURO DI CONTENIMENTO	Orizzontale	Valle	1	100	100	91	-	-	-	φ20/20	-	-	-	140	547	Sì
	Verticale	Valle	2	100	100	93	-	-	-	φ20/20	-	-	-	145	559	Sì
	Orizzontale	Terra	3	100	100	91	91	-	-	φ20/20	φ12/20	-	-	592	737	Sì
	Verticale	Terra	4	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	2040	2244	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro di contenimento*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Verticale (Z-Y loc)	100	100	93	10000	φ26/20	1,464	0,0029	0,334	-	330	Sì, vedi grafici
Orizzontale (Z-X loc)	100	100	91	10000	φ20/20	1,469	0,0017	0,336	-	305	Sì, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	□	∅	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Verticale (Z-Y loc)	100	100	93	10000	spilli φ8/20/20	90	26,6	808	821	2758	Sì
Orizzontale (Z-X loc)	100	100	91	10000	spilli φ8/20/20	90	26,6	496	804	2698	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Muro di contenimento*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO DI CONTENIMENTO	Orizzontale	Valle	1	100	100	91	-	-	-	φ20/20	-	-	-	58	0,74	< 17,43	44	< 360
	Verticale	Valle	2	100	100	93	-	-	-	φ20/20	-	-	-	5	0,06	< 17,43	4	< 360
	Orizzontale	Terra	3	100	100	91	91	-	-	φ20/20	φ12/20	-	-	227	2,56	< 17,43	127	< 360
	Verticale	Terra	4	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	765	5,50	< 17,43	140	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m
MURO DI CONTENIMENTO	Orizzontale	Valle	1	100	100	91	-	-	-	φ20/20	-	-	-	56	0,05	< 0,40
	Verticale	Valle	2	100	100	93	-	-	-	φ20/20	-	-	-	5	0,00	< 0,40
	Orizzontale	Terra	3	100	100	91	91	-	-	φ20/20	φ12/20	-	-	212	0,11	< 0,40
	Verticale	Terra	4	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	704	0,11	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d <sub>2</sub>	d <sub>3</sub>	d'	Armatura				m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As <sub>2</sub>	As <sub>3</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO DI CONTENIMENTO	Orizzontale	Valle	1	100	100	91	-	-	-	φ20/20	-	-	-	54	0,69	< 13,07	0,05	< 0,30
	Verticale	Valle	2	100	100	93	-	-	-	φ20/20	-	-	-	5	0,06	< 13,07	0,00	< 0,30
	Orizzontale	Terra	3	100	100	91	91	-	-	φ20/20	φ12/20	-	-	206	2,32	< 13,07	0,10	< 0,30
	Verticale	Terra	4	100	100	93	89	-	-	φ26/10	φ20/20	-	-	680	4,89	< 13,07	0,10	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Muro di contenimento*

## 15.6 MURO SU GIUNTO

### INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti nel muro in esame restituite dal modello relativamente agli involuipi di sollecitazione di stato limite ultimo e di esercizio.

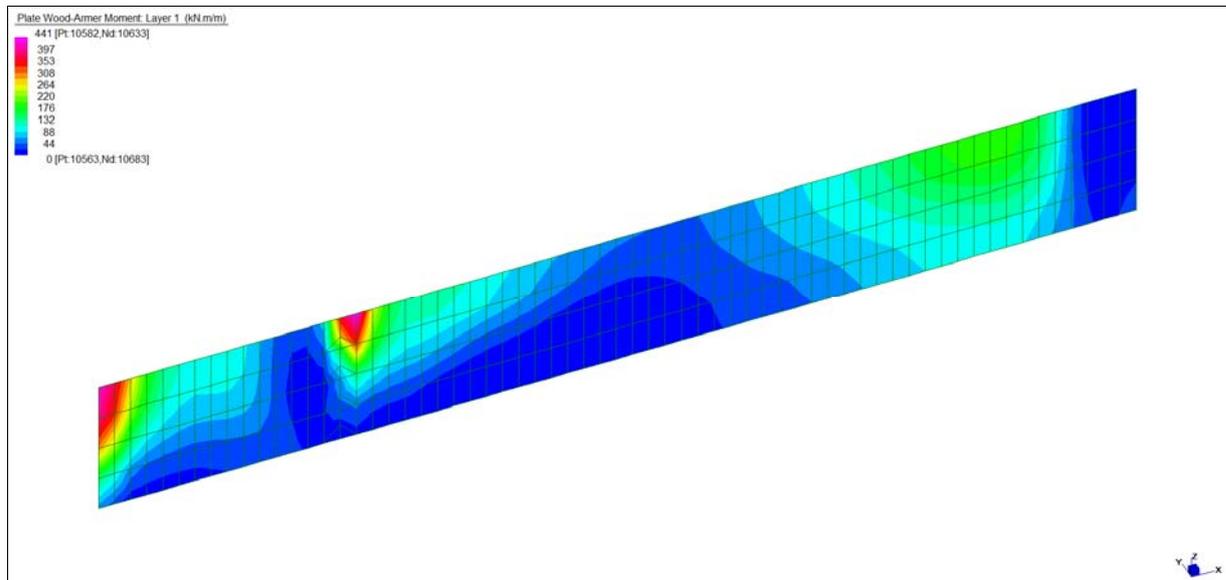
Si precisa che i grafici dei momenti flettenti sono comprensivi del momento torcente.

In riferimento allo SLU sono stati inseriti anche i grafici dello sforzo di taglio.

Per quanto riguarda i grafici relativi alla combinazione SLE RARA, sulla base delle armature previste in fase di calcolo a SLU/SLV, si è verificato il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e nell'acciaio. La verifica è stata condotta calcolando la sollecitazione responsabile del raggiungimento delle tensioni limite e verificando che questa sia sopportabile dalla sezione in funzione delle sue caratteristiche di geometria, materiale e armatura.

Per le combinazioni frequenti e quasi permanente si è proceduto con la medesima impostazione metodologica considerando però il rispetto dei limiti di tensione nel calcestruzzo e di apertura delle fessure.

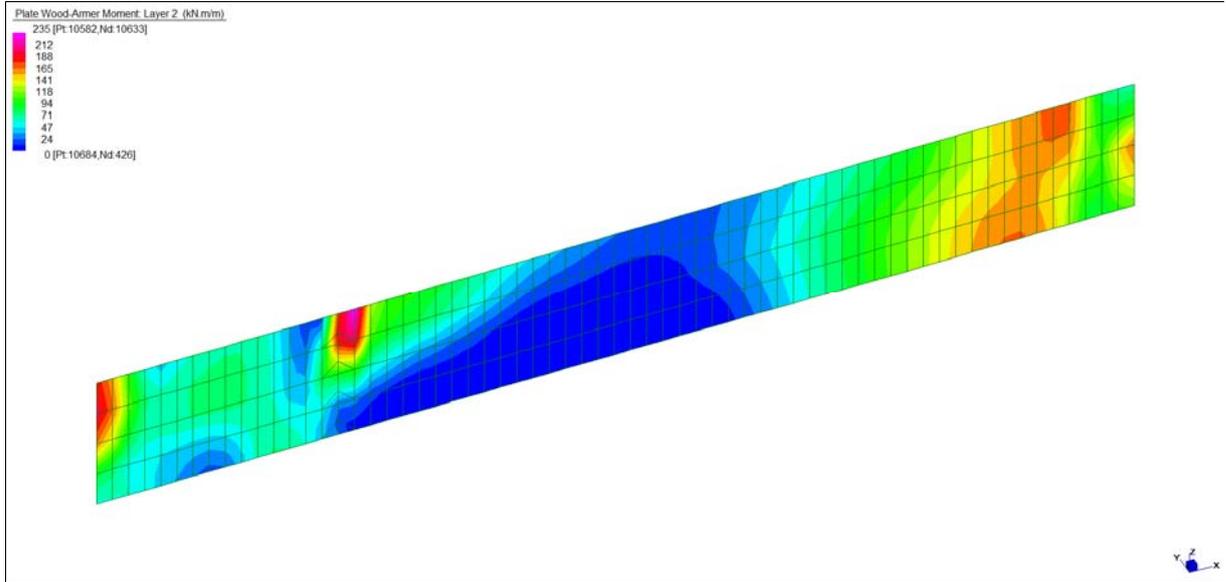
### Grafici di combinazione di SLU



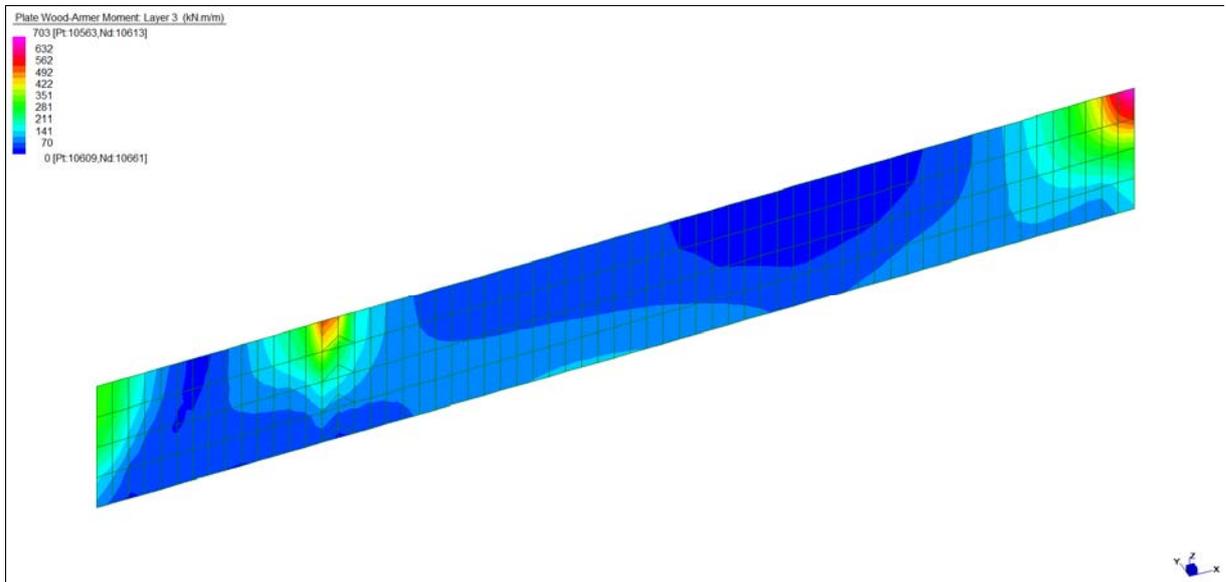
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Y+ (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



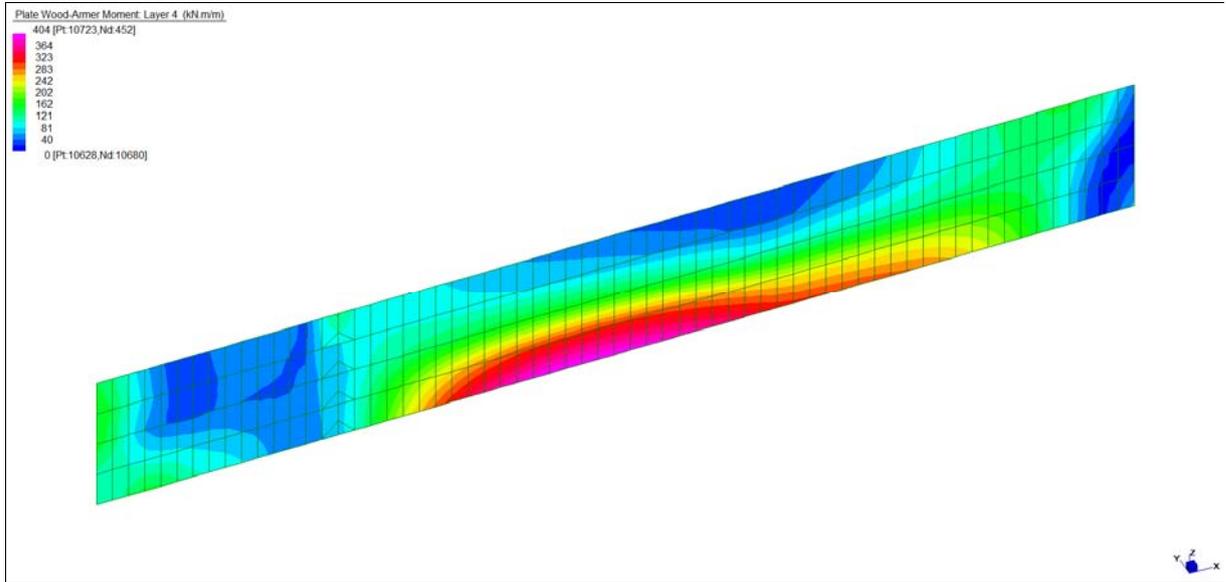
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Y+ (S.L.U.)*



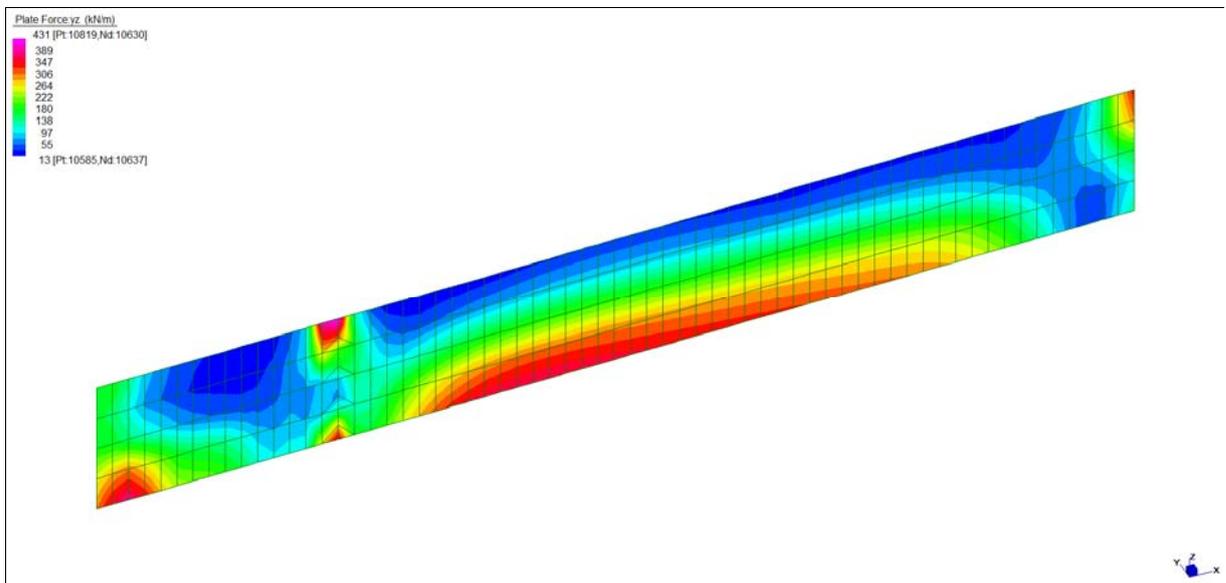
*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Y- (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



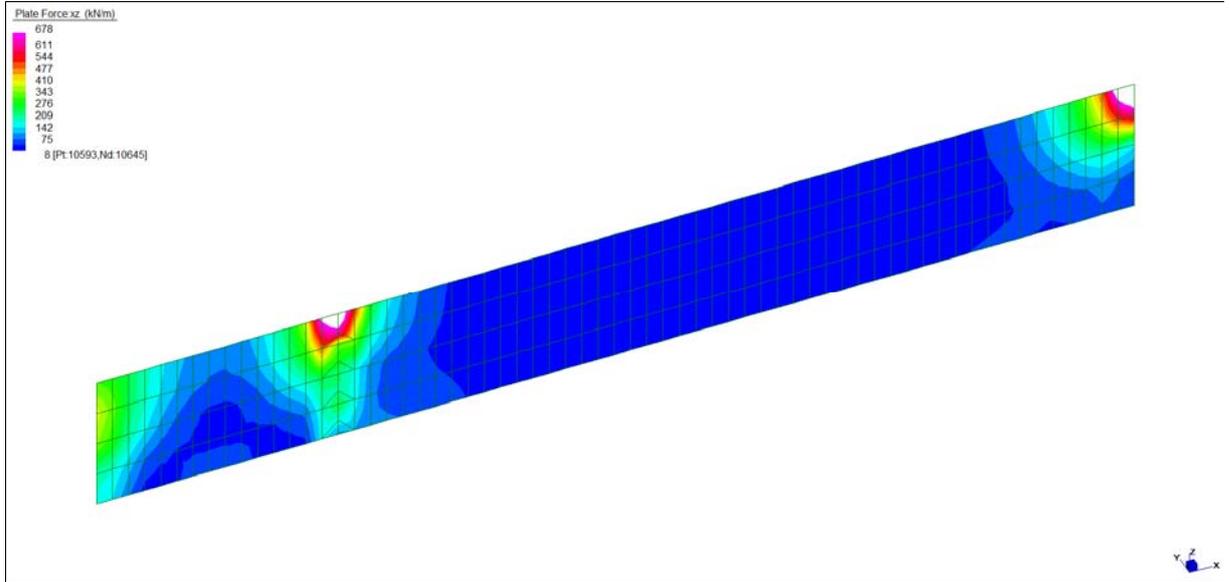
*Layer 4 – Momento direzione Verticale Y- (S.L.U.)*



*Sforzo di taglio\_dir. Verticale\_VYZ\_locale (S.L.U.)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

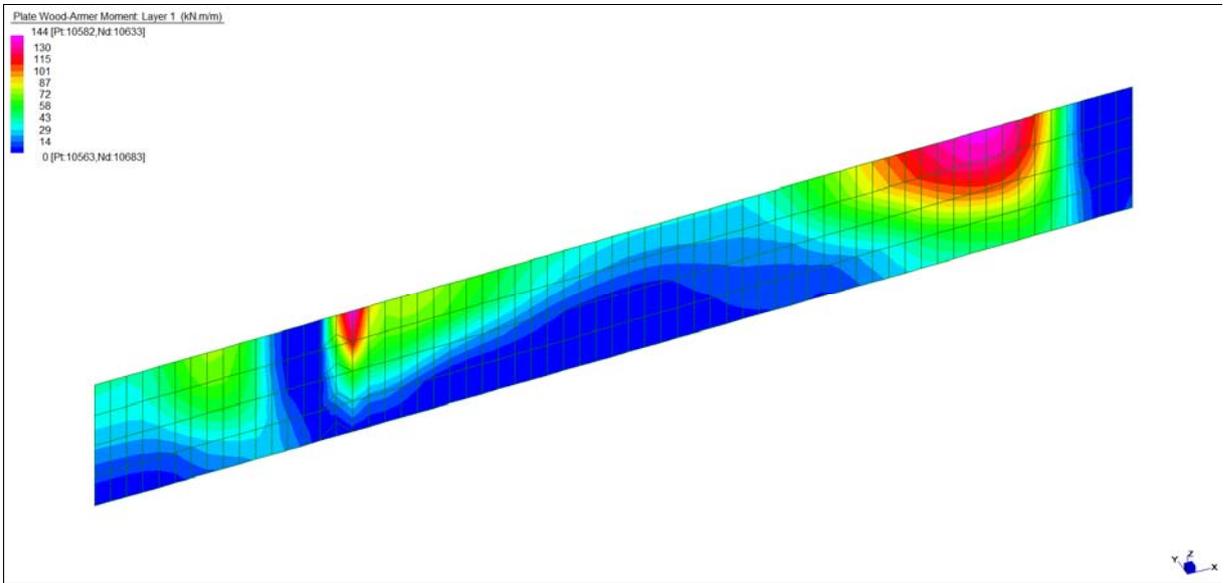


*Sforzo di taglio\_dir. Orizzontale  $V_{ZX\_locale}$  (S.L.U.)*

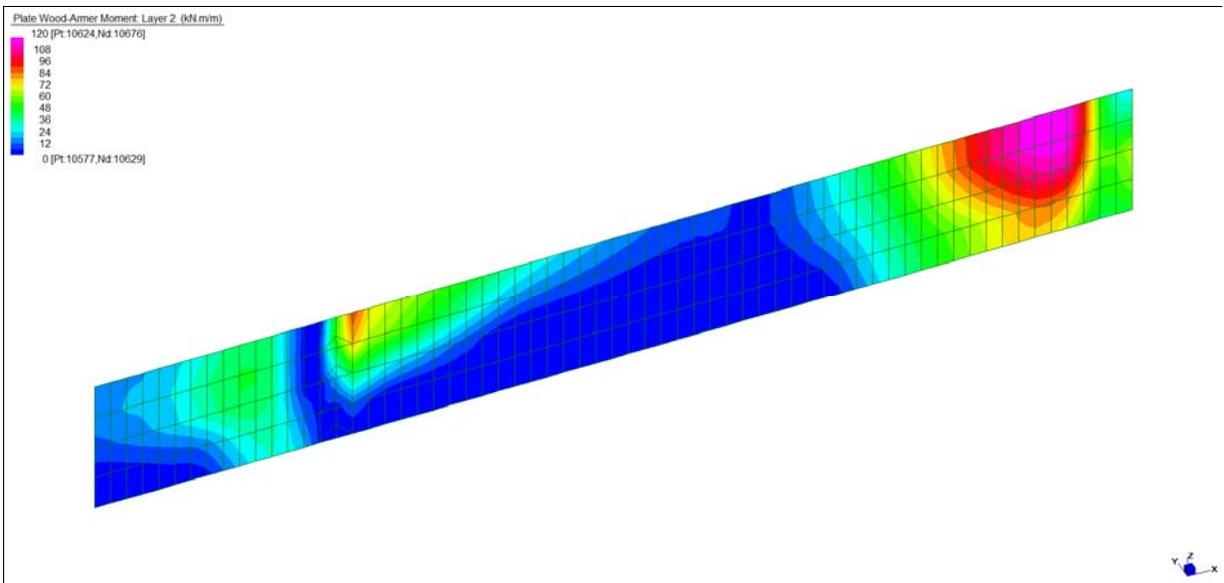
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione RARA



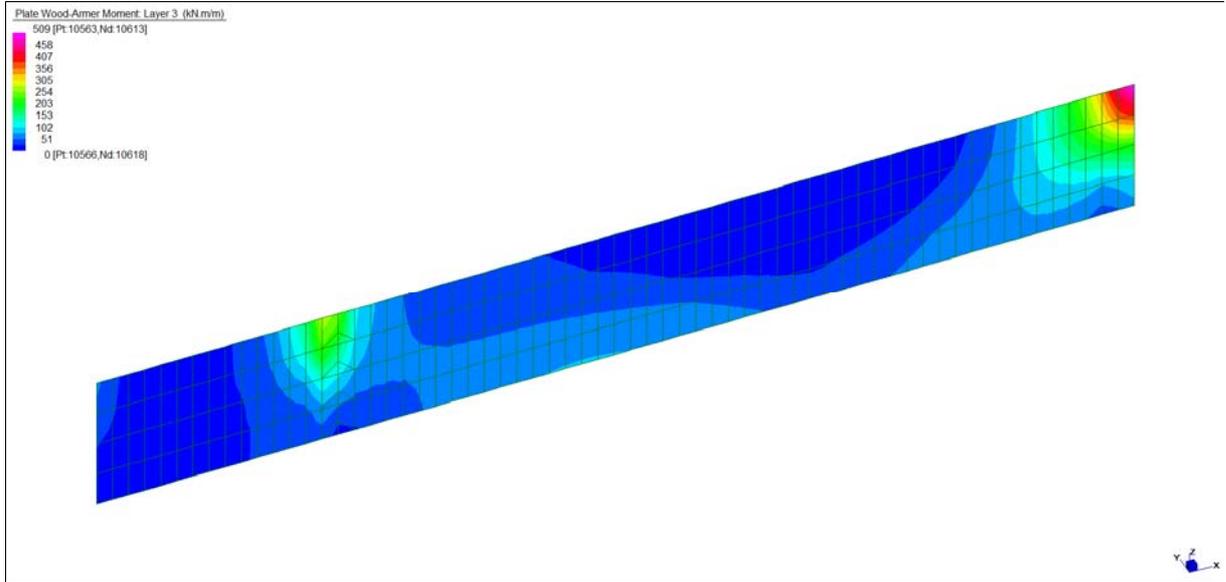
*Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Y+ (S.L.E. Rara)*



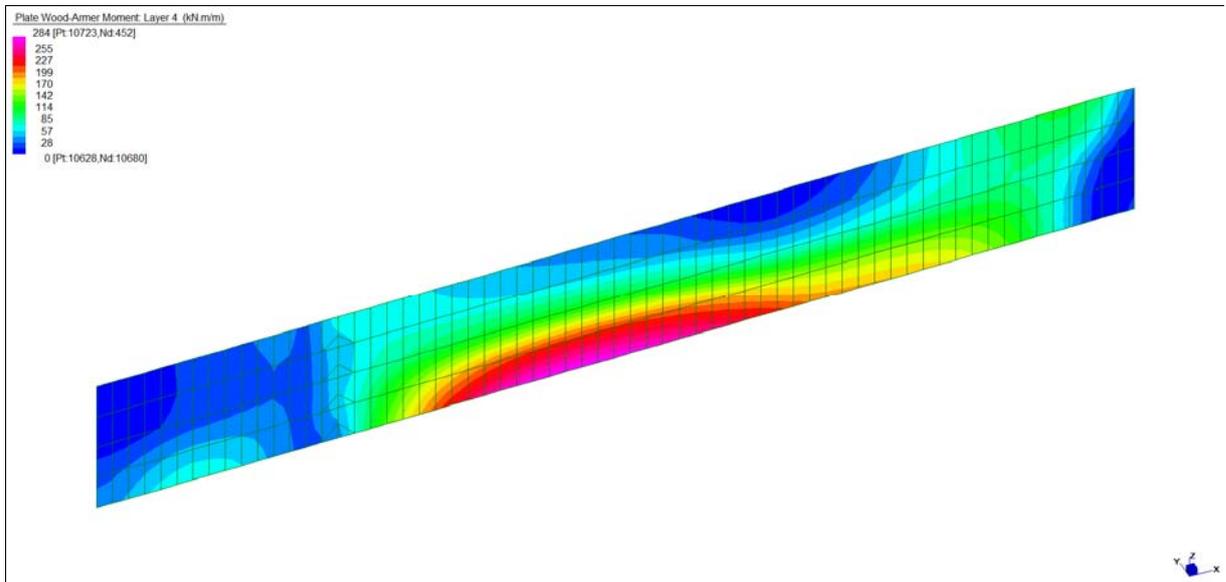
*Layer 2 – Momento direzione Verticale Y+ (S.L.E. Rara)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Y- (S.L.E. Rara)*

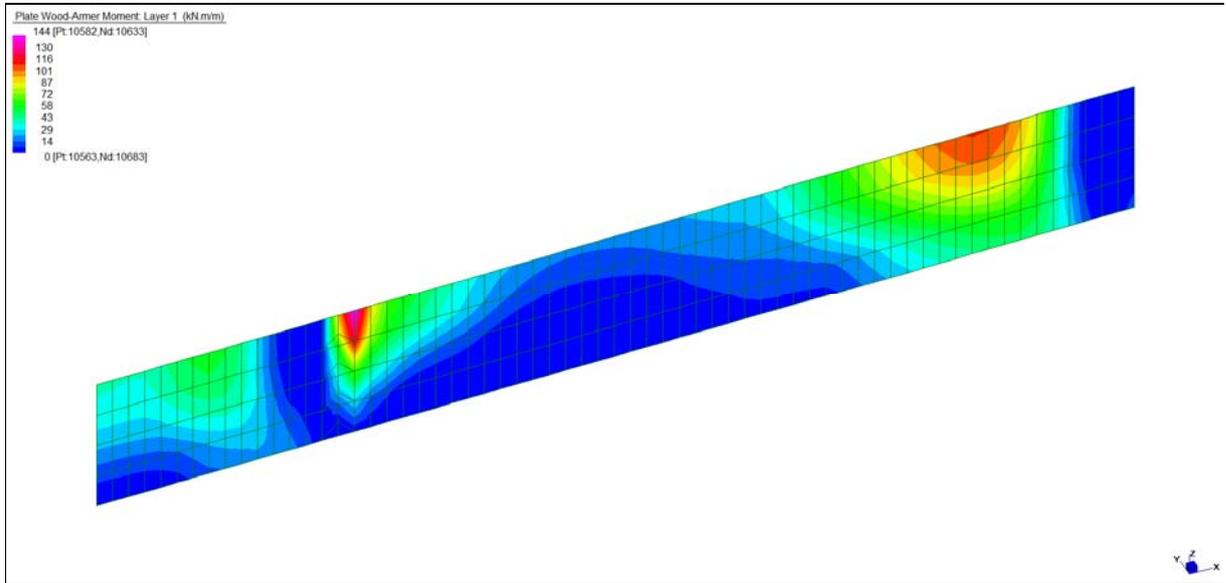


*Layer 4 – Momento direzione Verticale Y- (S.L.E. Rara)*

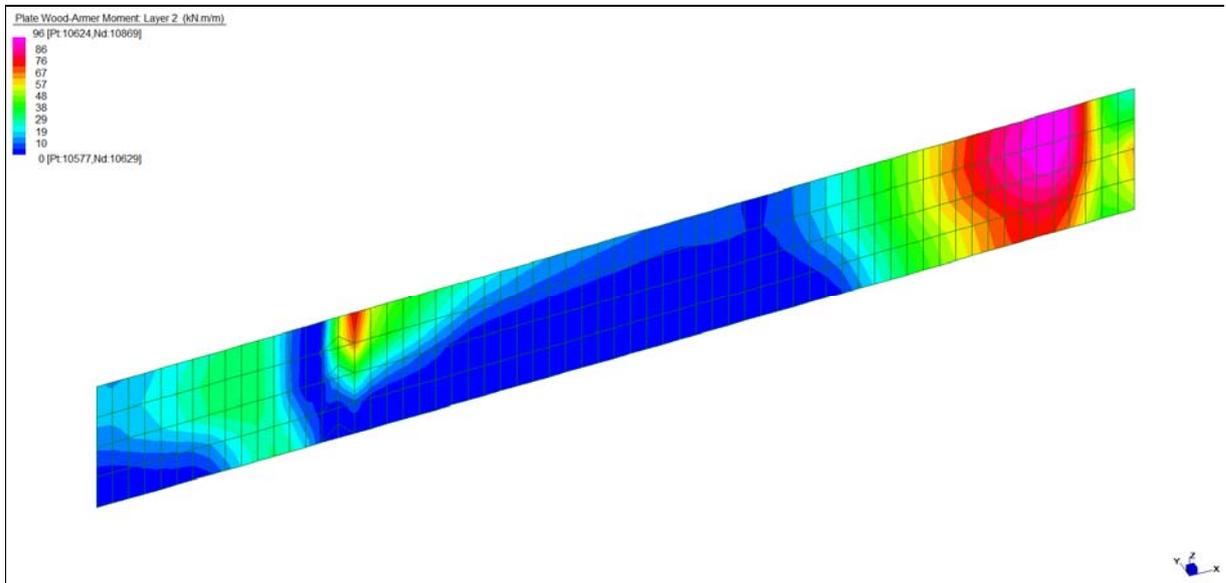
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione FREQUENTE



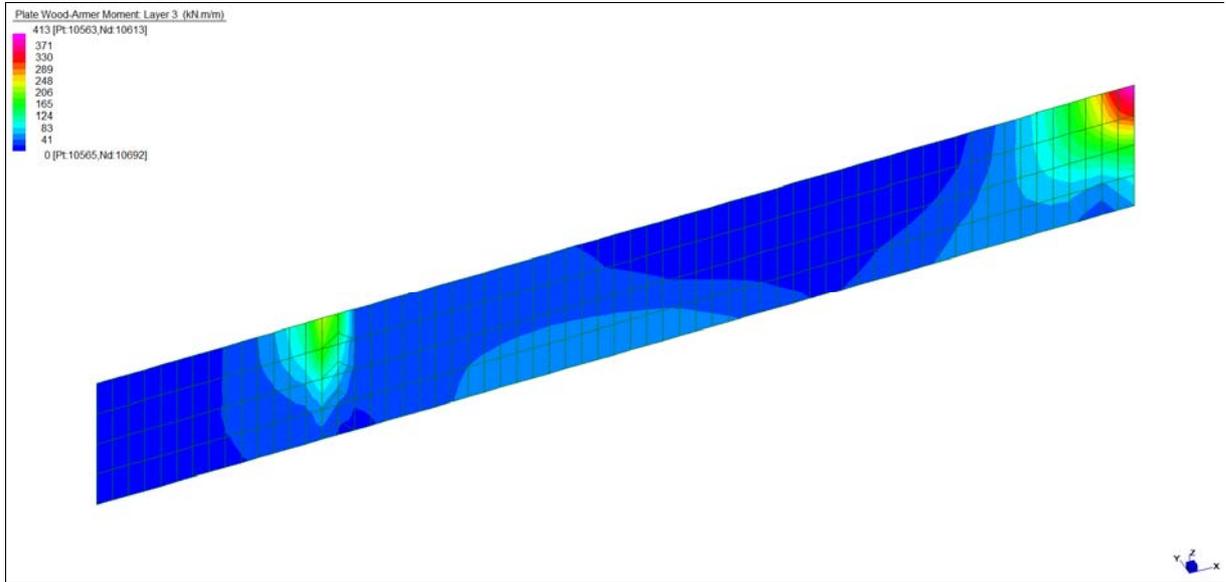
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Y+ (S.L.E. Frequente)



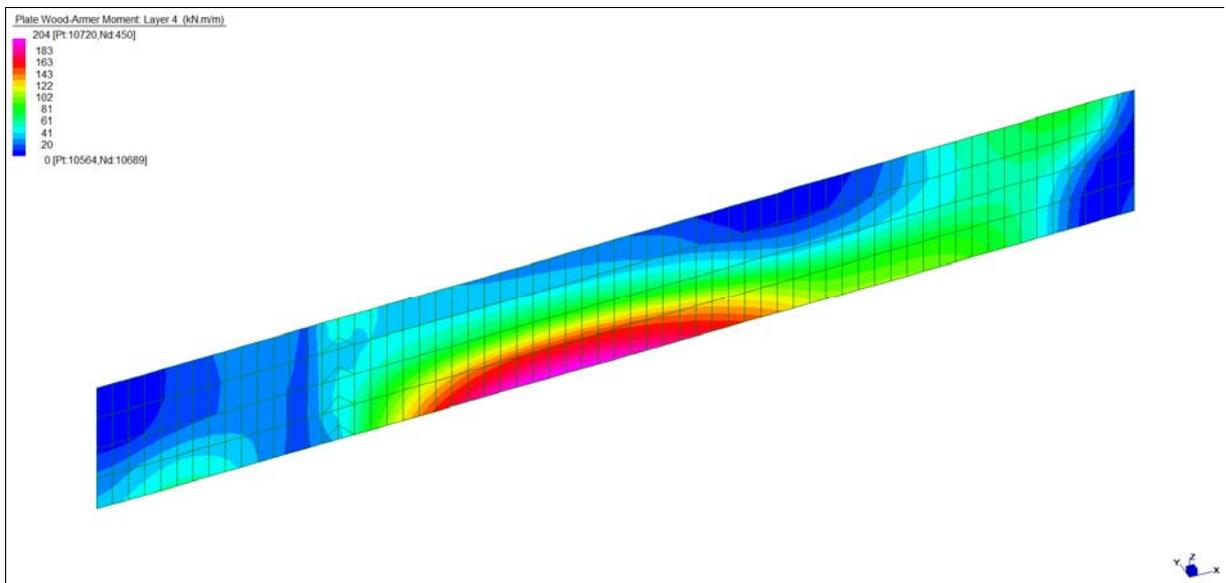
Layer 2 – Momento direzione Verticale Y+ (S.L.E. Frequente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Y- (S.L.E. Frequente)*

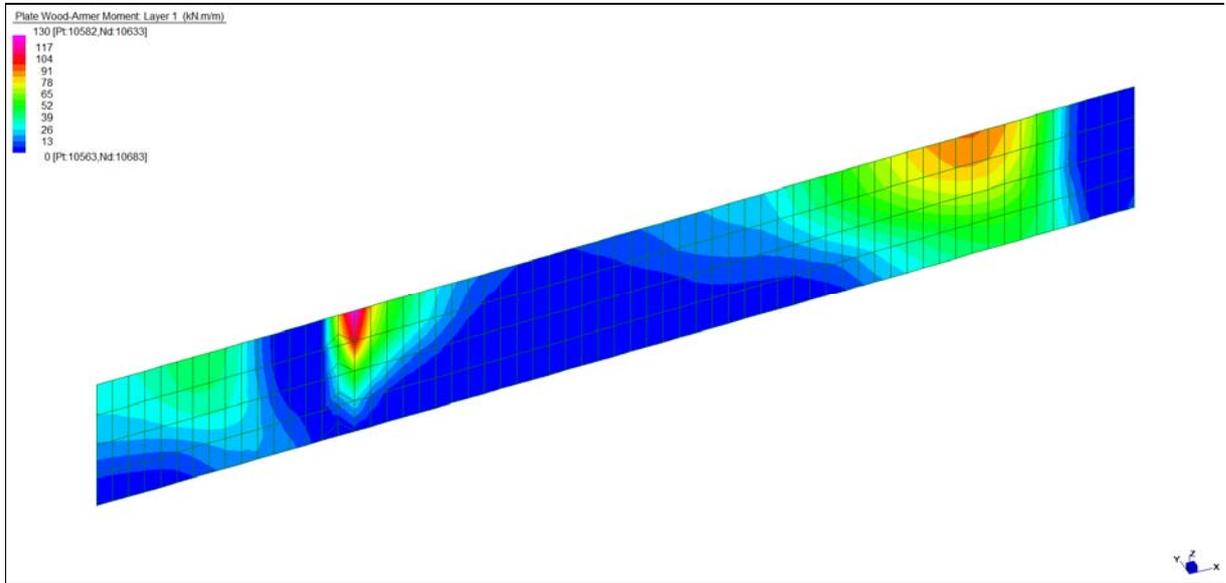


*Layer 4 – Momento direzione Verticale Y- (S.L.E. Frequente)*

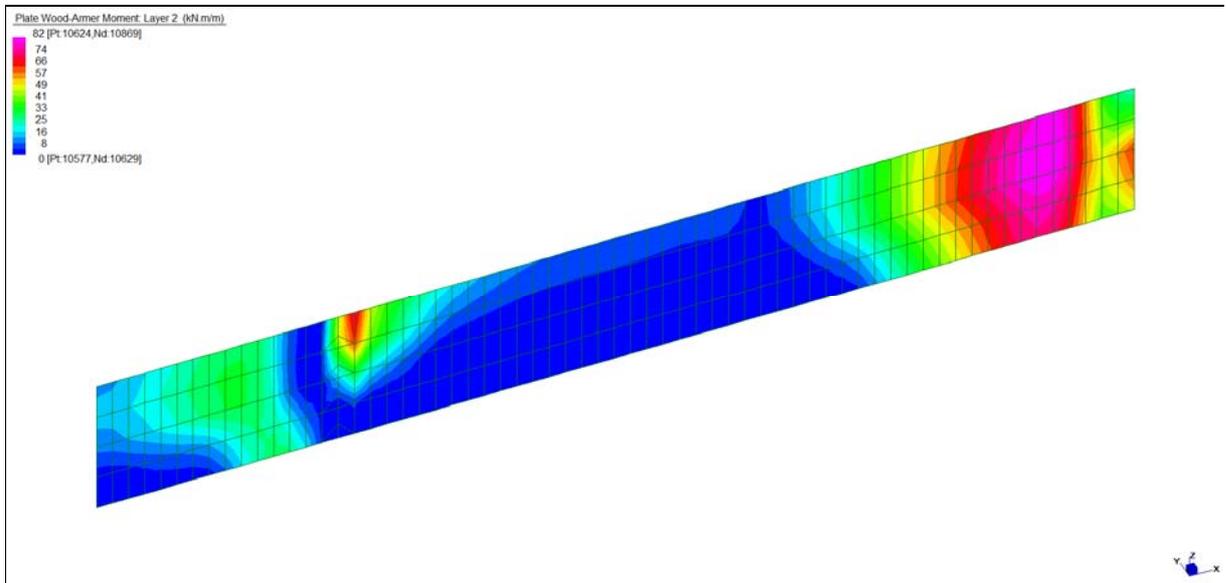
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione QUASI PERMANENTE



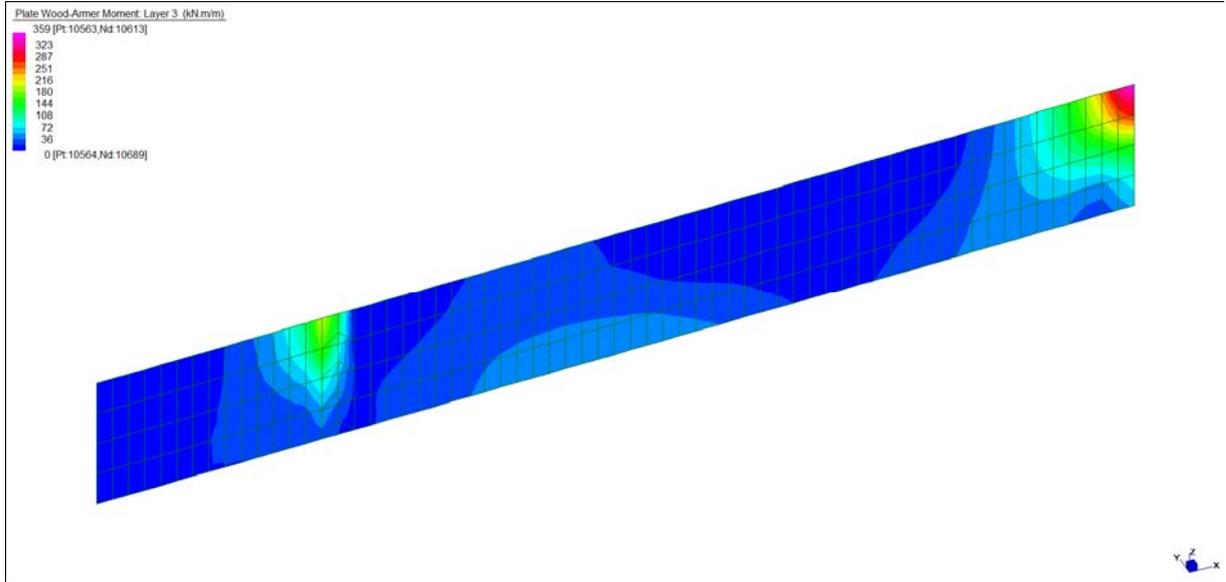
Layer 1 – Momento direzione Orizzontale Y+ (S.L.E. Quasi permanente)



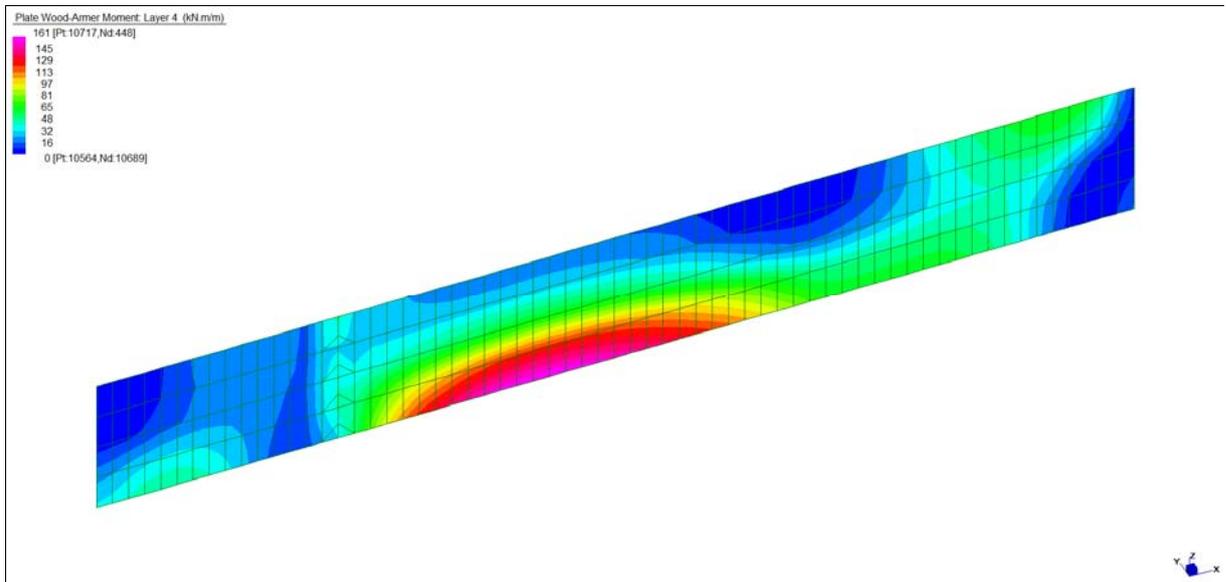
Layer 2 – Momento direzione Verticale Y+ (S.L.E. Quasi permanente)

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Layer 3 – Momento direzione Orizzontale Y- (S.L.E. Quasi permanente)*



*Layer 4 – Momento direzione Verticale Y- (S.L.E. Quasi permanente)*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

SLU	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d'	Armatura		m <sub>Ed</sub>	m <sub>Rd</sub>	VER
				cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As'	kNm/m	kNm/m	
MURO SU GIUNTO	Orizz.	Y+	1	100	50	41	-	φ20/10	-	441	455	Sì
	Vert.	Y+	2	100	50	43	-	φ20/20	-	235	252	Sì
	Orizz.	Y-	3	100	50	42	-	φ26/10	-	703	712	Sì
	Vert.	Y-	4	100	50	43	-	φ20/10	-	404	479	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Muro su giunto*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
Orizzontale (Z-X loc)	100	50	41	5000	φ20/10	1,698	0,0077	0,418	-	235	Sì, vedi grafici
Verticale (Z-Y loc)	100	50	43	5000	φ20/10	1,682	0,0073	0,412	-	240	Sì, vedi grafici

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	□	⊗	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
Orizzontale (Z-X loc)	100	50	41	5000	spilli φ10/20/20	90	26,6	540	566	1215	Sì
Verticale (Z-Y loc)	100	50	43	5000	spilli φ8/20/20	90	26,6	351	380	1275	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.) \_ Muro su giunto*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 \text{ N/mm}^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40 \text{ mm}$ ;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30 \text{ mm}$ ;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 \text{ N/mm}^2$

RARA	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d'	Armatura		m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		σ <sub>s</sub>	
				cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
MURO SU GIUNTO	Orizz.	Y+	1	100	50	41	-	φ20/10	-	144	5,18	< 17,43	128	< 360
	Vert.	Y+	2	100	50	43	-	φ20/20	-	120	5,10	< 17,43	196	< 360
	Orizz.	Y-	3	100	50	42	-	φ26/10	-	509	15,21	< 17,43	272	< 360
	Vert.	Y-	4	100	50	43	-	φ20/10	-	284	9,44	< 17,43	240	< 360

FREQ	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d'	Armatura		m <sub>Ed</sub>	w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As'	kNm/m	mm	mm
MURO SU GIUNTO	Orizz.	Y+	1	100	50	41	-	φ20/10	-	144	0,13	< 0,40
	Vert.	Y+	2	100	50	43	-	φ20/20	-	93	0,14	< 0,40
	Orizz.	Y-	3	100	50	42	-	φ26/10	-	413	0,33	< 0,40
	Vert.	Y-	4	100	50	43	-	φ20/10	-	204	0,20	< 0,40

QPER	Dir.	Lato	Layer	b	h	d <sub>1</sub>	d'	Armatura		m <sub>Ed</sub>	σ <sub>c</sub>		w <sub>k</sub>	
				cm	cm	cm	cm	As <sub>1</sub>	As'	kNm/m	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	mm	mm
MURO SU GIUNTO	Orizz.	Y+	1	100	50	41	-	φ20/10	-	130	4,68	< 13,07	0,09	< 0,30
	Vert.	Y+	2	100	50	43	-	φ20/20	-	82	3,49	< 13,07	0,12	< 0,30
	Orizz.	Y-	3	100	50	42	-	φ26/10	-	359	10,72	< 13,07	0,28	< 0,30
	Vert.	Y-	4	100	50	43	-	φ20/10	-	161	5,35	< 13,07	0,13	< 0,30

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.) \_ Muro su giunto*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

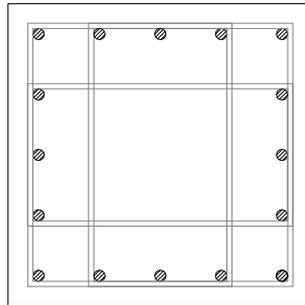
15.7 PILASTRO 70x70

INVILUPPO DELLE SOLLECITAZIONI

Nelle tabelle che seguono si riportano sinteticamente le sollecitazioni agenti sui pilastri restituite dal modello e le verifiche relative agli stati limite considerati.

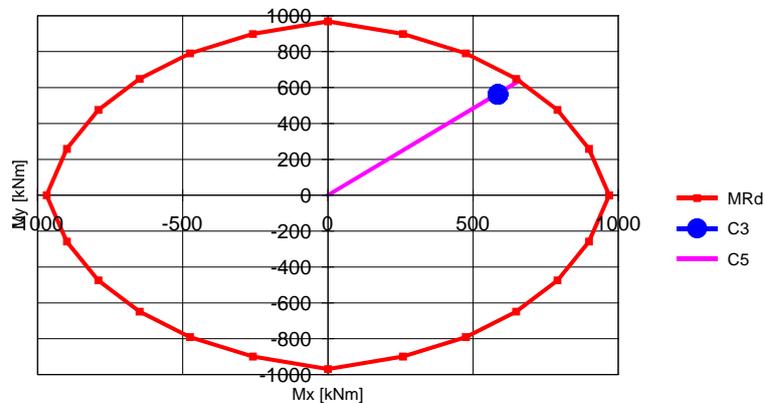
Relativamente alla simbologia utilizzata, si precisa che:

- TF = tensione totale nel pilastro (comando “total fibre”);
- N = sforzo normale sollecitante (negativo di compressione, positivo di trazione);
- $M_1$  = momento sollecitante attorno all’inerzia minore pilastro;
- $M_2$  = momento sollecitante attorno all’inerzia maggiore pilastro;
- $\rho$  = nel dominio di resistenza (N,  $M_1$ ,  $M_2$ ) del pilastro, è il rapporto tra il raggio che individua la terna sollecitante ( $N_{Ed}$ ;  $M_{1,Ed}$ ;  $M_{2,Ed}$ ) e la distanza dal bordo del dominio di resistenza.



Sezione pilastro (70x70) cm

- NEd = 154 kN



Esempio verifica a presso-flessione (Inviluppo SLU) – Pilastro

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Grafici di combinazione SLU

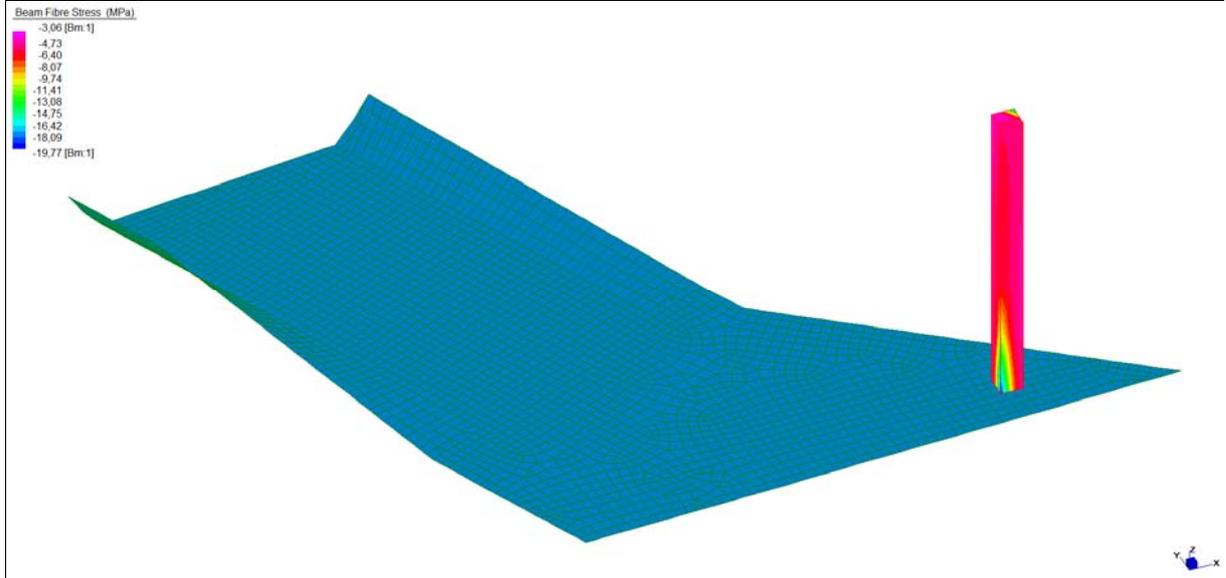


Diagramma tensioni\_  $TF_{min}$  ( Involuppo S.L.U./S.LV. min )\_ Pilastro 70x70

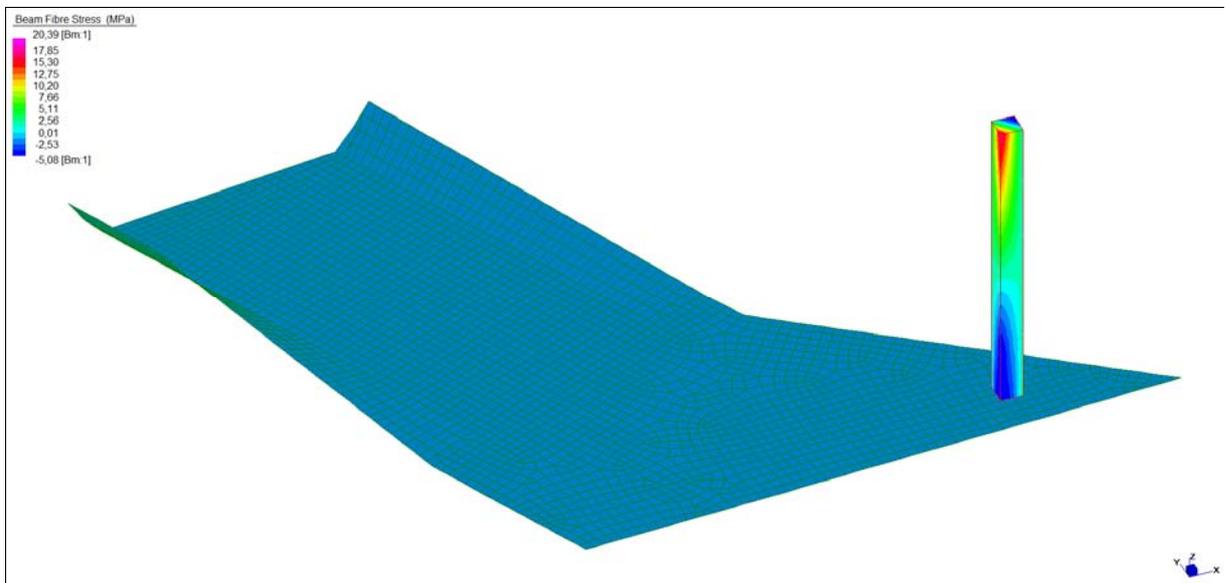
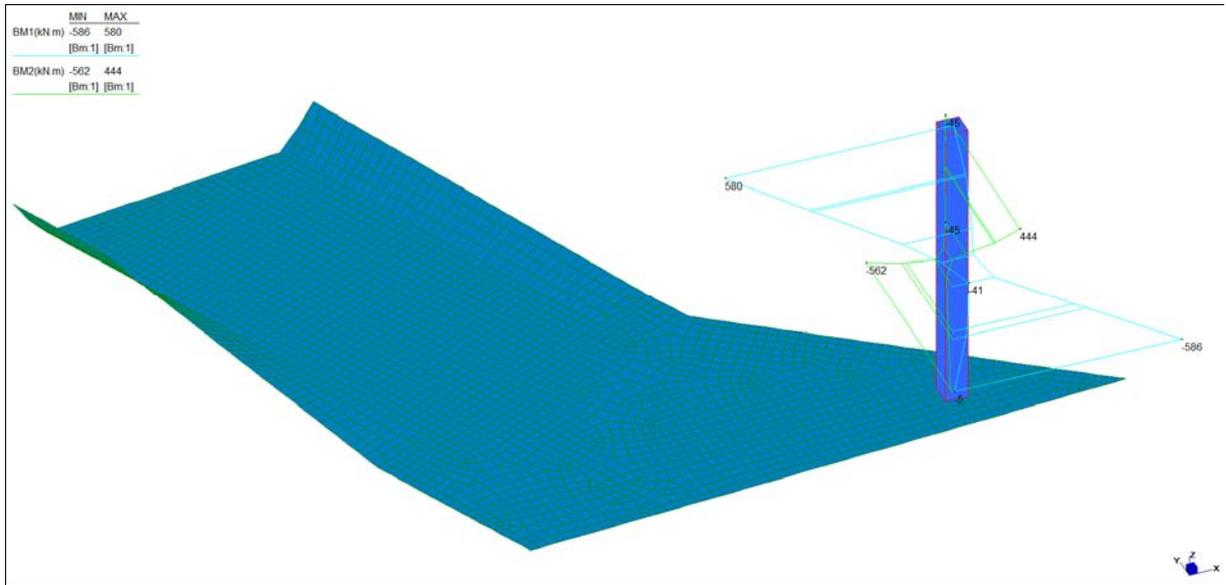


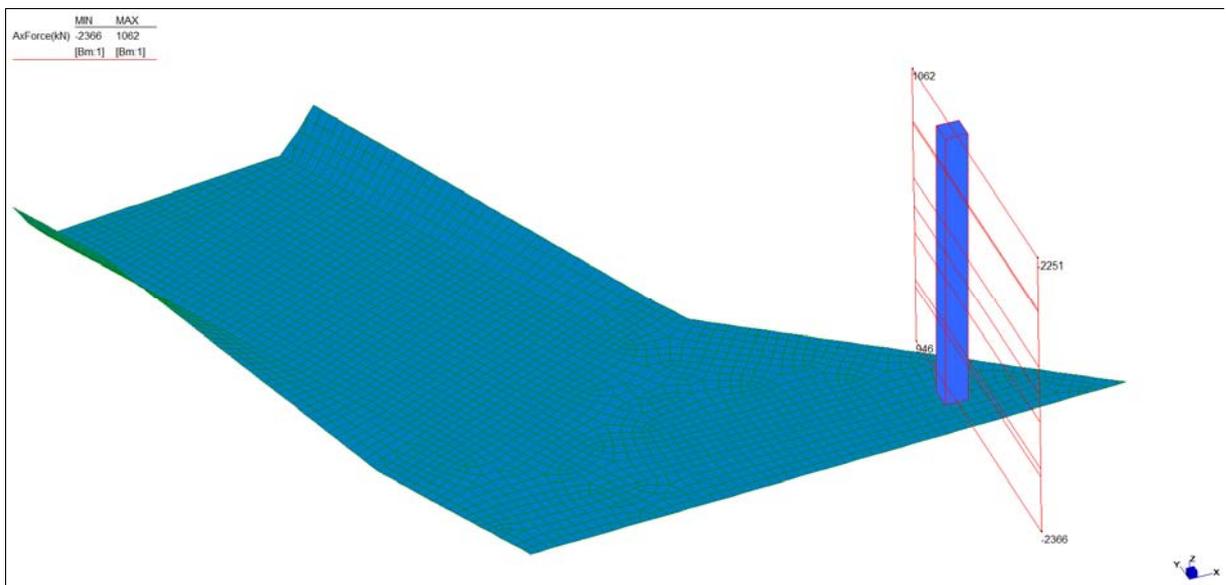
Diagramma tensioni\_  $TF_{max}$  ( Involuppo S.L.U./S.LV. max )\_ Pilastro 70x70

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Diagramma momenti\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )\_ Pilastro 70x70*



*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.U./S.LV. )\_ Pilastro 70x70*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

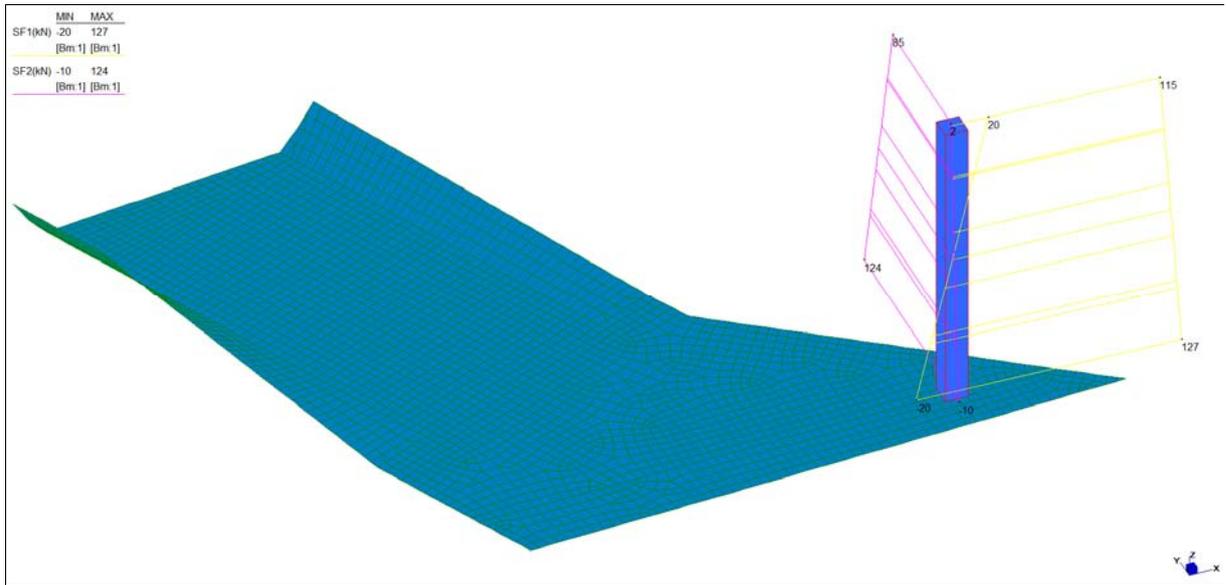


Diagramma tagli\_ ( Involuppo S.L.U./S.LV. )\_ Pilastro 70x70

Grafici di combinazione SLE Rara

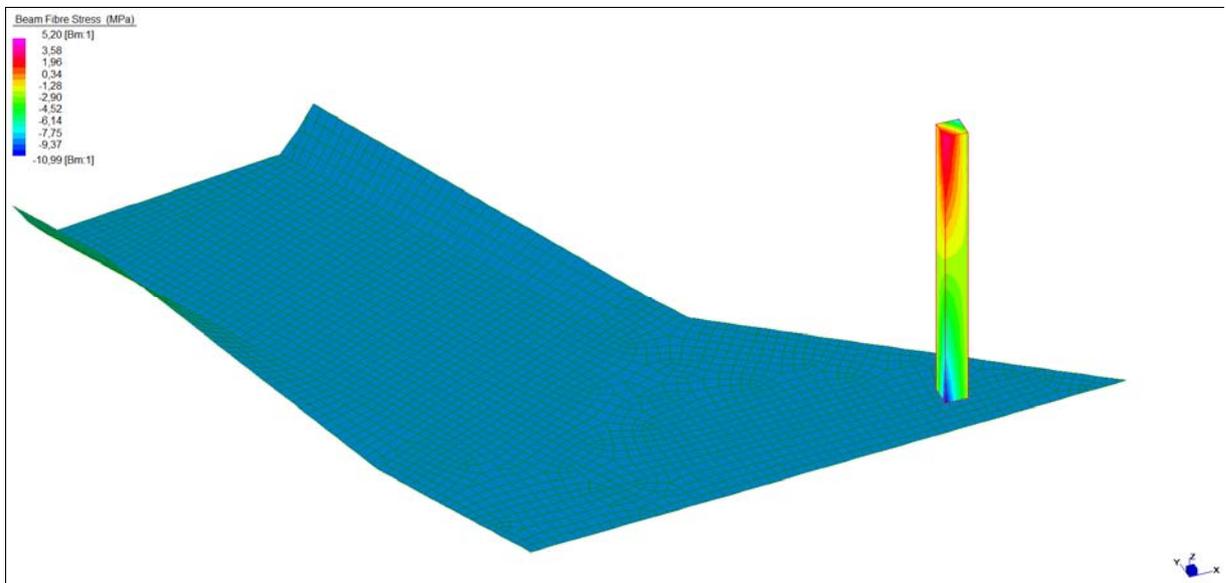


Diagramma tensioni\_  $TF_{min}$  ( Involuppo S.L.E. Rara. min )\_ Pilastro 70x70

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

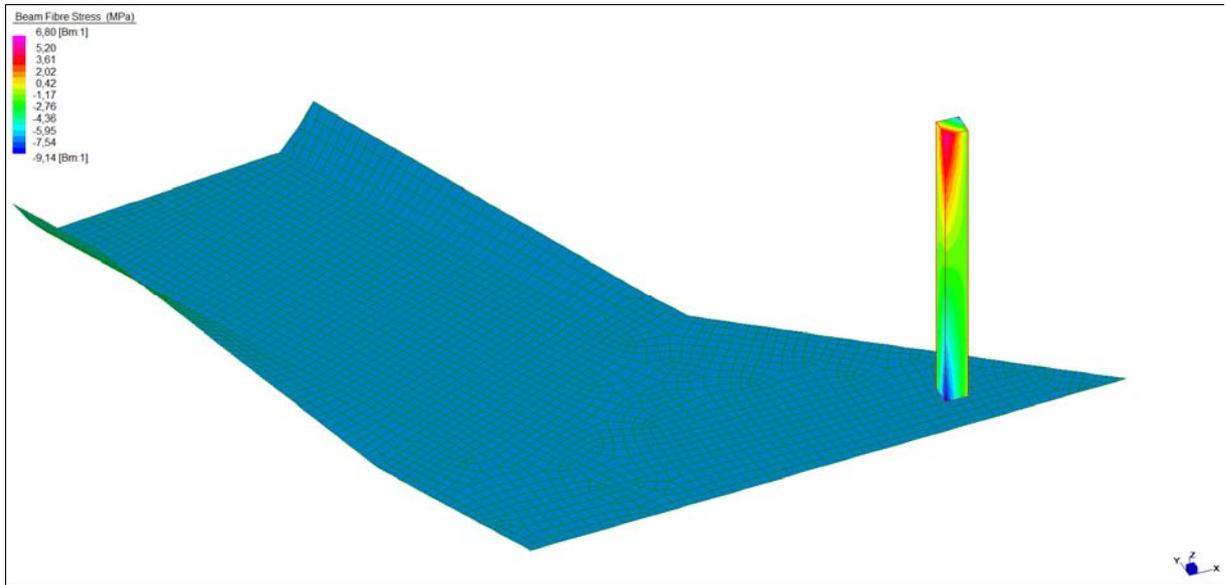


Diagramma tensioni\_  $TF_{max}$  ( Inviluppo S.L.E. Rara max )\_ Pilastro 70x70

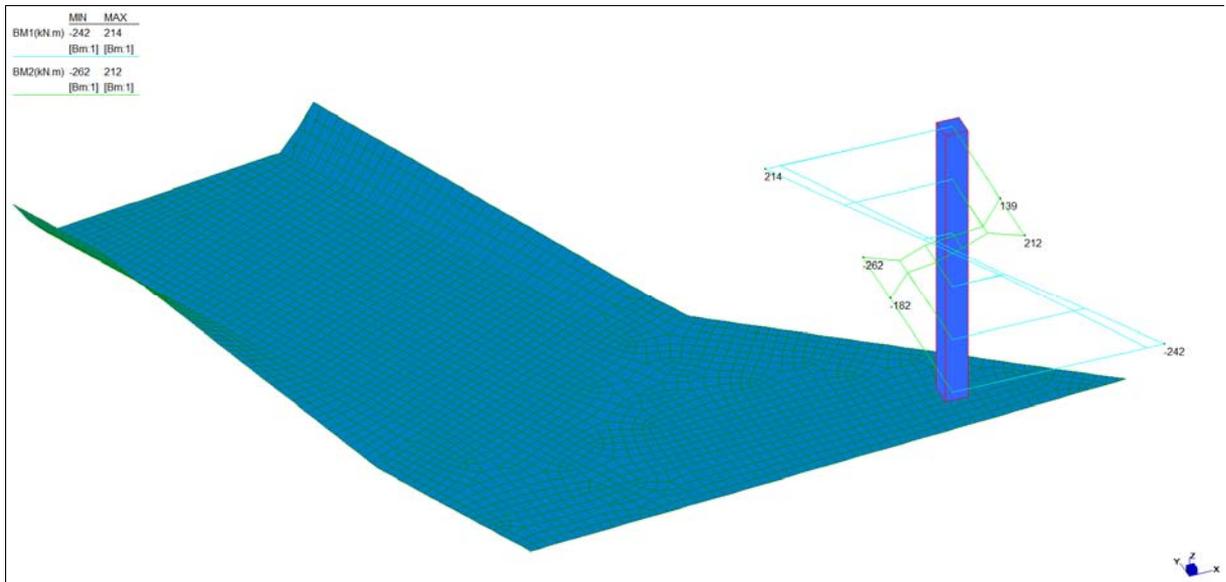
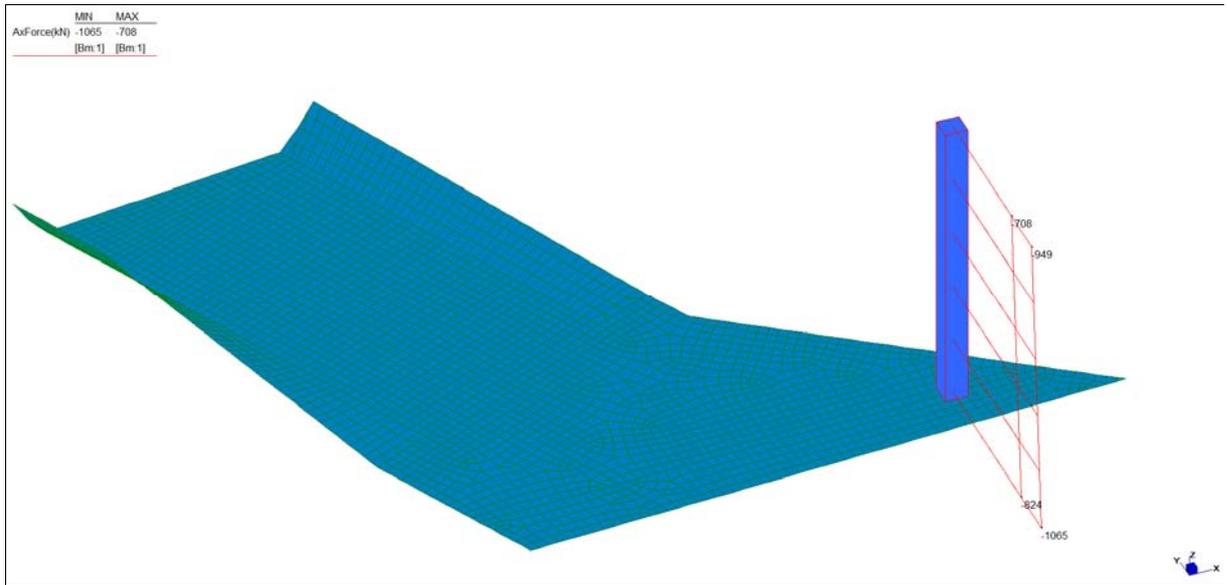


Diagramma momenti\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara )\_ Pilastro 70x70

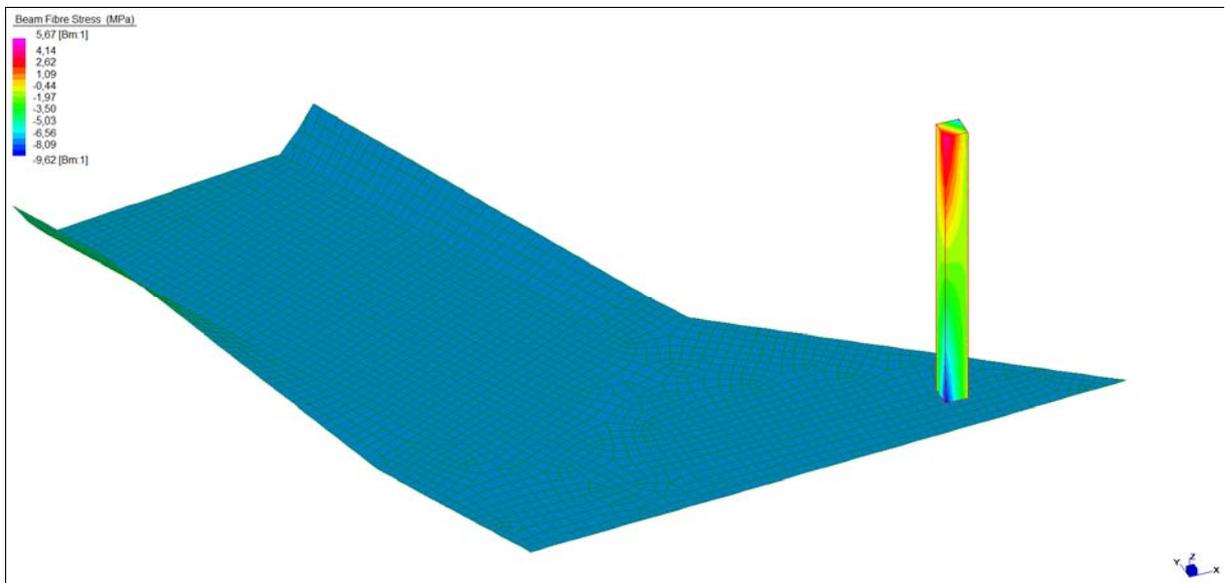
Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Rara. )\_ Pilastro 70x70*

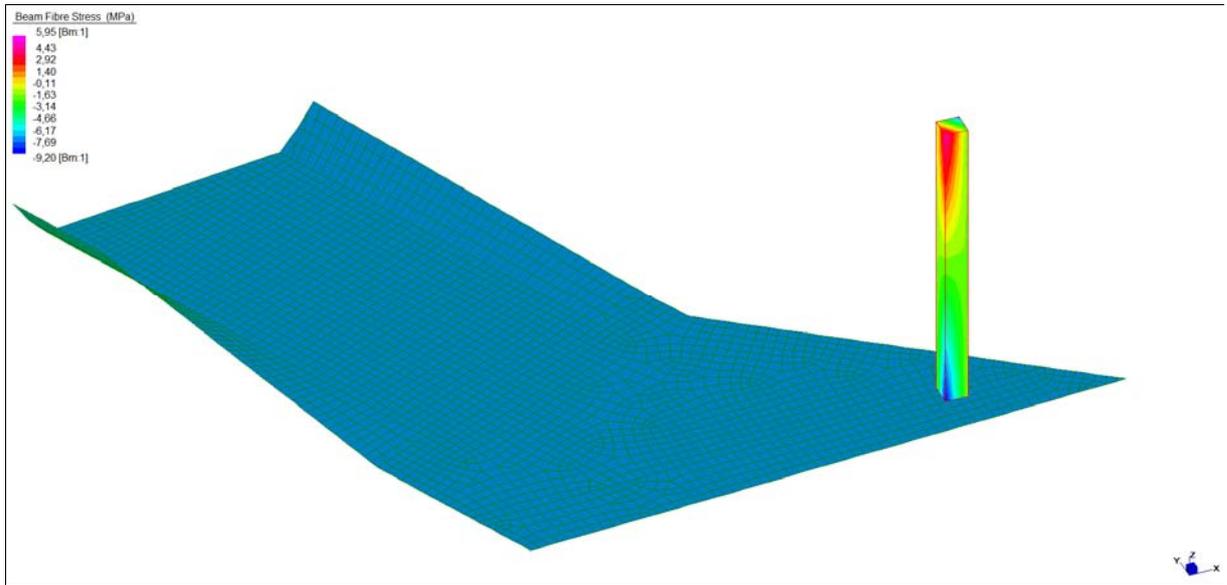
Grafici di combinazione SLE Quasi permanente



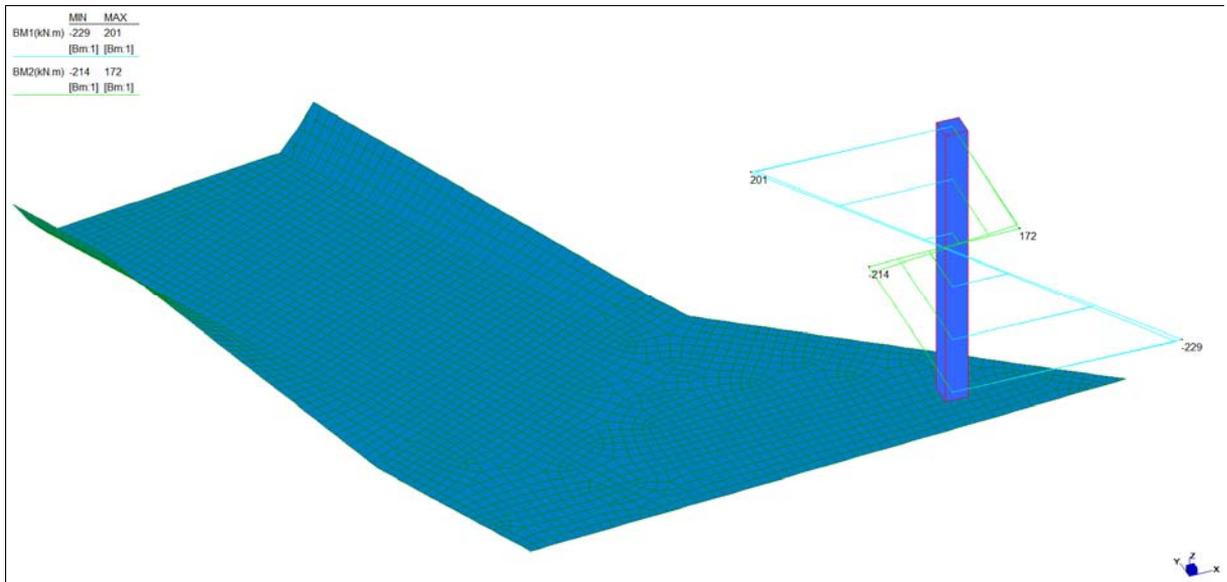
*Diagramma tensioni\_ TF<sub>min</sub> ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente min )\_ Pilastro 70x70*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



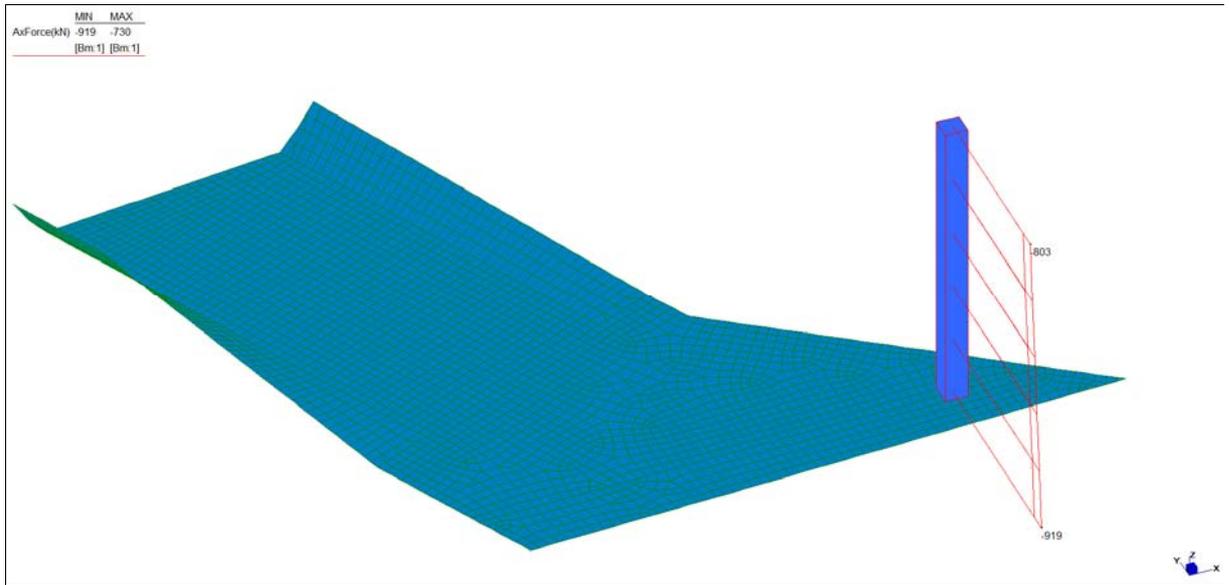
*Diagramma tensioni\_  $TF_{max}$  ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente max )\_ Pilastro 70x70*



*Diagramma momenti\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )\_ Pilastro 70x70*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi



*Diagramma sforzo normale\_ ( Inviluppo S.L.E. Quasi permanente )\_ Pilastro 70x70*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE A PRESSO - FLESSIONE**

Le verifiche riportate nel seguito tengono conto di valori sollecitanti prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Nelle verifiche che seguono si sono considerate le sezioni maggiormente sollecitate che vengono opportunamente integrate con armatura a flessione.

Pilastro	70x70
A <sub>s</sub>	16φ26

	[N/mm <sup>2</sup> ]	[n°]	[kNm]	[kNm]	[kN]		
	TF	Comb	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	ρ	VER
TF min	-19,77	SLU 8	-586	-562	154	0,93	Sì
TF max	20,39	SLU 8	-586	-562	154	0,93	Sì
M1 max	-	SLU 8	-586	-562	154	0,93	Sì
M2 max	-	SLU 8	-586	-562	154	0,93	Sì
N min	-	SLV 1	-5	-9	-2366	0,01	Sì
N max	-	SLV 4	463	426	1062	0,9	Sì

*Tabella verifiche flessionali (S.L.U.)\_ Pilastro 70x70*

**VERIFICHE A TAGLIO**

Sono state effettuate le verifiche al taglio considerando la minore delle armature longitudinali, di seguito si riportano i risultati ottenuti. Si dispone apposita armatura solo quando si eccede la resistenza a taglio V<sub>Rd</sub> al di fuori della distanza d dal filo appoggio.

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	k	ρ <sub>l</sub>	v <sub>min</sub>	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		-	-	N/mm <sup>2</sup>	kN	kN	
V1 max	70	70	63	4900	φ26/20	1,563	0,0060	0,369	127	214	Sì
V2 max	70	70	63	4900	φ26/20	1,563	0,0060	0,369	124	214	Sì

Dir.	b	h	d	A <sub>c</sub>	A <sub>sl</sub> (TESA)	α	ϑ	V <sub>Ed</sub>	V <sub>Rsd</sub>	V <sub>Rcd</sub>	Verifica
	cm	cm	cm	cm <sup>2</sup>		[°]	[°]	kN	kN	kN	
V1 max	70	70	63	4900	staffe φ12/20, 4 bracci	90	26,6	127	751	1307	Sì
V2 max	70	70	63	4900	staffe φ12/20, 4 bracci	90	26,6	124	751	1307	Sì

*Tabella verifiche a taglio (S.L.U.)\_ Pilastro 70x70*

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**VERIFICHE DI SNELLEZZA LIMITE**

Di seguito si riporta la verifica di snellezza nel pilastro in esame il cui soddisfacimento, ai sensi del punto 4.1.2.1.7.2 del DM08, permette di trascurare gli effetti del secondo ordine.

I valori sollecitanti sono stati prelevati dal modello, a meno dello spessore degli elementi ed escludendo i valori di picco dovuti alla precisione della mesh.

Sono state considerate le sezioni maggiormente sollecitate.

$N_{min}$ =	2366	kN/m
b =	70	cm
h =	70	cm
$A_c$ =	4900	cm <sup>2</sup>
$R_{ck}$ =	35	MPa
$f_{cd}$ =	16,46	MPa
v =	0,293	
C =	1,7	
L =	850	cm
$\beta$ =	0,5	
$L_0$ =	425	cm
$\rho$ =	20,21	cm
$\lambda$ =	<b>21,03</b>	
$\lambda_{lim}$ =	<b>48,34</b>	
Verifica	<b>Si</b>	

*Tabella verifiche di snellezza limite (S.L.U.)\_ Pilastro 70x70*

**VERIFICHE A SLE**

Si deve verificare che le tensioni nell'acciaio e nel calcestruzzo, nonché i limiti di apertura fessure, non eccedano le seguenti quantità:

[combinazione rara]  $\sigma_c < 0,60 \cdot f_{ck} = 17,43 N/mm^2$ ;  $\sigma_s < 0,8 \cdot f_{yk} = 360 N/mm^2$

[combinazione frequente]  $w \leq 0,40$  mm;

[combinazione quasi permanente]  $w \leq 0,30$  mm;  $\sigma_c < 0,45 \cdot f_{ck} = 13,07 N/mm^2$

SLE Rara	TF	Comb	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	Armatura	$\sigma_c$		$\sigma_s$	
	N/mm <sup>2</sup>	n°	kNm	kNm	kN	As <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
TF min	-10,99	R2	-242	-262	-1065	16φ26	10,33	< 17,43	105	< 360
TF max	6,80	R8	-237	-257	-905	16φ26	10,20	< 17,43	116	< 360

SLE Q Perm	TF	Comb	M <sub>1</sub>	M <sub>2</sub>	N	Armatura	$\sigma_c$	
	N/mm <sup>2</sup>	n°	kNm	kNm	kN	As <sub>1</sub>	N/mm <sup>2</sup>	N/mm <sup>2</sup>
TF min	-9,62	QP1	-229	-214	-919	16φ26	9,09	< 13,07
TF max	5,95	QP3	-227	-212	-851	16φ26	9,04	< 13,07

*Tabella verifica limitazioni tensioni / fessurazioni (S.L.E.)\_ Pilastro 70x70*

## 16. VERIFICHE GEOTECNICHE

### 16.1 Calcolo carico limite

Il rapporto fra il carico limite in fondazione e la componente normale della risultante dei carichi trasmessi sul terreno di fondazione deve essere superiore a  $\eta_q$ . Cioè, detto  $Q_u$ , il carico limite ed  $R$  la risultante verticale dei carichi in fondazione, deve essere:

$$Q_u / R \geq \eta_q$$

Le espressioni di Brinch-Hansen per il calcolo della capacità portante si differenziano a secondo se siamo in presenza di un terreno puramente coesivo ( $\phi = 0$ ) o meno e si esprimono nel modo seguente:

Caso generale

$$q_u = cN_c s_c d_c i_c g_c b_c + qN_q s_q d_q i_q g_q b_q + 0.5B\gamma N_\gamma s_\gamma d_\gamma i_\gamma g_\gamma b_\gamma$$

Caso di terreno puramente coesivo  $\phi=0$

$$q_u = c_u N_c s_c d_c i_c b_c g_c + q$$

in cui  $d_c, d_q, d_\gamma$ , sono i fattori di profondità;  $s_c, s_q, s_\gamma$ , sono i fattori di forma;  $i_c, i_q, i_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del carico;  $b_c, b_q, b_\gamma$ , sono i fattori di inclinazione del piano di posa;  $g_c, g_q, g_\gamma$ , sono i fattori che tengono conto del fatto che la fondazione poggia su un terreno in pendenza.

I fattori  $N_c, N_q, N_\gamma$  sono espressi come:

$$N_q = e^{\pi \tan \phi} K_p$$

$$N_c = (N_q - 1) \cot \phi$$

$$N_\gamma = 2,0(N_q - 1) \tan \phi$$

Vediamo come si esprimono i fattori che compaiono nell'espressione del carico ultimo.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

---

Fattori di forma

$$\text{per } \phi=0 \quad s_c = 1 + 0,2 \frac{B}{L}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad s_c = 1 + 0,2 \frac{B (1+\text{sen } \phi)}{L (1+\text{sen } \phi)}$$

$$s_q = 1 + 0,1 \frac{B (1+\text{sen } \phi)}{L (1+\text{sen } \phi)}$$

$$s_\gamma = 1 + 0,1 \frac{B (1+\text{sen } \phi)}{L (1+\text{sen } \phi)}$$

Fattori di profondità

Si definisce il parametro  $k$  come

$$k = \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} \leq 1$$

$$k = \text{arctg} \frac{D}{B} \quad \text{se} \quad \frac{D}{B} > 1$$

vari coefficienti si esprimono come

$$\text{per } \phi=0 \quad d_c = 1 + 0.4k$$

$$\text{per } \phi>0 \quad d_c = d_q - \frac{1 - d_q}{N_c \text{tg } \phi}$$

$$d_q = 1 + 2 \text{tg } \phi (1 - \text{sen } \phi)^2 k_\gamma = 1$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Fattori di inclinazione del carico

Indichiamo con  $V$  e  $H$  le componenti del carico rispettivamente perpendicolare e parallela alla base e con  $A_f$  l'area efficace della fondazione ottenuta come  $A_f = B' \times L'$  ( $B'$  e  $L'$  sono legate alle dimensioni effettive della fondazione  $B$ ,  $L$  e all'eccentricità del carico  $e_B$ ,  $e_L$  dalle relazioni  $B' = B - 2e_B$   $L' = L - 2e_L$ ) e con  $\eta$  l'angolo di inclinazione della fondazione espresso in gradi ( $\eta = 0$  per fondazione orizzontale).

I fattori di inclinazione del carico si esprimono come:

$$\text{per } \phi = 0 \quad i_c = 1 - \frac{m H}{A_f c_a N_c}$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad i_c = i_q - \frac{1 - i_q}{N_q - 1}$$

$$i_q = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \operatorname{ctg} \phi}\right)^m$$

$$\text{per } \eta = 0 \quad i_\gamma = \left(1 - \frac{H}{V + A_f c_a \operatorname{ctg} \phi}\right)^{m+1}$$

$$\text{dove} \quad m = \frac{2 + B / L}{1 + B / L}$$

Fattori di inclinazione del piano di posa della fondazione

$$\text{per } \phi = 0 \quad b_c = 1 - \frac{2 \eta}{\pi + 2}$$

$$\text{per } \phi > 0 \quad b_c = b_q - \frac{1 - b_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$b_q = (1 - \eta \operatorname{tg} \phi)^2$$

$$b_\gamma = b_q$$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

---

Fattori di inclinazione del terreno

Indicando con  $\beta$  la pendenza del pendio i fattori  $g$  si ottengono dalle espressioni seguenti:

$$\text{per } \phi=0 \quad g_c = \frac{1 - 2\beta}{\pi + 2}$$

$$\text{per } \phi>0 \quad g_c = g_q - \frac{1 - g_q}{N_c \operatorname{tg} \phi}$$

$$g_q = g_\gamma = (1 - \operatorname{tg}\beta)^2$$

poter applicare la formula di Brinch-Hansen devono risultare verificate le seguenti condizioni:

$$H < V \operatorname{tg} \delta + A_f c_a$$

$$\beta \leq \phi$$

$$i_q, i_\gamma > 0$$

$$\beta + \eta \leq 90^\circ$$

## 16.2 Calcolo cedimenti

Per il calcolo dei cedimenti delle fondazioni in esame è stato utilizzato il metodo elastico, così come implementato, fornisce due valori:

- uno per deformazione laterale impedita ( $w_{imp}$ )
- uno in condizioni di deformazione laterale libera ( $w_{lib}$ )

L'espressione di  $w_{imp}$  è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i (1 - \nu - 2 \nu^2)}{E_i (1 - \nu)} \Delta z_i$$

Dove:

- $\Delta \sigma$  è la tensione indotta nel terreno, alla profondità  $z$ , dalla pressione di contatto della fondazione;
- $E$  è il modulo elastico relativo allo strato  $i$ -esimo;
- $\Delta z$  rappresenta lo spessore dello strato  $i$ -esimo in cui è stato suddiviso lo strato compressibile e per il quale si conosce il modulo elastico;
- $\nu$  è il coefficiente di Poisson.

L'espressione di  $w_{lib}$  è la seguente:

$$\Delta H = \sum_{i=1}^n \frac{\Delta \sigma_i}{E_i} \Delta z_i$$

dove i termini sono stati già descritti sopra.

Lo spessore dello strato compressibile considerato nell'analisi dei cedimenti è stato determinato in funzione della percentuale della tensione di contatto. I valori del cedimento ottenuti dalle due relazioni rappresentano un valore minimo  $w_{imp}$  e un valore massimo  $w_{lib}$  del cedimento in condizioni elastiche della fondazione analizzata.

## 16.3 FONDAZIONE (Raccordo 1)

### PREMESSA

La fondazione del Raccordo 1 in esame, dato il suo particolare sviluppo in pianta, è stata modellata, ragionando a favore di sicurezza, semplificandola ad una fondazione a base rettangolare, di dimensioni di altezza 29,15 m e di base equivalente 12.10 m, con applicati nel suo baricentro le risultanti dei carichi che provocano i massimi cedimenti nel modello.

Di seguito si riportano le verifiche a capacità portante della fondazione eseguite con l'ausilio del Software Carl 10.0 (Azec informatica).

### Geometria della fondazione

*Simbologia adottata*

*Forma* Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)

*X* Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]

*Y* Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]

*B* Base/Diametro della fondazione espressa in [m]

*L* Lunghezza della fondazione espressa in [m]

*D* Profondità del piano di posa in [m]

*$\alpha$*  Inclinazione del piano di posa espressa in [°]

*$\omega$*  Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	$\alpha$	$\omega$
Fondazione	(R)	0,00	0,00	12,10	29,15	7,20	0,00	0,00

### Descrizione terreni e falda

#### Caratteristiche fisico-meccaniche

*Simbologia adottata*

*$\gamma$*  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

*$\gamma_{sat}$*  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

*$\phi$*  Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi

*$\delta$*  Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

*c* Coesione del terreno espressa in [kPa]

*ca* Adesione del terreno espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca
Terreno	20,000	20,000	30,00	30,00	0,0	0,0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**Caratteristiche di deformabilità**

*Simbologia adottata*

*Descr* Descrizione terreno

*E* Modulo di Young espresso in [kPa]

<b>Descr</b>	<b>E</b>
Terreno	100000

**Descrizione stratigrafia**

*Simbologia adottata*

*n°* Identificativo strato

*Z1* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]

*Z2* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]

*Z3* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]

*Terreno* Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1: X = 0,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 3,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 0,0 [m] Y = 3,0 [m]

<b>N</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Terreno</b>
1	-110,0	-110,0	-110,0	Terreno

**Normativa**

N.T.C. 2008

**Calcolo secondo: Approccio 2**

*Simbologia adottata*

$\gamma_{Gsfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti

$\gamma_{Gfav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti

$\gamma_{Qsfav}$  Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili

$\gamma_{Qfav}$  Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili

$\gamma_{tan\phi'}$  Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato

$\gamma_{c'}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata

$\gamma_{cu}$  Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata

$\gamma_{qu}$  Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo

$\gamma_{\gamma}$  Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniaassiale delle rocce

**Coefficienti parziali combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

**Coefficienti parziali combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche geotecniche.**

		R1	R2	R3
Capacità portante	$\gamma_r$	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	$\gamma_r$	1,00	1,10	1,10

Coeff. di combinazione  $\Psi_0= 0,70$   $\Psi_1= 0,50$   $\Psi_2= 0,20$

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**Condizioni di carico**

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kN]
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kNm]
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [kNm]
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]
<i>β</i>	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kN]

Condizione n° 1 (SLU4)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b>β</b>	<b>T</b>
Fondazione	139888,0	221224,0	176189,0	1,3	-1,6	90,0	0,0

Condizione n° 2 (SLV3)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b>β</b>	<b>T</b>
Fondazione	97116,0	217893,0	263600,0	2,7	-2,2	90,0	0,0

Condizione n° 3 (SLE R4)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b>β</b>	<b>T</b>
Fondazione	105917,0	150291,0	145344,0	1,4	-1,4	90,0	0,0

**Descrizione combinazioni di carico**

*Simbologia adottata*

*γ* Coefficiente di partecipazione della condizione

*Ψ* Coefficiente di combinazione della condizione

*C* Coefficiente totale di partecipazione della condizione

Combinazione n° 1 SLU - Approccio 2

	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>C</b>
SLU4	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 2 SLU - Approccio 2

	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>C</b>
SLV3	1.00	1.00	1.00

Combinazione n° 3 SLU - Approccio 2

	<b>γ</b>	<b>Ψ</b>	<b>C</b>
SLE R4	1.00	1.00	1.00

## 16.4 Verifica a capacità portante (Raccordo 1)

Per il calcolo della capacità portante sono state considerate le sole combinazioni di stato limite ultimo.

### Analisi in condizioni drenate

#### Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen  
La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Riduzione per comportamento a piastra.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,48$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 20,0000$	[kN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 30,00$	[°]
Coesione	$c = 0$	[kPa]
Modulo di taglio	$G = 38462$	[kPa]
Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 9,58$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 25,99$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,22$	$s_q = 1,11$	$s_\gamma = 1,11$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,18$	$d_q = 1,17$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 3448 + 1918 = 5366 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 2333 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 1336100,1503 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 580913,1088 \text{ [kN]}$$

$$V = 139888,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 1336100,1503 / 14264379,36 = 9,55$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 109,85$$

La verifica a capacità portante è soddisfatta.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,48$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 20,0000$	[kN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 30,00$	[°]
Coesione	$c = 0$	[kPa]
Modulo di taglio	$G = 38462$	[kPa]
Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 6,67$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 24,66$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,16$	$s_q = 1,08$	$s_\gamma = 1,08$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,18$	$d_q = 1,17$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 3357 + 1300 = 4657 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 2025 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 766234,9393 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 333145,6258 \text{ [kN]}$$

$$V = 97116,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 7662349393 / 9902918,52 = 7,89$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00$$

$$I_{rc} = 109,85$$

La verifica a capacità portante è soddisfatta.

## 16.5 Verifica cedimenti (Raccordo 1)

Per il calcolo dei cedimenti è stata considerata la combinazione di stato limite d'esercizio.

### Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata imposta un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale imposta è: 0,05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

### Cedimento complessivo

*Simbologia adottata*

<i>Comb</i>	Identificativo della combinazione
$w_i$	Cedimento elastico espresso in [cm]
$w_{imp}$	Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]
$H$	Spessore strato compressibile espresso in [m]
$X$	coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]
$Y$	coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

### Fondazione

<b>Comb</b>	<b><math>w_i</math></b>	<b><math>w_{imp}</math></b>	<b>H</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
3	2,54	1,87	32,40	1,37	1,42
3	0,08	0,12	32,40	-6,05	-14,57
3	0,44	0,49	32,40	6,05	-14,57
3	1,00	1,02	32,40	6,05	14,57
3	0,00	0,00	32,40	-6,05	14,57

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

### Cedimento dei singoli strati

*Simbologia adottata*

*Strato* Identificativo dello strato

*Terreno* Terreno dello strato

$\Delta H$  Spessore dello strato espresso in [m]

$\Delta w_i$  Cedimento elastico espresso in [cm]

$\Delta w_{imp}$  Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

### Fondazione (Combinazione n° 3)

Strato	Terreno	$\Delta H$	$\Delta w_i$	$\Delta w_{imp}$
1	Terreno	25,20	2,5445	1,8715
<b>Totale</b>		<b>25,20</b>	<b>2,5445</b>	<b>1,8715</b>

### Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

*Simbologia adottata*

$n^\circ$  numero d'ordine dell'i-esimo strato

$z$  quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]

$\Delta H$  spessore dello strato i-esimo espresso in [cm]

$\Delta \sigma_v$  incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [kPa]

$E$  modulo elastico dell'i-esimo strato espresso in [kPa]

$\Delta w$  cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

### Fondazione (Combinazione n° 3)

$n^\circ$	$z$	$\Delta H$	$\Delta \sigma_v$	$E$	$\Delta w$
1	-8,04	1,68	208	100000	0,5505
2	-9,72	1,68	197	100000	0,2720
3	-11,40	1,68	176	100000	0,2477
4	-13,08	1,68	152	100000	0,2254
5	-14,76	1,68	129	100000	0,1994
6	-16,44	1,68	111	100000	0,1747
7	-18,12	1,68	95	100000	0,1527
8	-19,80	1,68	82	100000	0,1337
9	-21,48	1,68	71	100000	0,1173
10	-23,16	1,68	62	100000	0,1033
11	-24,84	1,68	55	100000	0,0914
12	-26,52	1,68	48	100000	0,0811
13	-28,20	1,68	43	100000	0,0723
14	-29,88	1,68	38	100000	0,0647
15	-31,56	1,68	34	100000	0,0582
<b>Totale</b>		<b>25,20</b>			<b>2,5445</b>

La verifica dei cedimenti è soddisfatta.

## 16.6 FONDAZIONE (Raccordo 2)

### PREMESSA

La fondazione del Raccordo 2 in esame, dato il suo particolare sviluppo in pianta, è stata modellata, ragionando a favore di sicurezza, semplificandola ad una fondazione a base rettangolare di dimensioni (12,50 x 21,70 ) m con applicati nel suo baricentro le risultanti dei carichi che provocano i massimi abbassamenti.

Di seguito si riportano le verifiche a capacità portante della fondazione eseguite con l'ausilio del Software Carl 10.0 (Azec informatica).

### Geometria della fondazione

#### Simbologia adottata

*Descrizione* Descrizione della fondazione

*Forma* Forma della fondazione (N=Nastriforme, R=Rettangolare, C=Circolare)

*X* Ascissa del baricentro della fondazione espressa in [m]

*Y* Ordinata del baricentro della fondazione espressa in [m]

*B* Base/Diametro della fondazione espressa in [m]

*L* Lunghezza della fondazione espressa in [m]

*D* Profondità del piano di posa in [m]

*$\alpha$*  Inclinazione del piano di posa espressa in [°]

*$\omega$*  Inclinazione del piano campagna espressa in [°]

Descrizione	Forma	X	Y	B	L	D	$\alpha$	$\omega$
Fondazione	(R)	0,00	0,00	12,50	21,70	10,80	0,00	0,00

### Descrizione terreni e falda

### Caratteristiche fisico-meccaniche

#### Simbologia adottata

*Descrizione* Descrizione terreno

*$\gamma$*  Peso di volume del terreno espresso in [kN/mc]

*$\gamma_{sat}$*  Peso di volume saturo del terreno espresso in [kN/mc]

*$\phi$*  Angolo di attrito interno del terreno espresso in gradi

*$\delta$*  Angolo di attrito palo-terreno espresso in gradi

*c* Coesione del terreno espressa in [kPa]

*ca* Adesione del terreno espressa in [kPa]

Descrizione	$\gamma$	$\gamma_{sat}$	$\phi$	$\delta$	c	ca
Terreno	20,000	20,000	30,00	30,00	0,0	0,0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

---

### Caratteristiche di deformabilità

*Simbologia adottata*

*Descr* Descrizione terreno

*E* Modulo di Young espresso in [kPa]

<b>Descr</b>	<b>E</b>
Terreno	100000

### Descrizione stratigrafia

*Simbologia adottata*

*n°* Identificativo strato

*Z1* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°1 espressa in [m]

*Z2* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°2 espressa in [m]

*Z3* Quota dello strato in corrispondenza del punto di sondaggio n°3 espressa in [m]

*Terreno* Terreno dello strato

Punto di sondaggio n° 1: X = 0,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 2: X = 3,0 [m] Y = 0,0 [m]

Punto di sondaggio n° 3: X = 0,0 [m] Y = 3,0 [m]

<b>N</b>	<b>Z1</b>	<b>Z2</b>	<b>Z3</b>	<b>Terreno</b>
1	-110,0	-110,0	-110,0	Terreno

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

**Normativa**

N.T.C. 2008

**Calcolo secondo:                      Approccio 2**

*Simbologia adottata*

$\gamma_{Gsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Gfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni permanenti
$\gamma_{Qsfav}$	Coefficiente parziale sfavorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{Qfav}$	Coefficiente parziale favorevole sulle azioni variabili
$\gamma_{tan\phi'}$	Coefficiente parziale di riduzione dell'angolo di attrito drenato
$\gamma_{c'}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione drenata
$\gamma_{cu}$	Coefficiente parziale di riduzione della coesione non drenata
$\gamma_{qu}$	Coefficiente parziale di riduzione del carico ultimo
$\gamma_{\gamma}$	Coefficiente parziale di riduzione della resistenza a compressione uniassiale delle rocce

**Coefficienti parziali combinazioni statiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,30	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,50	1,30

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>			<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{tan\phi'}$		1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$		1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$		1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$		1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$		1,00	1,00

**Coefficienti parziali combinazioni sismiche**

Coefficienti parziali per le azioni o per l'effetto delle azioni:

<i>Carichi</i>	<i>Effetto</i>		<i>A1</i>	<i>A2</i>
Permanenti	Favorevole	$\gamma_{Gfav}$	1,00	1,00
Permanenti	Sfavorevole	$\gamma_{Gsfav}$	1,00	1,00
Variabili	Favorevole	$\gamma_{Qfav}$	0,00	0,00
Variabili	Sfavorevole	$\gamma_{Qsfav}$	1,00	1,00

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Coefficienti parziali per i parametri geotecnici del terreno:

<i>Parametri</i>		<i>M1</i>	<i>M2</i>
Tangente dell'angolo di attrito	$\gamma_{\tan\phi'}$	1,00	1,25
Coesione efficace	$\gamma_{c'}$	1,00	1,25
Resistenza non drenata	$\gamma_{cu}$	1,00	1,40
Resistenza a compressione uniassiale	$\gamma_{qu}$	1,00	1,60
Peso dell'unità di volume	$\gamma_{\gamma}$	1,00	1,00

**Coefficienti parziali  $\gamma_R$  per le verifiche geotecniche.**

		R1	R2	R3
Capacità portante	$\gamma_r$	1,00	1,80	2,30
Scorrimento	$\gamma_r$	1,00	1,10	1,10

Coeff. di combinazione  $\Psi_0= 0,70$      $\Psi_1= 0,50$      $\Psi_2= 0,20$

**Condizioni di carico**

*Simbologia e convenzioni di segno adottate*

Carichi verticali positivi verso il basso.

Carichi orizzontali positivi verso sinistra.

Momento positivo senso antiorario.

<i>Fondazione</i>	Nome identificativo della fondazione						
<i>N</i>	Sforzo normale totale espressa in [kN]						
<i>Mx</i>	Momento in direzione X espressa in [kNm]						
<i>My</i>	Momento in direzione Y espresso in [kNm]						
<i>ex</i>	Eccentricità del carico lungo X espressa in [m]						
<i>ey</i>	Eccentricità del carico lungo Y espressa in [m]						
$\beta$	Inclinazione del taglio nel piano espressa in [°]						
<i>T</i>	Forza di taglio espressa in [kN]						

Condizione n° 1 (SLU4)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>T</b>
Fondazione	138586,000	39636,000	48298,000	0,3	-0,3	90,0	0,0

Condizione n° 2 (SLV8)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>T</b>
Fondazione	99782,000	183447,000	154685,000	1,6	-1,8	90,0	0,0

Condizione n° 3 (SLE R1)

<b>Fondazione</b>	<b>N</b>	<b>Mx</b>	<b>My</b>	<b>ex</b>	<b>ey</b>	<b><math>\beta</math></b>	<b>T</b>
Fondazione	105379,000	12487,000	43843,000	0,4	-0,1	90,0	0,0

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

---

## Descrizione combinazioni di carico

*Simbologia adottata*

- $\gamma$  Coefficiente di partecipazione della condizione  
 $\Psi$  Coefficiente di combinazione della condizione  
 $C$  Coefficiente totale di partecipazione della condizione

### Combinazione n° 1 SLU - Approccio 2

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
SLU4	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 2 SLU - Approccio 2

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
SLV8	1.00	1.00	1.00

### Combinazione n° 3 SLU - Approccio 2

	$\gamma$	$\Psi$	$C$
SLE R1	1.00	1.00	1.00

## Analisi in condizioni drenate

## 16.7 Verifica a capacità portante (Raccordo 2)

Per il calcolo della capacità portante sono state considerate le sole combinazioni di stato limite ultimo.

### Verifica della portanza per carichi verticali

Il calcolo della portanza è stato eseguito col metodo di Brinch-Hansen

La relazione adottata è la seguente:

$$q_u = c N_c s_c i_c d_c b_c g_c + q N_q s_q i_q d_q b_q g_q + 0.5 B \gamma N_\gamma s_\gamma i_\gamma d_\gamma b_\gamma g_\gamma$$

Altezza del cuneo di rottura: AUTOMATICA

Il criterio utilizzato per il calcolo del macrostrato equivalente è stato la MEDIA ARITMETICA

Nel calcolo della portanza sono state richieste le seguenti opzioni:

Riduzione sismica: NESSUNA

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLU): 1,00

Coefficiente correttivo su  $N_\gamma$  per effetti cinematici (combinazioni sismiche SLE): 1,00

Riduzione per carico eccentrico: MEYERHOF

Riduzione per rottura locale o punzonamento del terreno: NESSUNA

Riduzione per comportamento a piastra.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Combinazione n° 1

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,83$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 20,0000$	[kN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 30,00$	[°]
Coesione	$c = 0$	[kPa]
Modulo di taglio	$G = 38462$	[kPa]
Base ridotta	$B' = B - 2 \text{ ex} = 11,80$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 \text{ ey} = 21,13$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,34$	$s_q = 1,17$	$s_\gamma = 1,17$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,26$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 5798 + 2473 = 8271 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 3596 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 2062634,0670 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 896797,4204 \text{ [kN]}$$

$$V = 138586,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 20626340670 / 14131614,42 = 14,88$$

Indici rigidezza:

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 96,90$$

La verifica a capacità portante è soddisfatta.

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

Combinazione n° 2

Caratteristiche fisico-meccaniche del terreno equivalente

Spessore dello strato	$H = 10,83$	[m]
Peso specifico terreno	$\gamma = 20,0000$	[kN/mc]
Angolo di attrito	$\phi = 30,00$	[°]
Coesione	$c = 0$	[kPa]
Modulo di taglio	$G = 38462$	[kPa]
Base ridotta	$B' = B - 2 e_x = 9,40$	[m]
Lunghezza ridotta	$L' = L - 2 e_y = 18,02$	[m]

Coefficienti di capacità portante e fattori correttivi del carico limite.

$N_c = 30,14$	$N_q = 18,40$	$N_\gamma = 22,40$
$s_c = 1,31$	$s_q = 1,16$	$s_\gamma = 1,16$
$i_c = 1,00$	$i_q = 1,00$	$i_\gamma = 1,00$
$d_c = 1,26$	$d_q = 1,25$	$d_\gamma = 1,00$
$b_c = 1,00$	$b_q = 1,00$	$b_\gamma = 1,00$
$g_c = 1,00$	$g_q = 1,00$	$g_\gamma = 1,00$

Il valore della capacità portante è dato da:

$$q_u = 0 + 5743 + 1951 = 7694 \text{ [kPa]}$$
$$q_d = 3345 \text{ [kPa]}$$

$$Q_u = 1303361,8391 \text{ [kN]}$$

$$Q_d = 566679,0605 \text{ [kN]}$$

$$V = 99782,0000 \text{ [kN]}$$

$$\eta = Q_u / V = 13033618391 / 10174770,54 = 13,06$$

Indici rigidezza

$$I_c = 1,00 \quad I_{rc} = 96,90$$

La verifica a capacità portante è soddisfatta.

## 16.8 Verifica cedimenti (Raccordo 2)

Per il calcolo dei cedimenti è stata considerata la combinazione di stato limite d'esercizio.

### Cedimenti

Il calcolo dei cedimenti è stato eseguito con il metodo Elastico.

Per il calcolo dei cedimenti, è stata imposta un'altezza dello strato compressibile legato alla percentuale tensionale.

In particolare la percentuale imposta è: 0,05 (%)

E' stato richiesto di tenere in conto della fondazione compensata.

### Cedimento complessivo

*Simbologia adottata*

*Comb* Identificativo della combinazione

$w_i$  Cedimento elastico espresso in [cm]

$w_{imp}$  Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

$H$  Spessore strato compressibile espresso in [m]

$X$  coordinata X punto di calcolo cedimento espressa in [m]

$Y$  coordinata Y punto di calcolo cedimento espressa in [m]

<b>Comb</b>	<b><math>w_i</math></b>	<b><math>w_{imp}</math></b>	<b>H</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>
3	1,78	1,68	33,90	0,42	0,12
3	0,31	0,34	33,90	-6,25	-10,85
3	0,55	0,57	33,90	6,25	-10,85
3	0,61	0,62	33,90	6,25	10,85
3	0,37	0,40	33,90	-6,25	10,85

### Cedimento dei singoli strati

*Simbologia adottata*

*Strato* Identificativo dello strato

*Terreno* Terreno dello strato

$\Delta H$  Spessore dello strato espresso in [m]

$\Delta w_i$  Cedimento elastico espresso in [cm]

$\Delta w_{imp}$  Cedimento elastico ad espansione laterale impedita espresso in [cm]

### Fondazione (Combinazione n° 3)

<b>Strato</b>	<b>Terreno</b>	<b><math>\Delta H</math></b>	<b><math>\Delta w_i</math></b>	<b><math>\Delta w_{imp}</math></b>
1	Terreno	23,10	1,7822	1,6761
<b>Totale</b>		<b>23,10</b>	<b>1,7822</b>	<b>1,6761</b>

Central de ventilation Maddalena – Centrale di ventilazione Maddalena

Note de calcul Raccords - Relazione di calcolo raccordi

### Dettagli sui cedimenti dei singoli strati

*Simbologia adottata*

- $n^{\circ}$  numero d'ordine dell'i-esimo strato  
 $z$  quota media dell'i-esimo strato espresso in [m]  
 $\Delta H$  spessore dello strato i-esimo espresso in [cm]  
 $\Delta\sigma_v$  incremento di tensione verticale dell'i-esimo strato espresso in [kPa]  
 $E$  modulo elastico dell'i-esimo strato espresso in [kPa]  
 $\Delta w$  cedimento dell'i-esimo strato espresso in [cm]

### Fondazione (Combinazione n° 3)

$n^{\circ}$	$z$	$\Delta H$	$\Delta\sigma_v$	$E$	$\Delta w$
1	-11,57	1,54	178	100000	0,0028
2	-13,11	1,54	174	100000	0,1855
3	-14,65	1,54	163	100000	0,2021
4	-16,19	1,54	148	100000	0,1971
5	-17,73	1,54	131	100000	0,1829
6	-19,27	1,54	115	100000	0,1651
7	-20,81	1,54	100	100000	0,1468
8	-22,35	1,54	87	100000	0,1296
9	-23,89	1,54	75	100000	0,1141
10	-25,43	1,54	66	100000	0,1006
11	-26,97	1,54	58	100000	0,0888
12	-28,51	1,54	51	100000	0,0786
13	-30,05	1,54	45	100000	0,0699
14	-31,59	1,54	40	100000	0,0624
15	-33,13	1,54	36	100000	0,0559
<b>Totale</b>		<b>23,10</b>			<b>1,7822</b>

La verifica dei cedimenti è soddisfatta.